

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра садово-паркового та лісового господарства

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Андрій МЕЛЬНИК

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: «Фенологія розвитку борошністої роси дуба звичайного в умовах Сумської області (на прикладі НВК СНАУ)»

Виконав:

Ярослав МАКАРЕНКО

_____ *Ім'я ПРИЗВИЩЕ*

Група:

ЛІС 2401м

Науковий керівник

Андрій МЕЛЬНИК,

_____ *Ім'я ПРИЗВИЩЕ*

Рецензент

Володимир Власенко

_____ *Ім'я ПРИЗВИЩЕ*

Суми – 2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
.	Вибір теми і об'єкта досліджень	1-й семестр	
.	Розробка завдання до кваліфікаційної роботи; складання календарного плану; формування змісту розрахунково-пояснювальної записки (формування переліку питань, які необхідно опрацювати в роботі). Підбір методик для проведення досліджень	1-й семестр	
.	Виконання кваліфікаційної роботи		
.1.	Підбір та аналіз літературних джерел з теми кваліфікаційної роботи	1-й семестр	
.2.	Збір вихідних даних (проведення польових досліджень) для написання експериментальної частини кваліфікаційної роботи	2-й семестр	
.3.	Підготовка загального варіанту кваліфікаційної роботи (розділ 1-3, висновки)	3-й семестр	
.4.	Апробація результатів дослідження	За 40 днів до дати захисту	
.	Перевірка роботи науковим керівником і допуск до попереднього захисту	За 35 днів до дати захисту	
.	Перевірка кваліфікаційної роботи на унікальність	За 30 днів до захисту	
.	Рецензування	За 15 днів до захисту	
.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	За 10 днів до захисту	
.	Прилюдний захист кваліфікаційної роботи перед екзаменаційною комісією	Відповідно наказу ректора	

Керівник кваліфікаційної роботи _____ / _____

Здобувач _____ / _____

АНОТАЦІЯ

Макаренко Ярослав Олексійович. «Фенологія розвитку борошнистої роси дуба звичайного в умовах Сумської області (на прикладі НВК СНАУ)». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр Лісового господарства за ОПП «Лісове господарство». Сумський національний аграрний університет. Суми. 2025.

Актуальність теми – дуб звичайний (*Quercus robur* L.) належить до основних лісоутворюючих порід України, формує лісові та паркові екосистеми, відіграє важливу ґрунтозахисну й біотичну роль та є цінною деревною породою. У насадженнях Сумського лісового господарства дуб відіграє провідну господарську й екологічну функцію, зокрема в структурі зелених насаджень м. Суми та прилеглих територій. В останні десятиріччя під впливом комплексу біотичних і абіотичних чинників спостерігається погіршення фітосанітарного стану дубових насаджень. Одним із найбільш поширених та небезпечних захворювань є борошниста роса, збудниками якої виступають мікроскопічні гриби роду *Erysiphe* (*Microsphaera*).

Метою магістерської роботи є встановлення особливостей фенології розвитку борошнистої роси дуба звичайного в умовах Сумської області на прикладі навчально-виробничого комплексу СНАУ (лабораторія Ландшафтного дизайну кафедри садово-паркового та лісового господарства).

За результатами досліджень виявлено, що борошниста роса, спричинена екзотичним патогеном *Erysiphe alphitoides*, є однією з найбільш поширених та економічно значущих хвороб дуба, що призводить до зниження фотосинтезу, передчасного листопаду та ослаблення дерев.

Фенологічні спостереження встановили чітко виражений сезонний характер розвитку борошнистої роси. Первинні ознаки хвороби фіксувалися переважно в другій половині травня на початку червня. Фаза максимальної інтенсивності розвитку (епіфітотії) припадала на липень, коли міцеліальний наліт ставав суцільним і найбільш вираженим. У цей період ураження найчастіше спостерігалось в середній та нижній частині крони. У другій

половині літа (серпень–вересень) відзначалося загасання активного наростання нових осередків, однак посилювався негативний вплив хвороби через скорочення тривалості функціонування листкового апарату і його передчасне опадання. Аналіз динаміки хвороби підтвердив її тісний зв'язок з кліматичними параметрами. Оптимальним температурним діапазоном для інтенсивного наростання інфекції є +16...+24 °С у поєднанні з підвищеною вологістю. Рясні опади з подальшим потеплінням провокували посилення прояву хвороби. Встановлено, що мікроклімат насаджень є критичним чинником, що модифікує вплив погоди. У загущених і погано провітрюваних насадженнях спостерігалася тенденція до вищого ступеня ураження порівняно з розрідженими ділянками.

