

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
захисту рослин, біотехнологій та
екології
_____ **Юлія КОЛОМІЄЦЬ**
«__» _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
фітопатології ім. акад.
В.Ф. Пересипкіна
_____ **Дмитро ГЕНТОШ**
«__» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему **«Особливості розвитку грибних хвороб гороху»**
Спеціальність 202 «Захист і карантин рослин»
Освітньо-професійна програма «Захист і карантин рослин»

Гарант освітньої програми
професор, доктор с.-г. наук

_____ **Мирослав ПІКОВСЬКИЙ**
(підпис)

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**
професор, доктор с.-г. наук

_____ **Мирослав ПІКОВСЬКИЙ**
(підпис)

Виконала

_____ **Катерина МАНЬКІВ**
(підпис)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна
к. с.-г. н., доцент _____ Дмитро ГЕНТОШ
«____» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ

Маньків Катерині Іванівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 202 «Захист і карантин рослин»

Освітньо-професійна програма «Захист і карантин рослин»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Особливості розвитку грибних хвороб гороху»

затверджена наказом від «29» жовтня 2025 року № 2588 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру «20» травня 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи:
рослини гороху, динаміка розвитку аскохітозу, кореневих гнилей, борошнистої роси, насіння гороху, біометричні показники, насіннева інфекція

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- 1.1. Симптоматика грибних хвороб гороху;
- 1.2. Поширення і розвиток кореневих гнилей, аскохітозу, борошнистої роси;
- 1.3. Шкідливість кореневої гнилі;
- 1.4. Видовий склад насінневої інфекції гороху.

Дата видачі завдання «20» травня 2025 р.

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

(підпис)

Мирослав ПІКОВСЬКИЙ

Завдання взяла до виконання

(підпис)

Катерина МАНЬКІВ

РЕФЕРАТ

Роботу викладено на 58 сторінках, вона містить 3 розділи, 17 рисунків (із них 14 – авторські фотографії), 4 таблиці та 72 використаних джерел.

Ключові слова: ГОРОХ, АСКОХІТОЗ, КОРЕНЕВА ГНИЛЬ, БОРОШНИСТА РОСА, НАСІННЄВА ІНФЕКЦІЯ, ПОШИРЕННЯ І РОЗВИТОК ХВОРОБ

Мета роботи полягає у вивченні симптомів грибних хвороб гороху, дослідженні їх поширення та розвитку, встановленні шкідливості корневих гнилей, а також у визначенні видового складу насіннєвої інфекції.

Об'єкт дослідження: рослини гороху та збудники їх грибних хвороб, насіння.

Предмет дослідження: агрокліматичні умови, симптоматика, поширення і розвиток грибних хвороб, шкідливість кореневої гнилі, насіннєва інфекція.

Дослідження проводили у 2025 році на базі Білоцерківської дослідної станції ТОВ «Сингента» (Київська обл., с. Мала Вільшанка, відділок «Селекційний») на посівах гороху сорту Гайдук. У фітосанітарному стані агроценозу домінував комплекс грибних хвороб, серед яких найпоширенішими були кореневі гнилі, аскохітоз і борошниста роса. Розвитку патогенів сприяли специфічні агрокліматичні умови вегетаційного періоду.

У ході роботи досліджено симптоматику домінуючих захворювань. Встановлено високий рівень ураження посівів: поширення корневих гнилей становило 93,8 % (розвиток – 51 %), аскохітозу – 87,2 % (розвиток – 21,7 %), борошнистої роси – 85,7 % (розвиток – 22,8 %). Доведено залежність між шкодочинністю корневих гнилей та ростовими процесами, що підтверджує негативний вплив патогенів на вегетативну масу та продуктивність культури. Мікологічний аналіз насіння засвідчив домінування сапротрофного гриба *Cladosporium herbarum* (88,3 %); також ідентифіковано небезпечні патогени – *Ascochyta pisi* та *Sclerotinia sclerotiorum*.

ABSTRACT

The research is presented on 58 pages and includes 3 chapters, 17 figures (14 of which are original photos), 4 tables, and 72 bibliographic references.

Keywords: PEA, ASCOCHYTA BLIGHT, ROOT ROT, POWDERY MILDEW, SEED INFECTION, DISEASE PREVALENCE AND SEVERITY.

The aim of the work is to study the development of fungal diseases in pea crops, investigate on their prevalence and severity, assessment of root rot harmfulness, and determine the species composition of seed infection.

Objects of study: pea plants and their fungal pathogens.

Subject of study: agro-climatic conditions, symptoms of the disease, prevalence and development of fungal diseases, harmfulness of root rot, seed infection

The research was conducted in 2025 at the Bila Tserkva Research Station of Syngenta LLC (Kyiv region, Mala Vilshanka, "Selection" unit) on pea crops of the Haiduk variety. The phytosanitary status was characterized by a complex of fungal diseases, with root rot, ascochyta blight, and powdery mildew being the most prevalent. Pathogen development was facilitated by favorable agroclimatic conditions during the pea growing season.

The study describes the symptomatology of dominant fungal diseases. A high level of infection in the Haiduk pea crops was established: root rot (prevalence – 93,8 %, severity – 51 %), ascochyta blight (87,2 % and 21,7 %), and powdery mildew (85,7 % and 22,8 %, respectively). A correlation between the harmfulness of root rot and plant growth processes was demonstrated, confirming the negative impact of pathogens on vegetative biomass and future crop productivity. Mycological analysis of the seeds showed a dominance of saprotrophic fungi of the genus *Cladosporium herbarum* (88,3 %); dangerous pathogens, such as *Ascochyta pisi* and *Sclerotinia sclerotiorum*, were also identified.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Народногосподарське значення гороху	8
1.2. Морфологічні та біологічні особливості гороху	9
1.3. Технологія вирощування гороху	12
1.4. Історія вивчення, поширення та шкідливість хвороб гороху	15
1.5. Біологічні та екологічні особливості збудників грибних хвороб гороху .	18
1.6. Стан вивчення заходів захисту гороху від грибних хвороб	21
1.6.1. Стійкість сортів	21
1.6.2. Вплив агротехнічних заходів на розвиток хвороб	23
1.6.3. Фунгіцидний захист	25
1.6.4. Використання біологічних препаратів	27
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1. Агрокліматичні умови проведення досліджень	29
2.2. Методика проведення досліджень	30
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	34
3.1. Особливості проявлення грибних хвороб гороху	34
3.2. Динаміка розвитку грибних хвороб гороху	40
3.3. Шкідливість кореневої гнилі гороху	42
3.4. Вивчення насінневої інфекції гороху	43
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТОК А	58

ВСТУП

Серед зернобобових культур Східної Європи горох посівний (*Pisum sativum* L.) посідає провідне місце за розмірами посівних площ, які сягають близько 5 млн га, що становить 30 % світового виробництва цієї культури. Він характеризується високою врожайністю, а також цінними продовольчими та кормовими властивостями. Рослини гороху здатні до симбіотичної азотфіксації, що сприяє підвищенню родючості ґрунту та робить цю культуру найкращим попередником для озимих зернових [13].

Однак вирощування гороху в Україні дещо обмежене через значні втрати врожаю від шкідливих організмів, зокрема від хвороб. Недобір продукції може досягати 10 млн тонн, що становить приблизно 20 % валового збору насіння. Це свідчить про те, що навіть часткове запобігання втратам від фітопатогенів забезпечує підвищення продуктивності культури [23].

Отже, вивчення фітосанітарного стану посівів гороху та здійснення щорічного моніторингу, спрямованого на ідентифікацію патогенів і визначення ступеня поширення хвороб, є ключовим завданням для забезпечення стабільного врожаю [23].

Серед найбільш поширених фітопатогенів, що уражують горох в Україні, щорічно виявляють збудників аскохітозу (*Ascochyta pisi* Lib., *Didymella pinodes* Petr.), антракнозу (*Colletotrichum pisi* Pat.), іржі (*Uromyces pisi* Schroet.), борошнистої роси (*Erysiphe pisi* DC.), білої (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) та сірої (*Botryotinia fuckeliana* Whetzel) гнилей, а також комплексу кореневих гнилей (*Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn та *Aphanomyces euteiches* Drechsl.). Залежно від поширення та інтенсивності розвитку, ці хвороби можуть спричиняти втрати врожаю до 0,8 т/га [5-9, 18-19].

Мета роботи полягає у вивченні особливостей розвитку грибних хвороб гороху.

Основні завдання:

Дослідити симптоматику аскохітозу, корневих гнилей, борошнистої роси;

визначити поширення і розвиток грибних хвороб гороху;

встановити шкідливість кореневої гнилі;

вивчити видовий склад насіннєвої інфекції гороху.

Об'єкт дослідження: рослини гороху та збудники їх грибних хвороб, насіння.

Предмет дослідження: агрокліматичні умови, симптоматика, поширення і розвиток грибних хвороб, шкідливість кореневої гнилі.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Народногосподарське значення гороху

Горох – надзвичайно перспективна харчова, кормова й агротехнічна культура. Він містить у своєму складі білок з незамінними амінокислотами (лізин та триптофан), дефіцит яких спостерігається в зернових злакових культурах [54]. Цінність гороху також зумовлена високим вмістом поживних речовин та біоактивних сполук. Ця зернобобова культура багата на харчові волокна, є джерелом мінеральних речовин (зокрема кальцію, заліза та цинку) і вітамінів (каротиноїдів та фолієвої кислоти) [69].

Горох здатен накопичувати в ґрунті до 50 кг/га біологічно фіксованого азоту, а також засвоювати поживні речовини навіть із важкодоступних сполук. Його вирощування суттєво підвищує врожайність сільськогосподарських культур у сівозміні, зокрема зернових колосових та буряків цукрових [21].

За даними китайських вчених [46], горох є третьою за важливістю продовольчою зернобобовою культурою у світі після квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) та нуту (*Cicer arietinum* L.). Протягом останнього десятиліття середньорічне виробництво гороху становило близько 12,9 млн т, що відповідає 15,7 % від загального світового обсягу бобових. Виробництво зеленого горошку також демонструє стабільне зростання: у 2020 році воно досягло близько 11,3 млн тонн. Більша частина світового виробництва припадає на Китай та Індію – 57 % та 29 % відповідно.

Основними регіонами вирощування польового гороху є Північна Америка, Європа, Австралія та Азія. Слід відмітити, що у 2021 році провідними країнами-виробниками цієї культури були Канада (2,3 млн т), Китай (1,5 млн т), Індія (0,9 млн т), Україна (0,6 млн т), Франція (0,6 млн т) та ін. [61].

В Україні, за даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО) [38] у 2023 році посівні площі гороху становили 150 тис. га із врожайністю 24,56 ц/га. У 2024 році ці показники зросли до 211 тис. га та 472 тис. тонн валового збору відповідно (рис. 1.1).

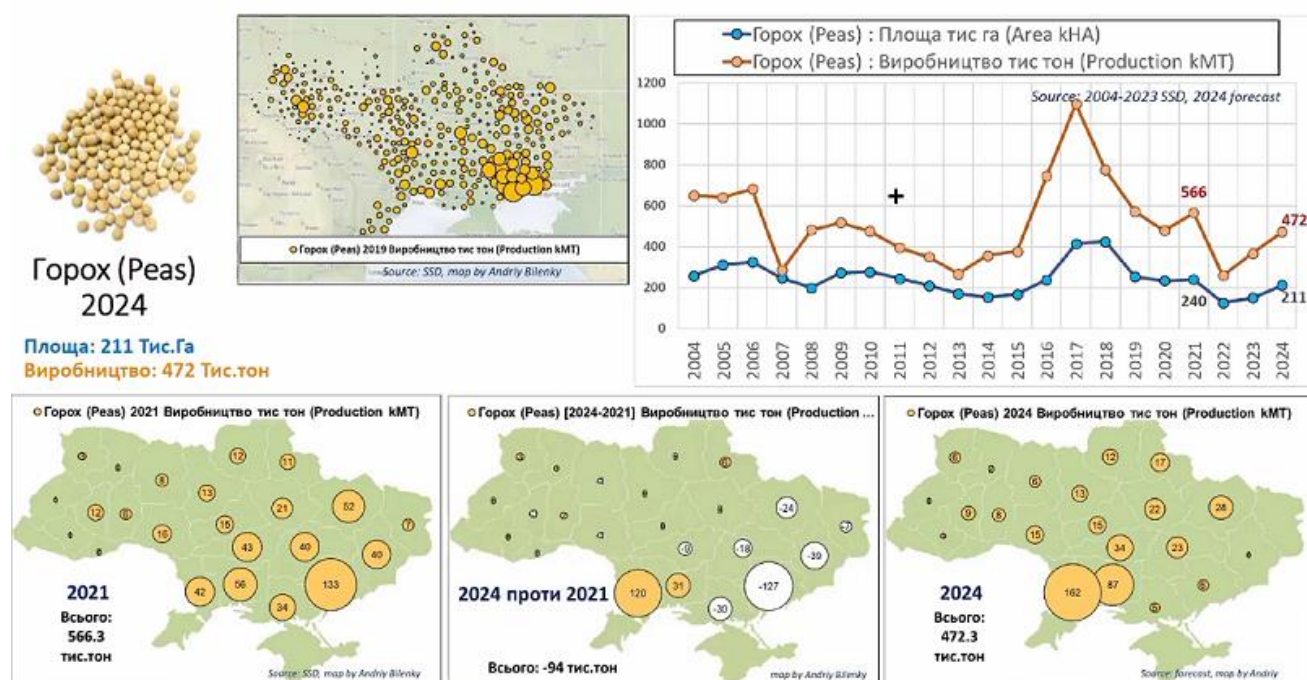


Рис. 1.1. Посівні площі гороху станом на 2024 рік [1]

Отже, комплексний підхід до використання гороху робить його вирощування не лише агрономічно вигідним, а й економічно доцільним.