Ключові слова: дуб звичайний, борошниста роса, погодньо-кліматичні умови, ураженість рослин, заходи контролю хвороби.

ABSTRACT

Makarenko Yaroslav Oleksiyovych. “Phenology of the development of powdery mildew of common oak in the conditions of Sumy region (using the example of the SNAU NVK)”. Qualification work for the degree of Master of Forestry in the OPP “Forestry”. Sumy National Agrarian University. Sumy. 2025.

Relevance of the topic – common oak (*Quercus robur* L.) belongs to the main forest-forming species of Ukraine, forms forest and park ecosystems, plays an important soil-protective and biotic role and is a valuable tree species. In the plantations of Sumy forestry, oak plays a leading economic and ecological function, in particular in the structure of green plantations of the city of Sumy and adjacent territories. In recent decades, under the influence of a complex of biotic and abiotic factors, there has been a deterioration in the phytosanitary condition of oak plantations. One of the most common and dangerous diseases is powdery mildew, the causative agents of which are microscopic fungi of the genus *Erysiphe* (Microsphaera).

The purpose of the master's thesis is to establish the features of the phenology of the development of powdery mildew of common oak in the conditions of the Sumy region using the example of the educational and production complex of SNAU (Landscape Design Laboratory of the Department of Horticulture and Forestry).

According to the results of the research, it was found that powdery mildew, caused by the exotic pathogen *Erysiphe alphitoides*, is one of the most common and economically significant diseases of oak, which leads to a decrease in photosynthesis, premature leaf fall and weakening of trees.

Phenological observations established a clearly pronounced seasonal nature of the development of powdery mildew. The initial signs of the disease were recorded mainly in the second half of May at the beginning of June. The phase of maximum intensity of development (epiphytotia) fell on July, when the mycelial bloom became continuous and most pronounced. During this period, the lesion was most often observed in the middle and lower parts of the crown. In the second half of summer

(August–September), the attenuation of the active growth of new foci was noted, however, the negative impact of the disease increased due to the reduction in the duration of the functioning of the leaf apparatus and its premature fall. Analysis of the dynamics of the disease confirmed its close connection with climatic parameters. The optimal temperature range for the intensive growth of the infection is +16...+24 °C in combination with increased humidity. Heavy precipitation with subsequent warming provoked an increase in the manifestation of the disease. It was established that the microclimate of the plantations is a critical factor modifying the influence of the weather. In dense and poorly ventilated plantations, a tendency to a higher degree of damage was observed compared to sparse areas.

Keywords: common oak, powdery mildew, weather and climatic conditions, plant damage, disease control measures.

ЗМІСТ

.....	Ошибка! Закладка не определена.
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1	12
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ БОРОШНИСТОЇ РОСИ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗВИТКУ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО	12
1.1. Біоекологічна характеристика дуба звичайного (<i>Quercus robur</i> L.)	12
1.2. Біологія збудника борошністої роси дуба та особливості його поширення в Україні та світі	14
1.3. Вплив зовнішніх факторів і профілактичні заходи проти борошністої роси	19
РОЗДІЛ 2	21
ПРИРОДНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1. Кліматичні та лісорослинні умови території навчально-виробничого комплексу СНАУ	21
2.2. Характеристика об'єкта та методика проведення досліджень	24
РОЗДІЛ 3	29
РЕЗУЛЬТАТИ ФЕНОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА АНАЛІЗ РОЗВИТКУ БОРОШНИСТОЇ РОСИ ДУБА	29
3.1. Динаміка розвитку борошністої роси дуба упродовж вегетаційного періоду	
3.2. Вплив метеорологічних чинників на інтенсивність розвитку хвороби ..	35
3.3. Оцінка впливу хвороби та профілактичних заходів на стан довкілля	38
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Актуальність теми – дуб звичайний (*Quercus robur* L.) належить до основних лісоутворюючих порід України, формує лісові та паркові екосистеми, відіграє важливу ґрунтозахисну й біотичну роль та є цінною деревною породою. У насадженнях Сумського лісового господарства дуб відіграє провідну господарську й екологічну функцію, зокрема в структурі зелених насаджень м. Суми та прилеглих територій. В останні десятиріччя під впливом комплексу біотичних і абіотичних чинників спостерігається погіршення фітосанітарного стану дубових насаджень. Одним із найбільш поширених та небезпечних захворювань є борошниста роса, збудниками якої виступають мікроскопічні гриби роду *Erysiphe (Microsphaera)* [33].