1.2. Морфологічні та біологічні особливості гороху

Горох – це однорічна яра або зимуюча зернобобова культура зі стрижневою кореневою системою, головний корінь якої здатний проникати в ґрунт на глибину до 150 см і більше. Найпоширенішим видом в ґрунтово-кліматичних умовах України є горох посівний – *Pisum sativum* L. [4].

Рослина має добре розгалужену систему бічних коренів у верхньому шарі ґрунту (до 0,40 м). У місцях проникнення в корінь симбіотичних азотфіксуючих бактерій, зокрема *Rhizobium leguminosarum*, утворюються бульбочки. Ці бактерії здатні засвоювати атмосферний азот і синтезувати фізіологічно активні речовини, наприклад вітаміни групи В [57]. На кореневій системі однієї рослини гороху в середньому утворюється від 50 до 100 бульбочок, від кількості та функціональної активності яких залежить рівень майбутнього врожаю [4].

Стебло гороху округле або нечітко чотиригранне, всередині порожнисте, різної товщини. Його довжина коливається від 20 до 300 см залежно від сортових особливостей та умов вирощування. За висотою стебла розрізняють: карликові форми – нижче 50 см, напівкарликові – 51-80 см, середньорослі – 81-150 см, високорослі – 151-300 см [57].

Вузли, розміщені від першого нижнього листка до першої квітки (або боба), є непродуктивними. Їх кількість на головному стеблі – відносно стабільна сортова ознака, що характеризує тривалість вегетаційного періоду. Так, ранні сорти мають 7-11 непродуктивних вузлів, середньостиглі – 12-15, пізньостиглі – 16-21. Вузли, від яких відгалужуються квітконоси або боби, називаються продуктивними [57].

Листя гороху переважно парноперисте, складається з черешка, однієї-трьох пар листочків і непарної кількості вусиків (три, п'ять або сім). Рідше листок закінчується непарним листочком (безвусикові, акацієподібні або багатolistові форми) [57].

Колір листя також є сортовою ознакою, проте він може змінюватися залежно від фази розвитку рослини, родючості ґрунту та системи удобрення під культуру чи попередник. Забарвлення буває жовтувато-зеленим, світло-зеленим, зеленим, темно-зеленим або сіро-зеленим [57].

Горох має добре розвинені прилистки, що можуть досягати 10 см завдовжки. Суцвіття – китиця, що зазвичай несе 1-2 (рідше 3) квітки. Віночок завдовжки від 15 до 35 мм варіює за забарвленням від білого до фіолетового. Він є переважно самозапильною культурою [67].

Біб видовжений, довжиною 3,5-9,5 см, шириною 1,0-1,8 см. У ньому формується від 2 до 9 насінин діаметром 5-8 мм. За формою вони бувають кулястими або кутовими, за текстурою поверхні – гладкими чи зморшкуватими. Забарвлення зрілого насіння варіює від зеленого, жовтого, бежевого, коричневого, червоного, оранжевого до синьо-червоного, темно-фіолетового чи майже чорного, іноді з наявністю пігментних плям [67].

Горох вирізняється високою адаптивністю, що дозволяє вирощувати його в різних агроекологічних умовах, навіть в посушливих регіонах. Культура добре розвивається на ґрунтах із низьким вмістом поживних речовин, при цьому сприяє його оздоровленню. Все це робить його цінним попередником у сівозміні. Оскільки горох вступає у симбіоз із бульбочковими бактеріями, оптимальна кислотність ґрунту для їхньої активності становить рН 6,7-7,3. Лужна реакція середовища сприяє активності нітрогенази, тоді як підвищена кислотність знижує ефективність бульбочкоутворення [71].

Проростання насіння гороху починається за температури 2-5 °С, але найбільш дружні сходи спостерігаються при 14-19 °С. Оптимальна температура для вегетативного росту становить 12-16 °С, а для фаз цвітіння та формування бобів – 15-22 °С. Високі температури особливо шкідливі під час цвітіння: за показників вище 25 °С спостерігається стерильність пилку та абортів зародків, що спричиняє зменшення кількості бобів на 20-40 % [29, 36].

Хоча сходи гороху здатні переносити короткочасну посуху, дефіцит вологи у фазу цвітіння завдає культурі значної шкоди. Стрес, зумовлений такими умовами, знижує провідність продихів, вміст хлорофілу та ефективність фотосинтезу на 30-50 %, що прискорює передчасне старіння листового апарату [48].

Горох – культура довгого дня, яка для оптимального цвітіння потребує понад 12 годин світлового періоду. Скорочення фотоперіоду затримує настання цієї фази, спричиняє вкорочення міжвузлів та зумовлює аномальний розвиток прилистків. Висока густота посіву посилює конкуренцію за світло, що збільшує опадання бобів на 15-30 % внаслідок дефіциту вуглеводів [60].

Pisum sativum краще росте на добре дренованих супіщаних ґрунтах із високим вмістом органічної речовини (понад 2 %). Perezволоження спричиняє гіпоксію кореневої системи, знижуючи інтенсивність утворення бульбочок та фіксацію азоту на 40-60 %. Під час наливу бобів вологість повітря нижче 60 % або температура вище 25 °С прискорюють старіння рослин, скорочуючи період дозрівання на 5-7 днів і знижуючи врожайність на 20-35 % [60].

1.3. Технологія вирощування гороху

Сівозміна та підготовка ґрунту. Для розриву життєвих циклів збудників хвороб та оздоровлення ґрунту необхідно уникати насичення сівозміни горохом. Рекомендовано дотримуватися 3–4-річної перерви у вирощуванні цієї культури на одному полі, чергуючи її із зерновими колосовими (пшеницею або ячменем) та іншими оптимальними попередниками [71].

Якісний обробіток ґрунту перед сівбою передбачає зяблеву оранку (на глибину 25-30 см) для поліпшення аерації та створення умов для глибшого проникнення кореневої системи. Цей захід є критично важливим, оскільки корені гороху переважно зосереджені у верхньому шарі ґрунту й чутливі до його ущільнення [71].

Система удобрення повинна поєднувати внесення органічних (3-4 т/га перепрілого гною) і мінеральних добрив. Збалансоване живлення забезпечується внесенням макроелементів у співвідношенні $N:P_2O_5:K_2O = 5:7:3$ (із нормою 20-25 кг д. р./га). Добрива рекомендується розміщувати на 5 см нижче від рівня заробки насіння. Це оптимізує доступність поживних речовин на початкових етапах росту рослин [71].

Найкращими попередниками для гороху є озимі зернові культури. Високі та стабільні врожаї можна отримати також після ярих колосових, за умови дотримання технології вирощування. Кукурудза є ефективним попередником лише за умови відсутності в ґрунті залишків гербіцидів із групи триазинів. Водночас соняшник, суданська трава, сорго і рицина – незадовільні попередники через здатність значно висушувати ґрунт. Не рекомендовано висівати горох і після багаторічних чи однорічних бобових культур, оскільки вони мають спільних хвороб та шкідників [24].

Передпосівна підготовка насіння та сівба. Посів необхідно проводити лише високоякісним посівним матеріалом районованих сортів. Насіння гороху

має бути відсортованим, відкаліброваним за фракціями та характеризуватися високою енергією проростання і лабораторною схожістю (понад 90 %) [3].

Для обмеження інфекційного навантаження насіння за два тижні до висіву або безпосередньо перед ним протруюють із подальшою інокуляцією. Для передпосівної обробки застосовують фунгіцидні протруйники (Вітавакс 200 ФФ, Максим, Максим XL, Вінцит) з обов'язковим додаванням плівкоутворювачів. Інокуляцію насіння (0,8 кг/т препарату ризоторфін) проводять у день сівби, доцільно також застосовувати мікроелементи: бор (В), цинк (Zn) та молібден (Mo) [3].

Посів здійснюють в оптимальні строки за температури ґрунту +2-4 °С. Глибина загортання насіння становить 6-8 см. Для запобігання загущенню посівів норма висіву має становити від 1,1 до 1,4 млн схожих насінин на гектар, залежно від ґрунтово-кліматичної зони вирощування [3].

Добрива. Потреба гороху в елементах живлення змінюється залежно від фази розвитку. На початкових етапах онтогенезу азот (N) є визначальним для формування кореневої системи та вегетативних органів. Хоча горох здатний фіксувати атмосферний азот, внесення невеликої дози (5-8 кг д. р./га сечовини) у фазу сходів сприяє кращому приживленню рослин на ґрунтах із низьким рівнем родючості [35].

Найвища потреба у фосфорі (P) спостерігається під час цвітіння. На цьому етапі внесення цинку (Zn) разом із фосфором є критично важливим для запобігання антагонізму між цими елементами. Калій (K) стає життєво необхідним після цвітіння. Позакореневе підживлення 0,3% розчином монокалійфосфату (K_2HPO_4) через 30 днів після початку цвітіння покращує налив бобів та міцність стебла, знижуючи ризик вилягання посівів на 15-20 % [71].

Догляд за посівами. Під час сівби гороху на легких ґрунтах застосовують коткування, для цього використовують кільчасто-шпорові котки, наприклад ЗККШ-6А. Для контролю чисельності однорічних бур'янів у фазі 2-4

справжніх листків проводять досходове або післясходове боронування впоперек або по діагоналі до напрямку рядків [3].

Окрім агротехнічних заходів, використовують гербіциди. Досходово застосовують ґрунтові препарати, зокрема Дуал Голд (960 г/л S-металохлору) з нормою витрати 1,6 л/га. Для боротьби з бур'янами по вегетуючих рослинах використовують: проти злакових – Фюзілад Форте (150 г/л флуазифоп-П-бутилу) у нормі 1,0-1,5 л/га; проти дводольних – Базагран (480 г/л бентазону) – 2,5 л/га та Агрітокс (500 г/л МЦПА) – 0,5 л/га. Обробку посівів по вегетації проводять у фазі 3-5 листків культури [3].

Горох пошкоджують такі види шкідників [12], як горохова попелиця (*Acyrtosiphon pisum* Harr.), зерноїд гороховий (*Bruchus pisorum* L.), плодожерка горохова (*Laspeyresia nigricana* F.), бульбочковий довгоносик смугастий (*Sitona lineatus* L.) та інші (рис. 1.2).



Рис. 1.2. *Acyrtosiphon pisum* Harr. на листі гороху (ліворуч) та личинка *Laspeyresia nigricana* F. на пошкодженій насінині (праворуч) (фото авторки)

За перевищення економічного порогу шкідливості шкідників посіви гороху необхідно обробити інсектицидами: Актара (250 г/кг тіаметоксаму) – 0,1 кг/га, Децис Профі (250 г/кг дельтаметрину) – 0,07 кг/га, Карате Зеон (50 г/л лямбда-цигалотрину) – 0,125 л/га та ін. Для захисту гороху, вирощуваного на зелений горошок, застосовують препарати, дозволені для даного напрямку

використання, зокрема: Фастак (100 г/л альфа-циперметрину) – 0,15-0,25 л/га та Ф'юрі (100 г/л зета-циперметрину) – 0,07-0,1 л/га.

Для обмеження розвитку основних хвороб гороху в період вегетації використовують фунгіциди: Амістар Екстра (80 г/л ципроконазолу, 200 г/л азоксистробіну) – 0,5-0,75 л/га, Квадріс (250 г/л азоксистробіну) – 0,8 л/га, Кустодія (200 г/л тебуконазолу, 120 г/л азоксистробіну) – 0,8-1,0 л/га та інші препарати, внесені до “Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні” відповідного року [16].

Збирання врожаю, післязбиральна доробка. Перед збиранням гороху необхідно провести десикацію посівів, щоб отримати вологість насіння на рівні 15-16 %. Для цього застосовують такі препарати, як Реглон Супер (150 г/л диквату іону) або Везувій (150 г/л дикват диброміду) – норма витрати 2-3 л/га, Раундап Макс (450 г/л гліфосату) – 2,4 л/га та інші. Збирання врожаю слід проводити в оптимальні строки. Після збору зерно піддають первинному очищенню, сушінню та сортуванню [3].

1.4. Історія вивчення, поширення та шкідливість хвороб гороху

Кореневі гнилі. Вперше про фузаріозну кореневу гниль гороху повідомили Джонс і Дрекслер у 1927 році (США) [51]. Збудник *Aphanomyces euteiches* Drechs. був вперше описаний Джонсом у штаті Вісконсин (США) у 1925 році як небезпечний патоген кореневої системи гороху [44]. В умовах України почали вивчати у 70-х роках ХХ століття науковці кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна НУБіП України.

Кореневі гнилі спричиняють загнивання насіння та коренів, що призводить до в'янення сходів і значного зниження врожайності [28].

Мікроміцет *A. euteiches* зареєстрований на чотирьох континентах (окрім Африки) і завдає значної шкоди посівам гороху. Його здатність утворювати структури спокою – ооспори, які зберігають життєздатність у ґрунті без рослини-господаря понад десятиліття, а також широкий спектр уражуваних

видів бобових значно ускладнюють контроль цього патогена [32]. Це захворювання широко поширене в регіонах вирощування гороху та сочевиці, зокрема в Північній Америці, Європі, Австралії, Новій Зеландії та Японії [27].

Гриб *Fusarium solani* f. sp. *pisi* пригнічує загальний ріст рослин, порушуючи поглинання води та елементів живлення, що проявляється в'яненням, хлорозом листя та затримкою росту. За сильного розвитку патоген може спричинити передчасне відмирання рослин. У середньому коренева гниль гороху знижує врожайність на 10-30 %, проте за сприятливих для розвитку патогена умов можлива повна втрата врожаю [49].

Наприклад, Nain Y. et al. (2024) повідомили про масове ураження гороху збудником *F. solani* в індійському штаті Раджастхан (райони Джайпур, Сікар, Нагаур, Аджмер та Алвар). Середній показник поширення хвороби становив 23,68 %. Найвищий рівень захворюваності зафіксовано в районі Джайпур (30,25 %), далі – Аджмер (26,77 %), Алвар (22,99 %), Сікар (21,48 %) та Нагаур (16,91 %) [49].

Аскохітози. Аскохітоз – це поширена у всьому світі хвороба гороху, вперше описана в Європі у 1830 році Лібертом, який дав назву збуднику – *Ascochyta pisi*. Пізніше були описані інші гриби зі схожою симптоматикою: Берклі та Блоксамом у 1861 році, а згодом і Джонсом у 1927 році. Останній довів, що ізоляти *Mycosphaerella pinodes* та *A. pisi* можна розрізняти за їхніми морфологічними ознаками в чистій культурі [63].

Halste першим у 1893 році описав *A. pisi* як патоген, що передається через насіння [62].

Вивчення аскохітозу гороху в Україні розпочалося ще у 60-х роках ХХ століття. Основи знань про біологію збудників, їхню симптоматику, цикли розвитку, імунітет рослин, були закладені у працях українських фітопатологів, зокрема акад. Кирика М.М. – предстаника наукової школи кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна НУБіП України.

Нині аскохітоз залишається однією з найбільш шкочинних хвороб гороху. Вона призводить до зниження схожості насіння, загнивання кореневої

шийки та кореневої системи, а також до затримки росту й розвитку рослин. Сильно уражені молоді рослини відстають у рості від здорових майже у 2–3 рази, передчасно всихають, а листя на них інтенсивно опадає.

За сприятливих гідротермічних умов хвороба швидко поширюється. Частка інфікованого аскохітозом насіння в окремі роки може сягати 90 %, з яких майже 60 % повністю втрачають схожість. Продуктивність уражених рослин суттєво знижується, а недобір урожаю становить 0,24-0,34 т/га [22].

Згідно з фітосанітарним прогнозом для агроценозів України, у 2024 році в посівах гороху спостерігався помірний розвиток аскохітозу (блідо-плямистого – *Ascochyta pisi* Lib., та темно-плямистого – *A. pinodes* Jones.). У фази бутонізації – досягання бобів поширення хвороби варіювало в межах 10-45 %, а в окремих областях України (Київська, Миколаївська, Харківська) сягало 50-100 %. Ураженість бобів хворобою становила 0,5-5,0 %, насіння – 0,5-2,0 % [25].

У Франції аскохітоз спричиняв зниження врожайності на 20 % у 7 випадках із 10, у Канаді середні втрати врожаю становили приблизно 10 %, проте інколи вони сягали понад 50 %. В Австралії щорічні втрати врожаю становили ≥ 10 %, при цьому повідомлялося про випадки серйозного ураження – понад 50 % [30].

Гриби *A. pinodes* та *Phoma koolunga* є домінуючими збудниками комплексу хвороб аскохітозу в канадських преріях та Південній Австралії, тоді як *A. pisi* переважає в Північній Америці, Західній Канаді та Південній Франції. Таке поширення популяцій комплексу аскохітозу зумовлене температурним режимом, рівнем опадів, здатністю збудників до утворення хламідоспор та обміном насіннєвим матеріалом [46].

Борошниста роса. Карл Лінней (1767) заснував рід *Erysiphe*, а Огюстен Декандоль (1802) описав численні види в його межах. Ернест Салмон (1900) розділив рід *Erysiphe* на вісім видів і один підвид, класифікувавши *E. pisi* як частину *E. polygoni* DC., що охоплює 357 видів-господарів із 33 родин. Блумер визначив 15 видів у межах *E. polygoni* за Салмоном. Юнелл (1967) у Швеції підтримав концепцію Блумера через три десятиліття. Браун (1987), базуючи

свою концепцію видів переважно на морфологічних відмінностях, розділив *E. pisi* на два різновиди: *var. pisi* та *var. cruchetiana* [67].

Борошниста роса може спричинити значні втрати врожаю – від 25 до 50 %. Хвороба негативно впливає на формування біомаси, кількість бобів на рослині, продуктивність насіння та висоту стебла. Крім того, вона погіршує товарні якості зеленого горошку, оскільки прискорює досягання врожаю. Сильне ураження бобів призводить до зміни кольору насіння та зниження його технологічних характеристик, зокрема зумовлює гіркий присмак продукції [67].

Борошниста роса – одна з найбільш поширених хвороб гороху у світі. Її зареєстровано в Австралії, Канаді, Китаї, Індії, Японії, Малайзії, Іспанії, Південно-Африканській Республіці, Судані, Танзанії, Туреччині, США та багатьох інших країнах [40].

1.5. Біологічні та екологічні особливості збудників грибних хвороб гороху

Кореневі гнилі. Гриб *Fusarium solani f. sp. pisi* утворює три типи спор. Мікроконідії – дрібні, одноклітинні, еліптичної форми. Макроконідії значно більші, з перегородками, злегка вигнуті. Хламідоспори мають потовщені стінки, округлу форму та є стійкими до несприятливих умов зовнішнього середовища, що дозволяє їм зберігатися в ґрунті протягом 5 і більше років за відсутності рослини-господаря. На картопляно-декстрозному агарі (КДА) гриб формує септований розгалужений міцелій; колонії забарвлені в білий або кремовий колір. Макроконідії переважно 4–5-септовані, веретеноподібні, вигнуті, розміром $32\text{--}41 \times 5\text{--}7$ мкм. Мікроконідії мають овальну або еліпсоїдну форму, розміри – $12\text{--}17,5 \times 2,5\text{--}4,5$ мкм [49].

Абіотичні чинники, такі як температура, вологість повітря та ґрунту, кількість опадів, суттєво впливають на виживання, розмноження та вірулентність *F. solani f. sp. pisi*. Види роду *Fusarium* найбільш активні за помірних і високих температур та умов високої вологості ґрунту [50].

Yogita Nain експериментально встановив, що підвищення температури з 10 °C до 30 °C суттєво збільшує ступінь ураження кореневими гнилями та інтенсивність прояву симптомів на листках гороху. Також встановлено, що розвиток *Rhizoctonia* та *Fusarium* spp. активізується за температури 24-32 °C та вологості ґрунту 70-80 %. Водночас *F. avenaceum* частіше домінує в прохолодні та вологі роки, тоді як *F. solani* віддає перевагу сухим і спекотним умовам [50].

Aphanomyces euteiches є гомоталічним видом, що утворює статеві ооспори, а також безстатеві зооспорангії із зооспорами (первинними та вторинними) на несептованих гіфах. Цей збудник має характерні товстостінні, сферичні ооспори, які є основним джерелом первинної інфекції у ґрунті. Із зооспорангіїв, що розвиваються з ооспор, вивільняються зооспори, які здатні пересуватися у ґрунтовому розчині та інфікувати кореневі тканини [72].

Оптимальними умовами для проростання зооспорангіїв та вивільнення зооспор є важкі глинисті ґрунти за температури 23-24 °C. Для переміщення зооспор до рослини-господаря необхідна наявність вільної вологи в ґрунтовому профілі. Саме тому первинні симптоми ураження найчастіше з'являються у низинах полів, на ділянках із незадовільним дренажем або високим вмістом глини [72].

Аскохітози. Збудники аскохітозу гороху характеризуються схожою симптоматикою ураження рослин, проте відрізняються морфологією спор, особливостями росту на живильних середовищах, структурами спокою та продукованими токсинами.

Гриб *Didymella pisi* (син. *Ascochyta pisi*) є гетероталічним видом. Він не утворює хламідоспор, але формує кулясті коричневі пікніди на листках та рослинних рештках. Колонії на вівсяному агарі продукують рясні пікніди з ексудатом конідій морквяно-червоного кольору. Патоген синтезує аскохітин – метаболіт, що має виражену фітотоксичну дію на види роду *Pisum*, що зумовлює його патогенність [53].

Збудник темно-плямистого аскохітозу *Didymella pinodes* (син. *Peyronellaea pinodes*) є гомоталічним видом. У культурі він продукує пікніди та

хламідоспори, які розміщуються поодинокі або ланцюжками. На рослинних рештках гриб утворює псевдотеції, що містять аскоспори. На картопляно-декстрозному агарі колонії мають сірий колір із нерегулярним розташуванням пікнід. Самі пікніди майже кулястої форми та містять гіалінові несептовані конідії [53].

За результатами досліджень Sivachandrakumar N. T. [62], проростання конідій *P. pinodes* розпочинається через 2 години після інокуляції (за температури 18 °C), формування апресоріїв – через 4 години, а проникнення гіф у тканини рослини – через 8 годин (у діапазоні температур 15-30 °C). Оптимальною температурою для розвитку патогену є 20 °C. Автор також встановив, що для проростання конідій необхідна наявність вологи протягом щонайменше двох годин. Експерименти за постійних температур (5, 10, 15, 20, 25 та 30 °C) при відносній вологості повітря 60-70 % показали, що інфікування рослин було найбільш інтенсивним при 20 °C. Якщо період зволоження тривав менше 6 годин, розвиток хвороби був обмеженим, тоді як триваліші періоди (від 12 до 72 годин) суттєво підвищували ступінь ураження.

Chen W. *et al.* повідомляють, що інфікування бобів *P. pinodes* активізується при температурі 24-30 °C. Дослідження, проведені в Індії (Pushpinder P. S. *et al.*), показали, що для *A. pisi* оптимальною є температура 25 °C (максимальна – 32 °C), при якій тяжкість ураження сягала 67 % за умови зволоження тривалістю 12-24 години [58].

Отже, поширенню аскохітозу сприяють умови підвищеної вологості та помірні температури.

Борошниста роса. Гриб *Erysiphe pisi* DC., що спричиняє борошнисту росу гороху, є септованим, ектофітним облігатним паразитом. Він формує білуватий міцелій та гіалінові конідії. Колонії гриба зазвичай локалізуються на нижньому боці листків, а також на черешках і стеблах. Міцелій розвивається на поверхні рослини-господаря: спочатку він білого кольору, проте згодом набуває коричневого, а згодом сірого відтінку в міру дозрівання [66].

Конідії патогену мають характерні морфологічні ознаки: вони утворюються поодинокі, містять вакуолі, зернисту цитоплазму та можуть бути подовженими або яйцеподібними. Крім того, гриб формує клейстотеції – кулясті або сплюснуто-кулясті структури діаметром приблизно 90 мкм. Придатки клейстотеції міцеліовидні, колінчасті, коричневого кольору, з перегородками або без них. Їх кількість коливається від 8 до 12, вони мають гнучку форму, а їх довжина досягає 500 мкм. В одній аспі зазвичай міститься від 3 до 6 аскоспор яйцеподібної форми розміром $18\text{--}21 \times 15\text{--}18$ мкм [66].

Патоген поширений переважно в регіонах із сухими й теплими днями та нічними температурами, що опускаються до рівня точки роси або нижче. Зазвичай розвиток хвороби припадає на кінець вегетаційного періоду, досягаючи свого піку розвитку у фазу формування бобів [67].

Jamal Y. *et al.* стверджують, що *Erysiphe pisi* адаптований до широкого спектра екологічних умов, проте певні чинники суттєво сприяють його росту та вірулентності. Оптимальний діапазон температур для розвитку міцелію становить $25\text{--}30$ °C; за цих же показників спостерігається інтенсивне утворення конідій. Хоча міцелій не витримує температури нижче 0 °C, конідії зберігають життєздатність при зниженні температури до 10 °C. Висока вологість повітря є обов'язковою умовою для розвитку гриба, а інтенсивне спороутворення відбувається за температури $25\text{--}30$ °C та pH $5,5\text{--}7,0$. Варто зазначити, що проростання конідій зупиняється, якщо відносна вологість повітря падає нижче рівня насичення [43].