Важливим напрямом лісопатологічних досліджень є вивчення фенології розвитку хвороб, тобто послідовності та тривалості основних фаз їх прояву впродовж вегетаційного періоду в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Фенологічний підхід дає змогу пов'язати розвиток борошнистої роси з фазами росту дуба, температурним режимом, вологістю повітря та іншими метеорологічними чинниками. Але в умовах Сумської області, зокрема на базі навчально-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету, комплексні дослідження фенології борошнистої роси дуба є обмеженими, що зумовлює необхідність їх поглибленого вивчення та підтверджує актуальність обраної теми магістерської роботи [10, 14].

Мета і завдання дослідження – Метою магістерської роботи є встановлення особливостей фенології розвитку борошнистої роси дуба звичайного в умовах Сумської області на прикладі навчально-виробничого комплексу СНАУ (лабораторія Ланшафтного дизайну кафедри садово-паркового та лісового господарства).

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких основних завдань:

- проаналізувати літературні джерела з питань біоекологічних особливостей дуба звичайного та біології збудника борошнистої роси;
- охарактеризувати кліматичні та лісорослинні умови території НВК СНАУ як бази проведення досліджень;
- визначити та описати особливості об'єкта дослідження й умов формування насаджень дуба звичайного;
- здійснити фенологічні спостереження за розвитком борошнистої роси дуба упродовж вегетаційного періоду;
- проаналізувати динаміку розвитку борошнистої роси та встановити вплив основних метеорологічних чинників на інтенсивність прояву хвороби;
- оцінити можливий вплив борошнистої роси та профілактичних заходів на стан доквілля та сформулювати практичні рекомендації щодо поліпшення фітосанітарного стану дубових насаджень.

Об'єкт і предмет дослідження - садженці дуба звичайного (*Quercus robur* L.) навчально-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету в умовах Сумської області. Предметом дослідження є фенологічні особливості розвитку борошнистої роси дуба звичайного та залежність інтенсивності прояву хвороби від метеорологічних чинників у досліджуваних насадженнях.

Методи дослідження – у роботі використовувалися загальноприйняті лісівничі та лісопатологічні методи: фенологічні спостереження за розвитком борошнистої роси та сезонною динамікою стану дубових насаджень; візуальна окомірна оцінка ступеня ураження листя; камеральна обробка первинних матеріалів; аналіз метеорологічних даних за період досліджень. Для опрацювання результатів використовували елементи статистичної обробки, графічне зображення динаміки розвитку хвороби та її зв'язку з погодними умовами.

Наукова новизна одержаних результатів – полягає у встановленні особливостей фенології розвитку борошнистої роси дуба звичайного в конкретних кліматичних умовах Сумської області на прикладі насаджень НВК

СНАУ. У роботі уточнено часові рамки появи та розвитку основних фенологічних фаз хвороби, а також виявлено особливості впливу окремих метеорологічних чинників на інтенсивність ураження дубових насаджень.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дослідження можуть бути використані лісогосподарськими підприємствами, органами, що відповідають за утримання зелених насаджень, та фахівцями у галузі лісового господарства для удосконалення системи моніторингу стану дубових насаджень, прогнозування періодів найінтенсивнішого розвитку борошнистої роси та своєчасного проведення профілактичних і захисних заходів. Матеріали магістерської роботи можуть бути впроваджені в навчальний процес при викладанні дисциплін лісівничого та лісопатологічного спрямування.

Апробація результатів дослідження та публікації. Основні положення та результати магістерської роботи були апробовані на IV Міжнародній науково-практичній конференції «MODERN SCIENCE, TRENDS, CHALLENGES, SOLUTIONS», 13-15.11.2025 року, Ліверпуль, Великобританія.