1.6. Стан вивчення заходів захисту гороху від грибних хвороб

1.6.1. Стійкість сортів

Використання генетичною стійкості рослин гороху є досить ефективним, економічно вигідним та екологічно безпечним методом контролю розвитку грибних хвороб.

Згідно Державного реєстру сортів рослин України придатних до поширення на 2026 рік, найстійкішими до корневих гнилей (бал стійкості 9) у зоні Лісостепу є такі сорти: Аватар, Алоїз, Аякс, Вельвет, Галактик, Грінвей, Капітан, Карені, Карпати, Люмп, Мікка, Обрій, Остінато, Протін, Рейн, Саксон, Торпедо, Хамелеон. Найбільш стійкими сортами гороху до аскохітозу є Гайдук – 8,8 бала та Есо – 8,7 балів. Стійкістю до пероноспорозу вирізняються Галактик, Рейн і Торпедо. До антракнозу стійкі сорти: Босфор, Есо – 8,7 балів та Гайдук – 8,6 балів [2].

Згідно з дослідженнями Margit Olle та Pille Sooväli, найвищий ступінь ураження аскохітозом спостерігається у сортів гороху Vitra та Onward, а найнижчий – у Bruno та Clara. Найбільш сприйнятливим до несправжньої борошнистої роси (збудник – *Peronospora viciae* (Berkeley) de Bary) виявився сорт Vitra, найменш ураженим – Bruno. Сортом, що продемонстрував найвищу схильність до білої гнилі (склеротиніозу, спричиненого *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), був Onward [52].

Як зазначають Fondevilla S. та Rubiales D., на сьогодні в генофонді гороху описано лише три гени (er1, er2 та Er3) стійкості до борошнистої роси, з яких у селекційних програмах найчастіше застосовується лише er1 [39].

Ген er1 забезпечує повну або високу стійкість до борошнистої роси в більшості кліматичних умов. Механізм його захисної дії полягає в швидкій реакції рослини на спробу проникнення патогену. У точці контакту клітина епідермісу формує папілу – потовщення клітинної стінки, насичене калозою. Внаслідок цього гриб формує апресорії, проте не може проникнути в клітини епідермісу або зупиняється відразу після проникнення, через що вторинні гіфи не утворюються [39, 65].

Ген er2 є менш надійним через залежність від температурних умов та віку рослини. Повна стійкість проявляється лише за температури близько 25 °C або на старому листі, коли спрацьовує механізм гіперчутливості, що дозволяє стримати розвиток інфекції [64].

Ген Er3 був виділений із дикого родича гороху – *Pisum fulvu*, та успішно інтегрований у геном *P. sativum* шляхом схрещування. Його механізм подібний до дії гена er2, але супроводжується інтенсивнішою реакцією гіперчутливості, що забезпечує повну стійкість рослини через пригнічення розвитку патогену. Цей механізм є прикладом постаусторіальної стійкості [39, 65].

Пакистанські дослідники провели оцінку стійкості різних сортів та гібридів гороху до збудника борошнистої роси *Erysiphe pisi* DC., за результатами якої розподілили вивчені зразки за категоріями резистентності. Найвищу стійкість продемонстрував сорт Peas-2009, що мав найнижчий рівень захворюваності (лише 1,6 %); високу ефективність виявили також сорти № 267 та F-16 із показниками 3,3 % та 6,6 % відповідно. До групи вразливих віднесли сорти Green grass, VIP, Peas meto, Aleena та Azad (помірно сприйнятливі), PF-450 і Sprinter (сприйнятливі), тоді як сорти Climax та Meteor виявилися високочутливими – рівень їхнього ураження сягав близько 74 % [42].

1.6.2. Вплив агротехнічних заходів на розвиток хвороб

Збудники аскохітозу гороху (гриби *Peyronellaea pinodes* та *Ascochyta pisi*) здатні виживати в інфікованих рослинних рештках упродовж кількох років за відсутності рослини-господаря, тому трирічна сівозміна може суттєво зменшити інфекційне навантаження або повністю оздоровити поле. Зокрема, в Австралії для контролю аскохітозу рекомендовано п'ятирічний сівозмінний цикл та пізні строки сівби. Однак, за даними Holm F. A. *et al.*, сівозміна може мати мінімальний вплив або зовсім не впливати на ступінь розвитку хвороб, спричинених *P. pinodes*, оскільки основним джерелом інфекції часто є аскоспори, що поширюються повітрям із сусідніх полів [62].

Під час планування сівозміни слід враховувати просторову ізоляцію: посіви гороху мають бути віддалені від багаторічних бобових трав на відстань понад 1000 м.

Обробіток ґрунту є одним із ключових методів боротьби з аскохітозом. Зокрема, Bailey K. L. *et al.* зазначали, що заорювання інфікованих рослинних решток після збирання врожаю сприяє зниженню інтенсивності розвитку *P. pinodes* на початкових етапах вегетації [62].

Стійкість рослин до хвороб значно збільшується завдяки вапнуванню ґрунту та внесенню фосфорно-калійних добрив, норми внесення яких розраховують на основі його агрохімічного аналізу. Не слід забувати і про мікроелементи, такі як бор, молібден, мідь [22].

Основний обробіток залежить від попередника. Якісний передпосівний обробіток ґрунту забезпечує високу енергію проростання, польову схожість насіння та дружність сходів, що сприяє однорідності розвитку рослин. Глибока зяблева оранка з ретельною заробкою рослинних решток, на яких зимують більшість фітопатогенів, забезпечує зниження грибних і бактеріальних хвороб у наступному сезоні, включаючи аскохітози, кореневі гнилі та інші захворювання [22].

Оскільки горох – культура ранніх строків сівби, то його висівають у період настання фізичної стиглості ґрунту, одночасно з ранніми ярими зерновими культурами. Запізнення із сівбою на 10 днів від оптимальних строків призводить до зниження врожайності на 0,5-0,8 т/га. Посіви не повинні бути загущеними, оскільки це підвищує ймовірність ураження аскохітозом, сірою гниллю та борошнистою росою. Коткування ґрунту після висіву сприяє появі дружних сходів і зменшує ризик ураження насіння пліснявінням [22].

Для обмеження розвитку уражень рослин *Aphanomyces euteiches* рекомендовано впровадження науково обґрунтованої сівозміни з інтервалом між посівами гороху не менше шести-восьми років. На полях із високим рівнем інфекційного навантаження цей термін слід збільшувати. Серед інших ефективних агротехнічних заходів – вирощування культури на добре дренованих ділянках та запобігання переущільненню ґрунту. Відмічено, що внесення органічних добрив (гною) сприяє зниженню симптомів хвороби, що зумовлено утворенням аміаку та азотистих сполук. Крім того, на розвиток

кореневої гнилі афаноміцетної природи суттєво впливають фізико-хімічні властивості ґрунту, зокрема вміст глини, рівень рН та концентрація кальцію [68]. У своїх дослідженнях Neuman F. *et al.* підтвердили пригнічувальну дію кальцію: було встановлено, що утворення зооспор *A. euteiches* інгібується навіть за субмілімолярних концентрацій цього елемента, тоді як ріст міцелію в таких же умовах залишається незмінним [41].

1.6.3. Фунгіцидний захист

Контроль аскохітозу здійснюється комплексом заходів: фунгіцидне протруювання насіння, застосування позакорневих підживлень і обробки по вегетації рослин гороху, агротехнічні методи, зокрема дотримання сівозміни. Для обмеження розвитку цієї хвороби ефективно використовують фунгіциди, зокрема на основі манкоцебу, хлороталонілу, беномілу, карбендазиму та тіабендазолу. Ці препарати мають як профілактичні, так і терапевтичні властивості проти комплексу збудників аскохітозу, забезпечуючи тривалий захисний ефект [17, 45].

Дослідження Nargis Nazir [51] щодо впливу фунгіцидів на *Fusarium solani* показали, що карбендазим 50 WP максимально пригнічує ріст гриба (91,06 %). Дещо меншу ефективність мають Каптан 50 WP (87,40 %) та комбінований препарат на основі метираму + піраклостробіну 60 WG (73,98 %). Також було встановлено, що поєднання протруювання насіння карбендазимом 50 WP із висіванням на підняті грядки є найбільш ефективним методом захисту. Цей підхід забезпечує мінімальні показники поширення (10,97 %) та інтенсивності захворювання (2,89 %) за максимальної врожайності – 89,63 ц/га. Для порівняння, на контрольних ділянках захворюваність становила 65,06 %, інтенсивність ураження – 33,29 %, а врожайність була значно нижчою – 55,17 ц/га [51].

Доведено ефективність деяких комерційних фунгіцидів, які при нанесенні на насіння пригнічують розвиток *Aphanomyces euteiches* та сприяють підвищенню польової схожості гороху. Зокрема, фосетил-алюміній, що є

специфічним фунгіцидом проти ооміцетів, продемонстрував високу ефективність проти *Peronospora viciae*, *Pythium* spp. та *A. euteiches*. Піраклостробін застосовують для протруювання насіння бобових культур проти комплексу корневих гнилей, спричинених *A. euteiches*, *Rhizoctonia solani* та *Phytophthora medicaginis*, шляхом блокування клітинного дихання патогенів. Етабоксам при обробці насіння також ефективно пригнічує розвиток корневих гнилей, викликаних *Phytophthora* spp., *Pythium* spp. та *A. euteiches* [44].

Для контролю борошнистої роси переважно застосовують сірковмісні сполуки. Різні фунгіциди впливають на гриб на різних стадіях життєвого циклу або через різні фізіологічні механізми, зокрема: порушення поділу клітин (беноміл, карбендазим), пригнічення синтезу клітинної стінки та порушення функцій мембран (тріадименол, фенарімол, тридеморф), а також інгібування проростання спор (хлорталоніл) [65].

Deshmukh N. J. *et al.* провели польові дослідження ефективності фунгіцидів проти борошнистої роси гороху, спричиненої *Erysiphe pisi*, на сорті Arkel. Зокрема, триразове застосування гексаконазолу та пропіконазолу забезпечує найнижчий ступінь ураження (17,78 % та 21,42 % відповідно) [37].

Ahiladevi P. та Prakasam V. протягом двох років (2012-2013 рр.) проводили польові дослідження на дослідній станції садівництва в Уті (штат Тамілнад, Індія). Крім застосування карбендазиму (50 % WP), оцінювали ефективність сірки в дозах 1500, 1875, 2500 та 3000 г/га. Результати засвідчили, що внесення сірки в межах 1875-2500 г/га ефективно обмежує розвиток борошнистої роси. При цьому навіть за підвищення дози до 5000 г/га фітотоксичного впливу на культуру не спостерігалось [26].

Водночас застосування хімічних засобів захисту є не лише економічно витратним, а й суворо регламентованим у багатьох країнах Європи, оскільки накопичення залишків фунгіцидів у ґрунті та ґрунтових водах є актуальною екологічною проблемою.

Відповідно до стратегій «Європейського зеленого курсу» у сільському господарстві передбачено значне скорочення пестицидів (на 50 % до 2030

року), добрив та антибіотиків (на 25 % до 2030 року). Окрім цього буде обмежено доступ на європейський ринок товарів із країн, що не дотримуються норм екологічного законодавства ЄС. Відтак, пошук альтернативних та екологічно безпечних методів контролю патогенів є важливим завданням для сучасного агросектору [33].

1.6.4. Використання біологічних препаратів

Біологічний метод захисту рослин останнім часом набуває дедалі більшого поширення, що зумовлено його мінімальним негативним впливом на довкілля та здатністю оздоровлювати ґрунт. Він передбачає використання живих організмів (бактерій, грибів, нематод або комах) для пригнічення фітопатогенів. Однією з найпоширеніших стратегій є інтродукція або збільшення чисельності корисних мікроорганізмів у ризосфері, що конкурують із патогенами за ресурси живлення та простору, обмежуючи їхній ріст і розвиток. Крім того, окремі біоагенти синтезують антибіотики або ферменти, здатні безпосередньо пригнічувати життєдіяльність або руйнувати клітинні структури патогенів [10].

Мікробіологічні засоби захисту стимулюють ріст і розвиток рослин гороху завдяки мобілізації фосфатів, синтезу фітогормонів та підвищенню поглинальної активності кореневої системи. Також вони сприяють підвищенню стійкості рослин до несприятливих абіотичних і біотичних чинників: знижують фітотоксичну дію пестицидів, обмежують ураження хворобами й пошкодження шкідниками, а також підвищують стійкість до дефіциту вологи та температурних коливань [11].

За даними О. Є. Марковської та ін., застосування біофунгіциду Мікохелп (2,5 л/т) як протруйника зменшує розвиток насінневої інфекції, спричиненої блідо-плямистим аскохітозом (*Ascochyta pisi*), на 11,3-14,9 % [15].

Bassam Y. I. *et al.* у своїх дослідженнях встановили, що антиоксиданти в концентрації 50–200 мг/л знижують ріст *R. solani*. Обробка насіння гороху

саліциловою кислотою значно зменшує частоту ураження насіння (до 8,6 %) та коренів (до 45,7 %) [31].

Nargis Nazir в умовах *in vitro* перевірила ефективність чотирьох біологічних агентів (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Bacillus subtilis* та *Pseudomonas fluorescens*) проти *Fusarium solani*, що спричиняє кореневу гниль гороху. Встановлено, що найвищий рівень інгібування росту міцелію патогену продемонстрував *T. harzianum* (82,62 %), далі – *T. viride* (78,35 %), *B. subtilis* (71,64 %) та *P. fluorescens* (65,85 %) [51].

Деякі ґрунтові бактерії діють як антагоністи, пригнічуючи ріст міцелію *A. euteiches* та проростання зооспор при внесенні у складі протруйників. Зокрема, дикі штами *Pseudomonas* spp. пригнічують ріст гриба на живильних середовищах, що вказує на їхній потенціал у біологічному контролі. Обробка насіння мікопаразитом *Clonostachys rosea* (Link) Schroers значно зменшує ступінь ураження кореневими гнилями, але він неефективним проти *A. euteiches* [44].

У дослідженнях Deshmukh N. J. *et al.* було встановлено, що всі обробки біопрепаратами шляхом обприскування ефективно зменшували розвиток борошнистої роси та сприяли підвищенню врожайності насіння. Серед шести випробуваних агентів триразове застосування *Trichoderma harzianum* та *Trichoderma hamatum* виявилось найефективнішим у стримуванні хвороби та підвищенні продуктивності культури [37].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Агрокліматичні умови проведення досліджень

Полеві дослідження проводили у період вегетації гороху, в травні-липні 2025 року, на базі Білоцерківської дослідної станції ТОВ «Сингента» (Київська область, с. Мала Вільшанка, відділок «Селекційний»). Динаміку розвитку грибних хвороб вивчали на рослинах сорту Гайдук (рис. 2.1). Лабораторні дослідження проводили в умовах проблемної науково-дослідної лабораторії «Мікології і фітопатології» кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна НУБіП України.



Рис. 2.1. Загальний вигляд посіву гороху сорту Гайдук (фото авторки)

Агрокліматичні умови у період проведення досліджень згідно з даними метеостанції, протягом травня-липня висвітлено у таблиці 2.1. Середньодобова температура повітря у першій декаді травня становила 11,7 °С, у другій – 10,3 °С, у третій – 16,3 °С. У червні ці показники за декадами дорівнювали відповідно 21,2 °С, 16,7 °С та 17,2 °С, у липні – 21,8 °С, 19,8 °С та 23,9 °С. Максимальна температура травня сягала 28,3 °С (мінімальна – 1,5 °С), червня – 31,6 °С (7,6 °С), липня – 33,4 °С (10,2 °С).

Таблиця 2.1. Агрокліматичні умови зони проведення досліджень
(за даними метеостанції iMETOS 3.3)

Показник, що вивчається	Травень			Червень			Липень		
	I декада	II декада	III декада	I декада	II декада	III декада	I декада	II декада	III декада
Середнє значення добової t, °C	11,7	10,3	16,3	21,2	16,7	17,2	21,8	19,8	23,9
Максимальна температура, °C	28,3			31,6			33,4		
Мінімальна температура, °C	1,5			7,6			10,2		
Середня вологість повітря, %	70,7	83,9	87,6	77,8	82,8	83,0	73,1	81,4	85,7
Сума опадів, мм	17,8	26,6	49,2	10,4	16,4	12,6	0	17,0	6,0
Середнє значення точки роси, °C	5,2	6,9	13,6	16,4	13,1	13,6	15,8	15,5	18,6

Середня відносна вологість повітря у першій декаді травня становила 70,7 %, у другій – 83,9 %, у третій – 87,6 %. У червні за відповідними декадами вона дорівнювала 77,8 %, 82,8 % та 83,0 %, у липні — 73,1 %, 81,4 % та 85,7 %.

Сума опадів у травні становила 93,6 мм (17,8; 26,6 та 49,2 мм за декадами), у червні – 39,4 мм (10,4; 16,4 та 12,6 мм), у липні – 23,0 мм (0; 17,0 та 6,0 мм). Середні значення точки роси за декадами травня становили 5,2; 6,9 та 13,6 °C; у червні – 16,4; 13,1 та 13,6 °C; у липні – 15,8; 15,5 та 18,6 °C.

Отже, агрометеорологічні умови вегетаційного періоду були сприятливими для розвитку збудників грибної етіології. Травень характеризувався значною кількістю опадів (93,6 мм) за помірних температур (середньодобова – 12,8 °C), що сприяло проростанню спор і первинному інфікуванню посівів гороху. У червні кількість опадів була помірною (39,4 мм), а середньодобова температура повітря (18,4 °C) забезпечувала поширення інфекції та інтенсивне ураження рослин. Липень виявився посушливим із високим температурним режимом (опадів – 23,0 мм, середня температура – 21,8 °C), що дещо стримувало розвиток патогенів.

2.2. Методика проведення досліджень

Діагностику хвороб здійснювали за комплексом ознак, які наведені у спеціалізованій літературі [5-9, 18-19]. За потреби здійснювали мікроскопічний аналіз фітопатогенних грибів [5-9]. Для цього використовували бінокляр марки MS-217 та мікроскоп типу Olympus CX31.

Поширення та інтенсивність розвитку хвороб листкового апарату й кореневих гнилей гороху оцінювали у фази цвітіння, формування бобів, наливу насіння та повної стиглості. Під час кожного обліку відбирали 25 рослин (по п'ять із кожної ділянки) та оцінювали ступінь їхнього ураження.

Поширення хвороб (P , %) визначали за формулою:

$$P = \frac{n \cdot 100}{N}, \quad (2.1)$$

де n – кількість уражених рослин;

N – загальна кількість рослин у пробі.

Інтенсивність розвитку хвороб (R , %) розраховували за формулою:

$$R = \frac{\Sigma(a \cdot b)}{N \cdot K} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де $\Sigma(a \cdot b)$ – сума добутків кількості уражених рослин на відповідний їм бал ураження;

N – загальна кількість рослин в обліку;

K – найвищий бал шкали обліку.

Ступінь ураження гороху аскохітозом на стеблах і листках оцінювали за 6-бальною шкалою, запропонованою Barbetti M. J. *et al* [30]: 0 – рослини здорові (контроль); 1 – помітні незначні симптоми на прикореневій частині стебла; 2 – уражено нижніх 25 % довжини стебла та листя; 3 – уражено нижніх

50 % довжини стебла та листя; 4 – уражено нижніх 75 % довжини стебла та листя; 5 – уражено 100 % стебла та листя.

Ступінь ураження борошнистою росою оцінювали за 5-ти бальною шкалою [6]: 0 – здорові рослини (контроль); 1 – до 10 % поверхні рослини уражено; 2 – симптоми відмічено на 11-25 % поверхні рослини; 3 – симптоми помітні на 26-50 % поверхні рослини; 4 – уражено 51-75 % поверхні рослини; 5 – уражено більше 75 % поверхні рослини.

Обстеження посівів на наявність симптомів корневих гнилей проводили у фазі фази цвітіння, формування бобів і наливу насіння. Для оцінки ступеня ураження викопували по 20 рослин із чотирьох різних ділянок поля за U-подібною схемою (мінімальна відстань між ділянками – 30 м). Кореневу систему промивали під проточною водою протягом 10 хв [34].

Візуальну оцінку ступеня ураження проводили за 5-ти бальною шкалою [6]: 0 – рослини здорові (контроль); 1 – поодинокі, здебільшого поверхневі плями на прикореневій частині стебла, кореневій шийці або головному корені; 2 – плями займають до половини окружності прикореневої частини стебла чи стрижневого кореня, колір уражених ділянок варіює від світло- до темно-коричневого; 3 – темно-бурі або коричневі плями на прикореневій частині стебла чи стрижневому корені по всьому його діаметрі; можливе формування бічного пагона нижче відмерлої ділянки або додаткових малих корінців на головному корені вище місця ураження; 4 – уражена тканина прикореневої частини стебла та стрижневого кореня темніє і розм'якшується; бічні корінці відмирають, що призводить до хлорозу, в'янення та загибелі рослин.

Для вивчення насінневої інфекції гороху використовували загальноприйняті фітопатологічні методи [7, 20, 55-56] та ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості».

Насіння гороху сорту Гайдук розділили на дві групи: перша – без дезінфекції; друга – поверхнево дезінфікована 1 % розчином гіпохлориту натрію (експозиція 2 хв) із подальшим трикратним промиванням стерильною

водою. По 20 насінин розміщували у стерильні чашки Петрі (діаметр 90 мм) на шар зволоженого фільтрувального паперу [20, 70].

Дослід включав 4 повторності (чашки Петрі) для кожного варіанта (рис. 2.2).

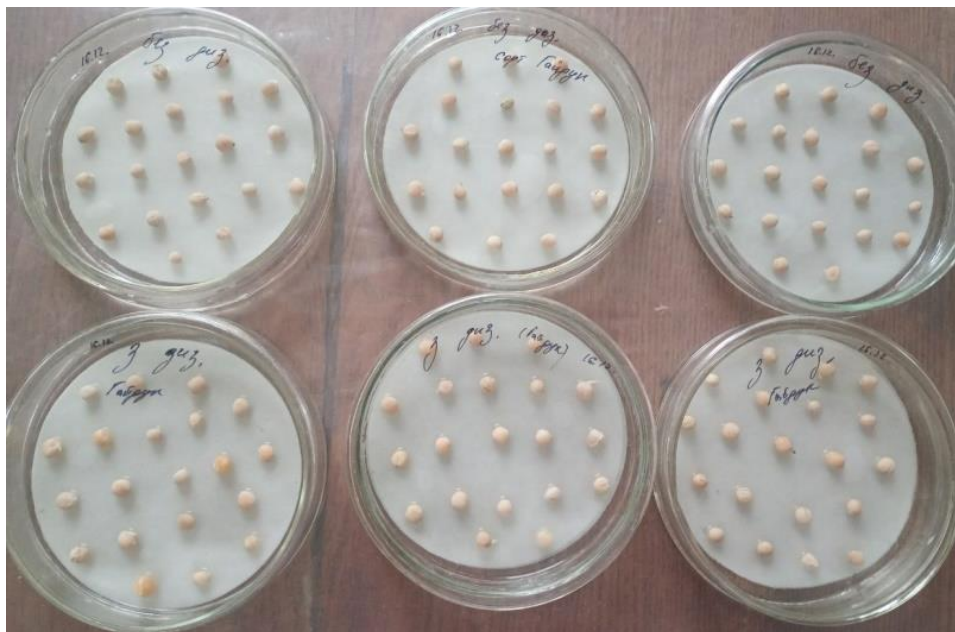


Рис. 2.2. Визначення ступеня ураження насіння гороху фітопатогенами методом вологих камер (фото авторки)

Чашки Петрі інкубували за температури $+22 \pm 2$ °C протягом 7 діб; у разі потреби здійснювали додаткове зволоження.

Ідентифікацію патогенів виконували за загальноприйнятими методиками [20]. Статистичну обробку отриманих даних здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Особливості проявлення грибних хвороб гороху

Захворювання грибної етіології часто візуально є мінливими, тому важливо вчасно та правильно діагностувати хворобу та визначити її збудника. Отримані дані необхідні для коректного застосування заходів захисту рослин.

Під час аналізування рослин гороху (Київська обл.) було ідентифіковано кореневі гнилі. Уражені екземпляри значно відставали в рості та мали пожовкле листя. На початкових етапах розвитку у нижній частині стебла формувалися коричневі виразки, які з часом поширювалися і на коріння (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Симптоми кореневої гнилі: виразки в прикореневій частині стебла та на корінні гороху (фото авторки)

За сильного ураження коріння набувало темно-коричневого кольору, а в зоні кореневої шийки відмічалось потоншення тканин та утворення невеликих перетяжок. Також спостерігалось зменшення кількості бічних корінців (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Симптоми кореневої гнилі на рослині гороху (фото авторки)

Під час лабораторної діагностики було встановлено, що збудниками корневих гнилей на різних зразках гороху є гриби *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn та *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* (Linford) Snyder & Hansen (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Міцелій гриба *Rhizoctonia solani* (ліворуч) та макронідії *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* (праворуч), фото авторки

Під час маршрутних обстежень посівів гороху у 2025 році в Київській області було зафіксовано проявлення аскохітозу у вигляді плямистостей на листках, стеблах і бобах.

За ураження рослин гороху збудником темно-плямистого аскохітозу (гриб *Didymella pinodes* Petr.) на їхній надземній частині виникали коричневі плями з чіткими краями. На стеблах вони мали вигляд розпливчастих видовжених плям із темно-коричневою облямівкою, які місцями зливалися між собою (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Рослина гороху з симптомами темно-плямистого аскохітозу
(фото авторки)

На листках відмічали округлі темні плями зі світлішими краями; на їхній поверхні утворювалося конідіальне спороношення збудника, представлене чорними пікнідами.

При світло-плямистому аскохітозі (зб. *Ascochyta pisi* Lib.) на листі та бобах відмічено округлі блідо-коричневі плями, що варіювали за розміром і були оточені темно-коричневою облямівкою (рис. 3.5). На їхній поверхні також спостерігалися пікніди.