Структура і обсяг магістерської роботи – Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У першому розділі подано теоретичні основи вивчення борошнистої роси та особливостей розвитку дуба звичайного. У другому розділі характеризуються природні умови території дослідження та методика проведення фенологічних спостережень. У третьому розділі наведено результати фенологічних спостережень та аналіз розвитку борошнистої роси дуба. Список використаних джерел налічує 52 найменування. Загальний обсяг роботи становить 60 сторінок машинописного тексту, робота містить 3 таблиці, рисунків та 7 додатків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ БОРОШНИСТОЇ РОСИ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗВИТКУ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО

1.1. Біоекологічна характеристика дуба звичайного (*Quercus robur* L.)

Дуб звичайний (*Quercus robur* L.) належить до родини Букові (*Fagaceae*) і є однією з базових деревних порід помірної зони Європи. В умовах України ця порода формується в лісовій та лісостеповій зонах, трапляється як у природних лісах, так і в штучно створених насадженнях, відіграючи значну лісівничу, екологічну та ландшафтну роль [26, 33]. Для Сумської області дуб звичайний має особливе значення, оскільки широко використовується як у лісогосподарському виробництві, так і при озелененні населених пунктів та створенні захисних насаджень [4, 10].

Природний ареал дуба звичайного охоплює більшу частину Європи від Атлантичного узбережжя до східних кордонів материка, а також окремі райони Західної Азії. Вид характеризується високою екологічною пластичністю, однак оптимальні умови його розвитку пов'язані з помірно теплим кліматом і достатнім зволоженням протягом вегетаційного періоду. Найкращого росту дуб досягає на глибоких, структурних, добре аерованих ґрунтах із середнім або підвищеним рівнем родючості. На перезволожених, сильно ущільнених чи збіднених субстратах ріст і життєздатність дерев погіршуються, що відбивається на стійкості насаджень до шкідників і хвороб. Морфологічно дуб звичайний – це велике дерево, яке за сприятливих умов досягає висоти 25–35 м і більше, з добре розвиненою короною та міцним стовбуром [35]. Коренева система стрижнева, потужна, глибока, що забезпечує високу вітростійкість та здатність використовувати глибокі горизонти ґрунту. Листки чергові, прості, з характерною лопатевою формою, на коротких черешках. Тривалість життя дуба звичайного може сягати кількох сотень років, що відносить його до довговічних деревних порід. Фенологічний розвиток дуба звичайного має чітко виражену сезонність. Розпускання бруньок і розгортання листків відбувається переважно

навесні (квітень–травень) залежно від погодних умов року. Цвітіння дуба зазвичай спостерігається після розгортання листків; чоловічі квітки утворюють сережки, жіночі розміщуються поодинокі або невеликими групами. Плодоносить дуб жолудями, які досягають восени. Листопад відбувається пізньої осені, при цьому у деяких екземплярів частина листя може зберігатися на гілках до зими [28].

Біоекологічні особливості дуба зумовлюють його важливу роль у лісових екосистемах: він формує специфічний мікроклімат під наметом лісу, сприяє акумуляції органічної речовини в ґрунті, є кормовою базою для численних видів тварин [14]. Разом з тим дубові насадження суттєво реагують на зміну кліматичних умов, антропогенне навантаження й дію шкідливих організмів. Борошниста роса (PM), спричинена *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun і S. Takam., екзотичним патогеном, вперше описаним в Європі в 1907 році [46], є однією з найпоширеніших хвороб дуба звичайного (*Quercus robur* L.) і дуба скельного (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) [35]. Хвороба уражує передусім листковий апарат, знижує інтенсивність фотосинтезу, спричиняє передчасне опадання листя та ослаблення деревостанів, що зумовлює зниження їх продуктивності та стійкості [30, 44].

Найінтенсивніший розвиток хвороби зазвичай спостерігається в період активної вегетації, коли сформована значна листкова поверхня, а погодні умови (температура, вологість повітря, кількість опадів) є сприятливими для розвитку збудника. Тому вивчення біоекологічних особливостей дуба у поєднанні з аналізом фенології розвитку хвороби дозволяє глибше зрозуміти механізми порушення життєдіяльності деревних насаджень. Окремого значення набувають дослідження дубових насаджень у зоні діяльності навчально-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету, де дуб звичайний широко використовується в паркобудуванні та захисних насадженнях. Збереження їх високого фітосанітарного стану є важливою передумовою забезпечення стабільності природних та штучно створених екосистем регіону [11,16]. Таким чином, дуб звичайний є ключовим об'єктом

лісівничих та лісопатологічних досліджень, а його біоекологічні особливості слугують базою для розуміння перебігу хвороб, зокрема борошнистої роси, у конкретних природно-кліматичних умовах.