Рис. 3.5. Симптоми світло-плямистого аскохітозу на листках (ліворуч) та бобах гороху (праворуч) (фото авторки)

Пікноспори *A. pisi* – видовжені, із заокругленими кінцями, з перегородкою, гіалінові (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Пікноспори *Ascochyta pisi* (x800), (фото авторки)

Також у посівах гороху нами виявлено борошнисту росу (зб. *Erysiphe pisi* DC.). Вона проявлялася у вигляді невеликих розсіяних світлих плям на нижніх,

фізіологічно старіших листках, які згодом вкривалися білим борошnistим нальотом (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Симптоми борошnistої роси на листках гороху (фото авторки)

За сильнішого ураження симптоми фіксували на всіх ярусах рослин. Уражений борошnistою россою горох дещо відставав у рості, старе листя жовтіло і з часом відмирало.

Отже, симптоми хвороб, що спостерігалися під час дослідження, збігаються з описами, наведеними в працях інших вчених, а саме: Sivachandrakumar N. T. *et al.* (аскохітози) [62], Quadros A. *et al.* (кореневі гнилі) [59] та Suresh B. C. *et al.* (борошnistа роса) [66].

Загалом під час вегетації рослин гороху нами було ідентифіковано такі патогени: *D. pinodes*, *A. pisi*, *E. pisi*, *Rh. solani*, *F. oxysporum* f. sp. *pisi*. Вони спричиняли розвиток наступних хвороб: темно-плямистий аскохітоз, світло-плямистий аскохітоз, борошnistу росу, ризоктоніозну кореневу гниль, фузаріозну кореневу гниль (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Видовий склад збудників грибних хвороб гороху

Фітопатогенний гриб	Систематичне положення	Хвороба
<i>Didymella pinodes</i> Petr.	Відділ Ascomycota Клас Dothideomycetes Порядок Pleosporales Родина Didymellaceae Рід <i>Didymella</i>	Темно-плямистий аскохітоз
<i>Ascochyta pisi</i> Lib.	Відділ Ascomycota Клас Dothideomycetes Порядок Pleosporales Родина Didymellaceae Рід <i>Ascochyta</i>	Світло-плямистий аскохітоз
<i>Erysiphe pisi</i> DC.	Відділ Ascomycota Клас Leotiomycetes Порядок Erysiphales Родина Erysiphaceae Рід <i>Erysiphe</i>	Борошниста роса
<i>Rhizoctonia solani</i> J.G. Kühn	Відділ Basidiomycota Клас Agaricomycotina Порядок Ceratobasidiales Родина Ceratobasidiaceae Рід <i>Rhizoctonia</i>	Ризоктоніозна коренева гниль
<i>Fusarium oxysporum</i> <i>f. sp. pisi</i> (Linford) Snyder & Hansen	Відділ Ascomycota Клас Sordariomycetes Порядок Hypocreales Родина Nectriaceae Рід <i>Fusarium</i>	Фузаріозна коренева гниль

Аналіз систематичного положення збудників мікозів рослин гороху засвідчив їх належність до відділу Ascomycota і Basidiomycota, класів Dothideomycetes, Leotiomycetes, Sordariomycetes і Agaricomycotina, родів *Didymella*, *Ascochyta*, *Erysiphe*, *Rhizoctonia* та *Fusarium*. Домінували представники класу Dothideomycetes.

3.2. Динаміка розвитку грибних хвороб гороху

Вивчення динаміки розвитку хвороб є основою для розробки прогнозу фітосанітарного стану посівів із урахуванням метеорологічних умов. Від отриманих даних залежить ефективність та терміни застосування засобів захисту рослин, відповідно якість і кількість майбутнього врожаю.

Під час вегетаційного періоду гороху, що припав на травень-липень, було відмічено хвороби грибної етіології: аскохітози, кореневу гниль, борошнисту росу (рис. 3.8).

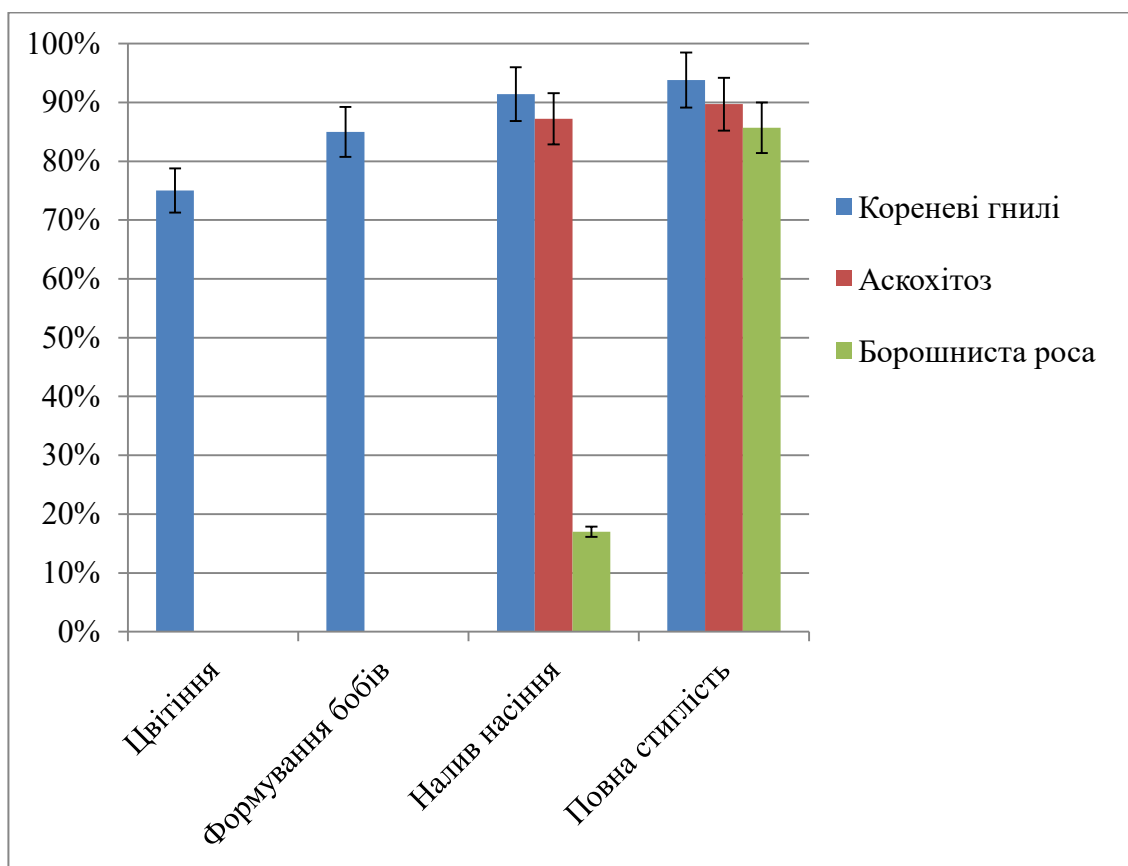


Рис. 3.8. Поширення (%) основних грибних хвороб гороху (сорт Гайдук, Київська обл., 2025 р.)

Перший облік проведено у фазу цвітіння (8 червня 2025 р.), під час якого було виявлено лише кореневу гниль. Її поширенням становило 75 % за інтенсивності розвитку 37,5 %. Наступний облік, через тиждень (15 червня 2025

р.), показав, що поширення кореневої гнилі зросло до 85 %, тоді як показник розвитку залишався на тому ж рівні.

У фазу наливу насіння (28 червня 2025 р.) відмічено прояв і інших хвороб. Поширення кореневої гнилі становило 91,4 %, аскохітозу – 87,2 %, борошнистої роси – 17,0 %; показники розвитку хвороб склали 37,7 %, 21,7 % та 3,4 % відповідно.

У фазу повної стиглості (5 липня 2025 р.) розвиток усіх хвороб досягнув свого піку, а поширення корневих гнилей становило 93,8 %, аскохітозу – 89,7 %, борошнистої роси – 85,7 % (рис. 3.9).

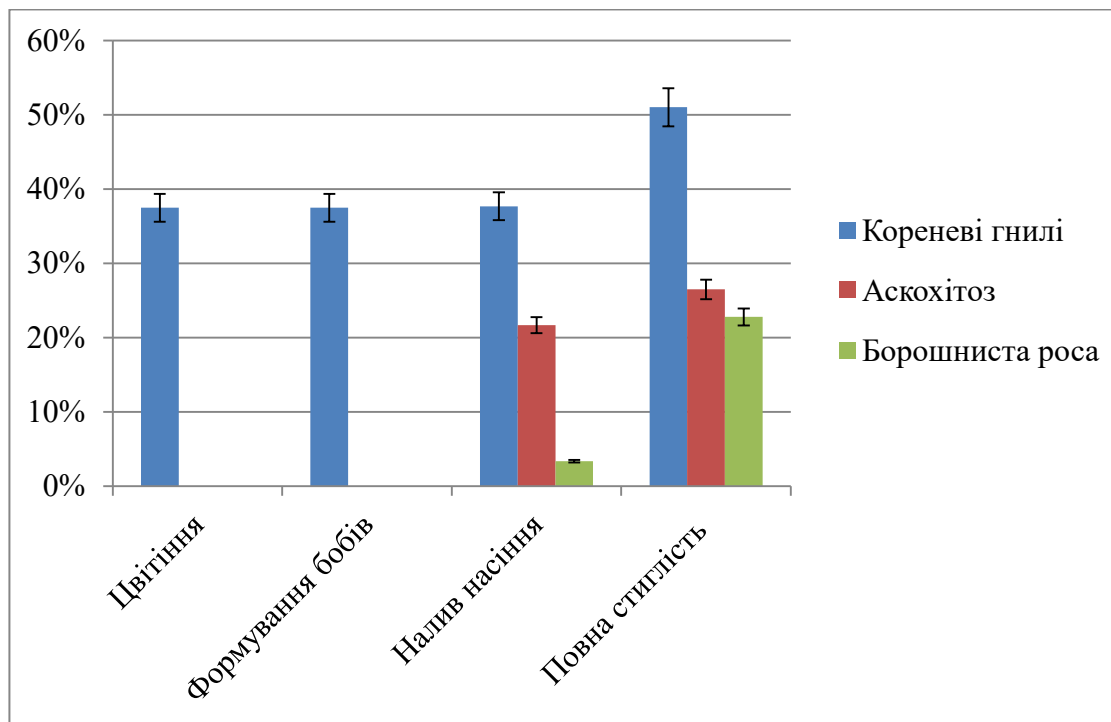


Рис. 3.9. Динаміка розвитку (%) грибних хвороб гороху на рослинах сорту Гайдук (Київська обл., 2025 р.)

Отже, під час вегетації гороху в умовах Київської області у 2025 році інтенсивного розвитку набули: кореневі гнилі (поширення – 93,8 %, розвиток – 51,0 %); аскохітоз (87,2 % і 21,7 %); борошниста роса (85,7 % і 22,8 % відповідно) [14]. Отримані результати досліджень важливі для вдосконалення

короткострокового прогнозу хвороб та оптимізації системи захисту посівів гороху.

3.3. Шкідливість кореневої гнилі гороху

Оцінка шкодочинності хвороб гороху є необхідною умовою для точного прогнозування втрат урожаю та визначення зниження товарної якості насіння.

Під час обліку поширення та розвитку комплексу грибних хвороб гороху було встановлено залежність між ступенем ураження кореневими гнилями та біометричними показниками рослин, зокрема їхньою висотою. Так, у фазу наливу насіння середня висота рослин на контролі (здорові рослини) становила 68,5 см. Натомість при ураженні кореневими гнилями показник висоти рослин знижувався пропорційно до ступеня розвитку інфекції: за слабого ураження (1 бал) він становив 64,8 см, за помірного (2 бали) – 51,5 см, за сильного (3 бали) – 45,5 см, а за інтенсивного ураження (4 бали) – 38,4 см (рис. 3.10, таблиця 3.2).



Рис. 3.10. Загальний вигляд рослин гороху, у різному ступені уражених кореневою гниллю (фото авторки)

Таблиця 3.2. Вплив ступеня ураження рослин гороху кореневою гниллю на висоту рослин

Ступінь ураження	Висота рослин гороху, см
Контроль (здорові рослини)	68,5±0,4
Слабке ураження (1 бал)	64,8±1,7
Помірне ураження (2 бали)	51,5±2,6
Сильне ураження (3 бали)	45,5±1,9
Інтенсивне ураження (4 бали)	38,4±2,3

Варто зазначити, що за інтенсивного ступеня ураження висота рослин була на 44 % меншою порівняно з контролем. Отримані результати свідчать про негативний вплив збудників грибних хвороб на ріст вегетативних органів, що в подальшому зумовлює зниження кількості та якості врожаю.

3.4. Вивчення насіннєвої інфекції гороху

Фітопатологічна експертиза посівного матеріалу є обов'язковою для ідентифікації патогенів, що передаються через насіння. Своєчасне виявлення зараження та заборона використання інфікованих партій насіннєвого матеріалу дозволяють мінімізувати ризик випадання сходів та зниження густоти стояння рослин на початкових етапах онтогенезу. Завдяки отриманим даним можна підібрати найбільш ефективний фунгіцидний протруйник проти конкретного патогена.

В лабораторних умовах було досліджено наявність насіннєвої інфекції гороху (рис. 3.11).

Для досліджень також було використано зразки насіння і з Одеської та Хмельницької областей.

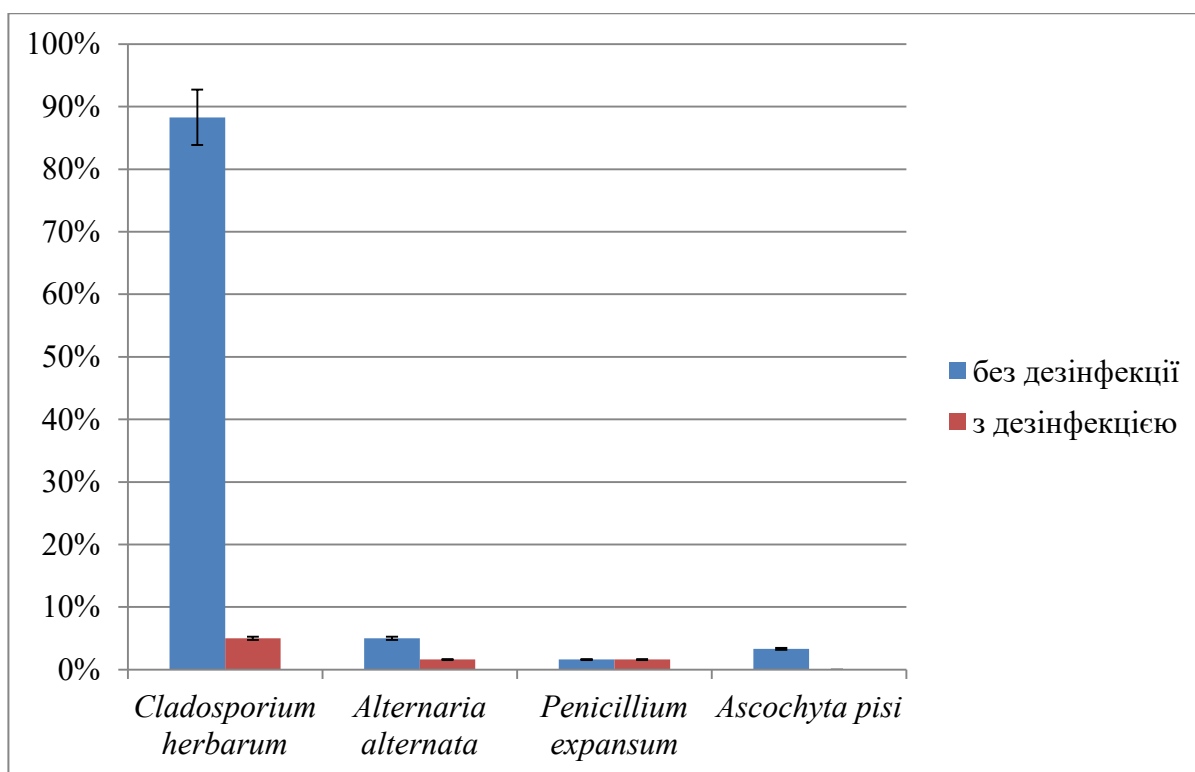


Рис. 3.11. Поширення насінневої інфекції гороху сорту Гайдук
(Київська обл., 2025 р.)

Результати аналізу показали, що домінуючим збудником у насінні гороху (Київська обл.), без дезінфекції був *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, інфікування котрим становило 88,3 % (рис. 3.12).



Рис. 3.12. Симптоми кладоспоріозу на насінні гороху (фото авторки)

Наступними за кількістю інфікованого насіння були мікроміцети *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl – 5 % і *Penicillium expansum* Link – 1,6 %.

Також виявлено 3,3 % насіння, інфікованого *Ascochyta pisi* Lib. (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Насіння гороху з пікнідами гриба *Ascochyta pisi*. (фото авторки)

Після проведення поверхневої дезінфекції частка ураженого насіння суттєво зменшилася: до 5,0 % для *C. herbarum* та до 1,6 % для *A. alternata* і *P. expansum*.

Крім того, проаналізовано насіння гороху врожаю 2025 року з Одеської та Хмельницької областей [47], табл. 3.3.

Таблиця 3.3. Поширення збудників грибних хвороб у насінні гороху, вирощеного в різних областях України, %

Назва збудника	Київська обл.	Одеська обл.	Хмельницька обл.
<i>Cladosporium herbarum</i>	5,0-88,3	-	-
<i>Alternaria alternata</i>	1,6-5,0	7,5-24,0	4,2-9,0
<i>Penicillium expansum</i>	1,6	0,2-2,5	3,2-11,5
<i>Ascochyta pisi</i>	3,3	-	-
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	-	0,5-3,0
<i>Fusarium</i> spp.	-	1,5-18,0	2,5-65,5

Аналіз зразків насіння, вирощеного в умовах Хмельницької області, дозволив виявити його інфікування *Fusarium* spp. в межах 2,5-65,5 %. Частота

трапляння *P. expansum* становила 3,2-11,5 %, *A. alternata* – 4,2-9,0 % та *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary – 0,5-3,0 %.

Насіння гороху з Одещини було інфіковане збудниками альтернаріозу (*A. alternata*.) – 7,5-24,0 %, фузаріозу (*Fusarium* spp.) – 1,5-18,0 % та пеніцильозу (*P. expansum*) – 0,2-2,5 %.

Отже, дослідження насіння гороху з Київської, Хмельницької та Одеської областей підтвердило високий рівень його інфікованості, зокрема мікроміцетами *C. herbarum* (до 88,3 %) та *Fusarium* spp. (до 65,5 %). На проаналізованих зразках виявлено і такі небезпечні фітопатогени як *A. pisi* (3,3 %) та *S. sclerotiorum* (до 3,0 %), які можуть суттєво знижувати схожість та погіршувати фітосанітарний стан посівів.

Гриби *C. herbarum* та *A. alternata* є представниками епіфітної мікобіоти, що колонізує поверхню насіння в польових умовах під час дозрівання або збирання врожаю. У наших дослідженнях їхній вплив на енергію проростання та схожість був незначним. Збудники *Fusarium* spp. у більшості випадків також перебували у формі поверхневої інфекції, що свідчить про контамінацію насіння у передзбиральний період.

Хоча епіфіти можуть не знижувати схожість насіння безпосередньо, їхня висока концентрація є індикатором несприятливих умов вирощування (наприклад, надмірних опадів у період дозрівання), що слід враховувати при виборі фунгіцидів для протруювання.

ВИСНОВКИ

1. Під час вегетації рослин гороху нами було ідентифіковано наступні гриби-фітопатогени: *Didymella pinodes* Petr., *Ascochyta pisi* Lib., *Erysiphe pisi* DC., *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn, *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* (Linford) Snyder & Hansen. Вони спричиняли розвиток таких хвороб: темно-плямистого аскохітозу, світло-плямистого аскохітозу, борошнистої роси, ризоктоніозної кореневої гнилі та фузаріозної кореневої гнилі.

2. За ураження рослин збудником темно-плямистого аскохітозу спостерігалася поява розмитих плям, що згодом набували коричнево-чорного забарвлення з чіткими краями. Світло-плямистий аскохітоз характеризувався утворенням на листках світло-коричневих округлих плям з темно-коричневою облямівкою. При кореневій гнилі (збудник *Rhizoctonia solani*) спостерігалася поява коричневих або червонуватих плям на стеблах і коренях, а за ураження мікроміцетом *Fusarium solani* f. sp. *pisi* відбувалося загнивання коренів, спочатку дрібних корінців, а потім і головного кореня. Борошниста роса проявлялася у вигляді розсіяних, світлих плям на листках і стеблах, які пізніше вкривалися білим, борошnistим нальотом.

3. Встановлено високий рівень ураження посівів гороху корневими гнилями (поширення – 93,8 %, розвиток – 51,0 %), аскохітозом (87,2 % і 21,7 %) та борошнистою росою (85,7 % і 22,8 % відповідно).

4. Виявлено залежність між шкідливістю корневих гнилей та ростовими процесами: середня висота здорових рослин у фазу дозрівання бобів становила 68,5 см, тоді як: за слабого ураження (1 бал) він становив 64,8 см, за помірного (2 бали) – 51,5 см, за сильного (3 бали) – 45,5 см, а за інтенсивного ураження (4 бали) – 38,4 см.

5. Поширеним мікроміцетом у насінні гороху, вирощеного в умовах Київської області був *Cladosporium herbarum* – 88,3 %. Аналіз зразків з Хмельниччини засвідчив домінування грибів роду *Fusarium*, рівень поширення

яких досягав 65,5 %, а в насінні з Одещини переважав *Alternaria alternata* – 24 %.

6. Досліджено внутрішню та загальну насіннєву інфекцію. Поверхнева дезінфекція дозволила знизити рівень інфікованості посівного матеріалу гороху: частка ураження *Cladosporium herbarum* зменшилася з 88,3 % до 5,0 %, а *Alternaria alternata* – з 5,0 % до 1,6 %. Натомість дезінфекція не виявила істотного впливу на розвиток гриба *Penicillium expansum*: рівень інфікованості насіння залишився незмінним і становив 1,6 % в обох випадках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головний сайт для агрономів. Посівні площі та виробництво гороху збільшаться в наступному році – прогноз. *Superagronom.com*. URL: <https://superagronom.com/news/19644-v-ukrayini-zroste-virobnitstvo-gorohu-u-2024-2025-mr--prognoz> (дата звернення: 30.12.2025).
2. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік. Київ, 2025. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (дата звернення 08.01.2026).
3. Дідур І. М., Ткачук О. П., Циганський В. І., Циганська О. І. Агробіологічне обґрунтування біологізованих систем живлення сої та гороху. Монографія. Вінниця: ТВОРИ. 2025. С. 468.
4. Іщенко В. А., Козелець Г. М., Гирка А. Д. Горох у Степу України: монографія. Київ: Аграрна наука. 2020. С. 132.
5. Кирик М. М., Піковський М. Й. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни Діагностика хвороб рослин та ідентифікація патогенів. Київ: «ЦП КОМПРИНТ», 2016. 159 с.
6. Кирик М. М., Піковський М. Й. Фітопатологічний моніторинг: Методичний посібник із загальної та сільськогосподарської фітопатології для студентів факультету захисту рослин. Київ: “ЦП КОМПРИНТ”, 2011. С. 248.
7. Кирик М., Піковський М. Діагностика хвороб насіння гороху та сої. *Пропозиція*. 2017. № 1. С. 116-120.
8. Кирик М., Піковський М. Небезпечні хвороби гороху. *Пропозиція*. 2014. № 4. С. 110-112.
9. Кирик М., Піковський М. Хвороби гороху: візуальна діагностика, особливості розвитку та заходи захисту. *Пропозиція*. 2015. № 11. С. 98-103.
10. Ковбасенко Р. В., Теслюк В. В., Шотик М. В., Ковбасенко В. М., Коломієць Ю. В., Піковський М. Й. Особливості регулювання патогенезу хвороб рослин: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2023. 320 с.

11. Лемішко, С. М., Черних С. А., Пашова В. Т. Оцінка поширення і розвитку хвороб гороху за різних абіотичних та антропічних факторів. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2021. № 122. С. 56-64. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.8>

12. Лісовий М. М. Шляхи підвищення ефективності ентомофагів основних шкідників гороху в Лісостепу України: Автореф. дис... канд. с.-г. наук : 03 00.09 / М. М. Лісовий; Нац. аграр. ун-т. К., 2001. 16 с.

13. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Алексєєв О. О. Сортові ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан і перспективи використання. Вінниця: ТВОРИ, 2022. С. 196.

14. Маньків К. І., Піковський М. Й. Особливості розвитку грибних хвороб гороху. *Інновації в агрономії – інструмент на шлях до сталого розвитку*: матеріали студ. наук.-практ. конф., Кропивницький: ХДАЕУ, 10.12.2025 р. С. 31.

15. Марковська О. Є., Дудченко В. В., Кривуцький Р. М. Продуктивність сортів гороху за використання біоінокулянтів та біопестицидів: матеріали III Міжнародної наук.-практ. конф. «Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи», присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених фітопатологів, професорів В.Ф. Пересипкіна та Ф.М. Марютіна (м. Харків, 17–18 жовтня 2024 р.). Житомир: Видавництво «Рута» 17–18 жовтня 2024 р. С. 223-226.

16. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ: Юнівєст Медіа, 2025. С. 1040.

17. Піковський М. Й. Захист плодових і овочевих рослин від шкідливих організмів. Частина 1. Фітопатологія: навчальний посібник. Київ : РВВ НУБіП України, 2025. 236 с.

18. Піковський М. Й., Кирик М. М. Біоекологічні особливості фітопатогенних грибів *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary і *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2021. 278 с.

19. Піковський М. Й., Кирик М. М. Сіра гниль рослин: монографія. К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2010. 200 с.
20. Піковський М.Й., Кирик М.М., Конуп Л.О. Патологія насіння сільськогосподарських культур: підручник. К.: РВВ НУБіП України, 2023. 343 с.
21. Січкарь В. І., Кривенко А. І., Соломонов Р. В. Ефективний метод зростання виробництва гороху у Степовій зоні України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 149–157.
22. Сторчоус І. Захист гороху від хвороб: хімічний контроль та агротехніка. *Агробізнес сьогодні*. 2016. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/692-zakhyst-horokhu-vid-khvorob-khimichnyi-kontrol-ta-ahrotekhnika.html> (дата звернення: 01.12.2025).
23. Туренко В. П. Комплексні системи захисту сільськогосподарських культур від хвороб: навч. посібн./В. П. Туренко, М. О. Білик, А. В. Кулешов та ін. Вид. 2-ге, допов. Харків Майдан, 2019. 330 с.
24. Хухлаєв І. І., Коблай С. В., Січкарь В. І. Урожайність сортів гороху за умов посухи. *Збірник наукових праць селекційно-генетичного інституту – Національного центру насінництва та сортовивчення*. 2014. Вип. 23, № 63. С. 65-72.
25. Чайковський В. М., Челомбітко А. Ф., Борзих О. І. та ін. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2025 р. Науково-виробниче видання. Київ, 2025. С. 277.
26. Ahiladevi P, Prakasam V. Management of powdery mildew disease of peas using the fungicide Sulphur 80 % WG. *Advances in Applied Research*. 2019. Vol.11, № 2. P. 66-71.
27. Ali S., Erickson A., Banniza S., Chatterton S. Digging deeper to understand dynamics and interactions of pea root rot pathogens with soil physico-chemical properties in soil zones of Saskatchewan, Canada. *Journal of Plant Pathology*. 2025. Vol. 105. P. 1451–1469. <https://doi.org/10.1007/s42161-025-01922-1>

28. Ariza-Suarez D., Wille L., Hohmann, P. et al. Association genetics and genomic prediction for resistance to root rot in a diverse collection of *Pisum sativum* L. 2025. P. 34. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07803-0>
29. Balliu A., Sallaku G. The environment temperature affects post-germination growth and root system architecture of pea (*Pisum sativum* L.) plants. *Scientia Horticulturae*. 2021. Vol. 278, P. 109858. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109858>
30. Barbetti M. J., Khan T. N., Pritchard I. et al. Challenges with managing disease complexes during application of different measures against foliar diseases of field pea. *Plant Disease*. 2021. Vol. 105, № 3. P. 616-627. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-20-1470-RE>
31. Bassam Y. Ibrahim, Ban A. Ahmed, Firas K. Aljuboori. The use of antioxidant compounds to control root rot disease in peas caused by *Rhizoctonia solani*. *Agricultural Biotechnology Journal*. 2025. Vol. 17, № 3. P. 329-342.
32. Becking T., Kiselev A., Rossi V., Street-Jones D., Grandjean F., Gaulin, E. Pathogenicity of animal and plant parasitic *Aphanomyces* spp. and their economic impact on aquaculture and agriculture. *Fungal Biology Reviews*. 2022. Vol. 40. P. 1–18.
33. Boix-Fayos C., De Vente J. Challenges and potential pathways towards sustainable agriculture within the European Green Deal. *Agricultural Systems*. 2023. Vol. 207, 103634.
34. Chatterton S., Harding M. W., Bowness R. et. al. Importance and causal agents of root rot on field pea and lentil on the Canadian prairies, 2014–2017. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2019. Vol 41, № 1. P. 98-114. <https://doi.org/10.1080/07060661.2018.1547792>
35. Chen B., Shi Y., Lu L. et al. PsNRT2. 3 interacts with PsNAR to promote high-affinity nitrate uptake in pea (*Pisum sativum* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*. 2024. Vol. 206. P. 108-191. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108191>

36. Cortes A. J. and Blair M. W. Genotyping by sequencing and genome-environment associations in wild common bean predict widespread divergent adaptation to drought. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 9. P. 128
<https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00128>
37. Deshmukh N. J., Deokar C. D., Kushare T. D. Efficacy of fungicides against powdery mildew of pea caused by *Erysiphe polygoni* DC. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018. Vol. 7, № 5. P. 1210-1213.
38. FAOSTAT. Home Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата звернення: 30.12.2025)
39. Fondevilla S., Rubiales D. Powdery mildew control in pea. *A review. Agronomy for Sustainable Development*. 2011. Vol. 32, № 2. P. 401–409.
<https://doi.org/10.1007/s13593-011-0033-1>
40. Gupta R. N. Diseases of Garden Peas (*Pisum sativum* L.) and Their Management. In *Diseases of Fruits and Vegetable Crops. Apple Academic Press*. 2020. P. 229-259.
41. Heyman F., Lindahl B., Persson L., Wikström M., Stenlid J. Calcium concentrations of soil affect suppressiveness against *Aphanomyces* root rot of pea. *Soil Biol Biochem*. 2007. Vol. 39, № 9. P. 2222–2229.
42. Ikram A. *et al.* Screening of resistant germplasm against powdery mildew of pea and its management through nutrients and plant activators. *Asian Journal of Agriculture and Biology*. 2020. Vol. 8, № 1. P. 85–91.
<https://doi.org/10.35495/ajab.2019.10.441>
43. Jamal Y., Bhagat I., Das B. D. Effect of powdery mildew on pea caused by *Erysiphe pisi* and its management. *Plant Archives*. 2025. Vol. 25, № 2, P. 723-735.
<https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2025.v25.supplement-2.092>
44. Kälén C. *Aphanomyces* root rot in pea. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*. Doctoral Thesis. 2024. P. 136.

45. Liu J., Cao T., Feng J. et. al. Characterization of the fungi associated with ascochyta blight of field pea in Alberta, Canada. *Crop Protection*. 2013. Vol. 54. P. 55-64.
46. Liu N., Liu C., Song Y., Han X., Zhang et al. Genome and transcriptome analysis of *Ascochyta pisi* provides insights into the pathogenesis of ascochyta blight of pea. *Microbiology Spectrum*. 2023. Vol. 11, № 1. P. 1-16.
<https://doi.org/10.1128/spectrum.04488-22>
47. Mankiv K. I., Dolhalova Y. A., Pikovskyi M. Y. Mycobiome of pea seeds. *Breeding, genetics, variety testing and agrotechnology of crops: challenges and prospects*: Book of proceedings XIV Applied science international conference of young scientists and experts, the village of Tsentralne, Kyiv region, 24 April 2026. P. 17. URL: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua/>
48. Mazhar M. W., Ishtiaq M. et al. Seed priming with iron oxide nanoparticles improves yield and antioxidant status of garden pea (*Pisum sativum* L.) grown under drought stress. *South African Journal of Botany*. 2023. Vol. 162, P. 577-587.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.09.047>
49. Nain Y., Chawla N., Meena P. K. et. al. Roving Survey of Root Rot Disease of Pea Caused by *Fusarium solani* f. sp. *pisi* in Rajasthan, India. *Journal of Experimental Agriculture International*. 2024. Vol. 46, № 6, P. 917-923.
<https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i62544>
50. Nain Yogita. Epidemiological Assessment of Root Rot Disease in Pea Caused by *Fusarium solani* f. sp. *pisi* in Relation to Key Weather Variables Under Field Conditions. *Research Article*. 2025. P. 7. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7438034/v1>
51. Nargis Nazir. Status and Management of Root Rot of Pea due to *Fusarium* sp. in Kashmir. Master of Science in Agriculture. 2018. P. 82.
52. Olle M., Sooväli P. The severity of field pea diseases depending on sowing rate and variety. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*. 2020. Vol. 70, № 7. P. 556-563. <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1803958>

53. Owati A., Agindotan B., Burrows M. Characterization of fungal species associated with Ascochyta blight of dry pea in Montana and North America and development of a differential medium for their detection. *Plant Health Progress*. 2020. Vol. 21, № 4. P. 262-271. <https://doi.org/10.1094/PHP-05-20-0037-RS>
54. Pandit, S. et al. Transcriptomic and Targeted Metabolomic Analyses of Partially Resistant and Susceptible Pea Genotypes Reveal Differential Defense Responses During Their Interaction With *Aphanomyces euteiches*. *Legume Science*. 2025. Vol. 7, № 4. P. 23. <https://doi.org/10.1002/leg3.70067>
55. Pikovskyi M., Dudchenko V., Melnyk V. Fungal diseases of corn seeds. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2025. Vol. 21, № 1. P. 121-131.
56. Pikovskyi M., Solomiichuk M. Identification of mycobiota and diagnosis of soybean seed diseases. *Plant and Soil Science*. 2022. Vol. 13, № 1, P. 44-50.
57. Poltoretskyi S., Karpenko V., Liubych V. et al. Morphological and ecological features of green pea (*Pisum sativum* L.). *Ukrainian Journal of Ecology*. 2022. Vol. 12, № 8. P. 12-19.
58. Pushpinder P. S., Wadhwa A., Sandhu K. S. Effect of epidemiological parameters on the development of Ascochyta blight of pea. *Indian Phytopathology*. 2005. Vol. 58, № 2. P. 217-220.
59. Quadros A. F. F., Batista I. C. A., Kauffmann C. M., Boari A. J., Nechet K. L. First report of *Rhizoctonia solani* AG1-IA causing foliar blight in snap-bean in Brazil. *Journal Plant Pathology*. 2019. Vol. 101, № 4, P. 1275-1276. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00341-3>
60. Ram H., Hedau N. K., Chaudhari G. V., Kant L. Peas with zero shelling edible pods: A review. *Scientia Horticulturae*. 2021. Vol. 288. P. 110333. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110333>
61. Rubiales D., Barilli E., Rispaill N. Breeding for biotic stress resistance in pea. *Agriculture*. 2023. Vol. 13, № 9. P. 1825.

62. Sivachandrakumar N. T. *et al.* Evaluation of the relative importance of *Ascochyta pisi* in the *Ascochyta* blight complex of pea in Saskatchewan. PhD Thesis. University of Saskatchewan. 2016. P. 140.
63. Skoglund L. G., Linnea G., et al. *Ascochyta* blight of peas. *Plant Health Progress*. 2011. Vol. 12, № 1. P. 29. <https://doi.org/10.1094/php-2011-0330-01-rs>
64. Sood U., Thakur K., Sharma I. et al. Development and validation of codominant markers for recessive gene *er2* conferring resistance to powdery mildew in peas (*Pisum sativum* L.). *Euphytica*. 2026. Vol. 222, № 2, P. 21.
65. Sulima A. S., Zhukov V. A. War and Peas: Molecular Bases of Resistance to Powdery Mildew in Pea (*Pisum sativum* L.) and Other Legumes. *Plants*. 2022. Vol. 11, № 3. P. 339. <https://doi.org/10.3390/plants11030339>
66. Suresh B. C., Khadka P., Kakkar P. H. Powdery mildew in pea (*Pisum sativum* L.): A comprehensive review. *International Journal of Advanced Biochemistry Research* 2025. Vol. 9, № 7. P. 1431-1435.
67. Tiwari R. K. Studies on variability and management of powdery mildew of pea caused by *Erysiphe pisi* DC. Doctoral dissertation. Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya. 2023. P. 101.
68. Wikström J., Chaudhary S., Persson L. et al. Distribution of plant pathogenic *Aphanomyces* species in Sweden, Denmark and Lithuania and its relationship with soil factors. *Journal of Plant Pathology*. 2025. P. 11. <https://doi.org/10.1007/s42161-025-01835-z>
69. Wu D-T., Li W-X., Wan J-J. et al. A Comprehensive Review of Pea (*Pisum sativum* L.): Chemical Composition, Processing, Health Benefits, and Food Applications. *Foods*. 2023. Vol. 12, № 13. P. 2527.
70. Youssef M. A., Aly A. Z., Tohamy M. R. A., Ghonim M. I. Studies on fungi associated with pea seeds and their effect on germination and some seed characters. *Zagazig Journal of Agricultural Research*. 2018. Vol 45, № 4. P. 1291.
71. Zhang H., Sun H., Tang Z., Wang G. Integrated agronomy of pea (*Pisum sativum* L.): a review on cultivation, harvesting, and storage for sustainable

agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2025. Vol. 16. P. 1670445.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1670445>

72. Zitnick-Anderson K., Porter L. D., Hanson L. E., Pasche J. S. Identification, laboratory, greenhouse, and field handling of *Aphanomyces euteiches* on pea (*Pisum sativum*). *Plant Health Progress*. 2021. Vol. 22, № 3. P. 392-403.

ДОДАТОК А

Список публікацій за темою бакалаврської кваліфікаційної роботи

1. **Маньків К. І.**, Піковський М. Й. Особливості розвитку грибних хвороб гороху. Інновації в агрономії – інструмент на шлях до сталого розвитку: матеріали студентської науково-практичної конференції, Кропивницький: ХДАЕУ, 10 грудня 2025 р. С. 31. URL: https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2025/12/material_2025_12_17.pdf
2. **Mankiv K. I.**, Dolhalova Y. A., Pikovskyi M. Y. Mycobiome of pea seeds. Breeding, genetics, variety testing and agrotechnology of crops: challenges and prospects: Book of proceedings XIV Applied science international conference of young scientists and experts, the village of Tsentralne, Kyiv region, 24 April 2026. P. 17. URL: <https://press.sops.gov.ua/catalog/view/1271/2065/12383>