1.2. Біологія збудника борошнистої роси дуба та особливості його поширення в Україні та світі

Борошниста роса – це група грибних захворювань рослин, що характеризуються появою на поверхні уражених органів білого або сірого борошнистого нальоту. Збудники борошнистих рос належать переважно до відділу *Ascomycota*, порядку *Erysiphales* [13]. У випадку дуба звичайного основним патогеном є гриб *Erysiphe alphitoides* (синонім *Microsphaera alphitoides*), який спеціалізується на ураженні листя й молодих пагонів дуба. Морфологічно збудник борошнистої роси дуба представлений епіфітним грибом із поверхневим міцелієм, що розвивається на верхній або нижній стороні листової пластинки. Міцелій утворює численні короткі гаусторії, за допомогою яких гриб проникає в епідермальні клітини рослини й живиться їхнім вмістом [1, 31]. На міцелії формуються конідієносці з ланцюжками безбарвних або слабо забарвлених конідій, які забезпечують масове поширення інфекції протягом вегетаційного періоду. Наприкінці сезону патоген утворює статеві плодові тіла – клейстотеції (хітридії, хазмотеції), в яких розвиваються сумки з аскоспорами. Саме ці структури слугують основною формою перезимівлі збудника на опалому листі й інших рослинних рештках [6].

Цикл розвитку борошнистої роси дуба зазвичай включає первинну та вторинну інфекцію. Первинне зараження відбувається навесні, коли з клейстотеціїв, що перезимували, вивільняються аскоспори, які інфікують молоде листя. Надалі упродовж вегетаційного періоду хвороба поширюється переважно завдяки конідіям, що переносяться повітряними потоками, дощовими краплями, комахами та іншими агентами [17]. У сприятливих умовах

за сезон може відбуватися кілька «хвиль» спороношення, що призводить до інтенсивного розвитку хвороби та значного ураження листкового апарату.

Оптимальними умовами для розвитку борошнистої роси дуба є помірні температури (переважно в межах 15–25 °С) та підвищена відносна вологість повітря. Надмірно високі температури чи тривала посуха можуть пригнічувати розвиток патогену, проте нерідко послаблюють і самі дерева, що опосередковано підвищує їхню чутливість до захворювань [48]. Значну роль відіграє також щільність насаджень і ступінь затінення: у загущених, погано провітрюваних насадженнях вища ймовірність утворення мікроклімату, сприятливого для розвитку борошнистої роси [22].



Рис. 1.1. Зовнішні прояви борошнистої роси [49]

За зовнішніми проявами борошниста роса дуба характеризується появою на листках білого або сіруватого нальоту, який може покривати їх частково або повністю (рис.1) [46, 50]. Уражене листя нерідко деформується, жовтіє та передчасно опадає. У молодих дерев, сіянців і саджанців це призводить до різкого зниження приросту, ослаблення рослин та підвищення їх сприйнятливості до інших стресових чинників. У старших дерев наслідки можуть проявлятися в поступовому погіршенні загального стану крони, зменшенні інтенсивності ростових процесів та скороченні тривалості життя окремих гілок. Упродовж XX–XXI ст. відзначено численні спалахи хвороби у різних регіонах, що нерідко супроводжувалися значним ураженням молодих

насаджень. На території України борошниста роса дуба реєструється в лісових і паркових насадженнях лісової та лісостепової зон [37, 38].

В умовах Сумської області, де дуб звичайний є однією з провідних порід у складі насаджень, вона становить потенційну загрозу для молодих поколінь лісу, особливо у штучних насадженнях, дендропарках і захисних лісосмугах. Поширення борошнистої роси дуба тісно пов'язане з кліматичними умовами конкретних років. У роки з теплою та вологою весною, коли швидко формується листкова поверхня дуба, а температура і вологість повітря сприяють активному спороношенню гриба, спостерігається інтенсивний розвиток хвороби, тоді як за нестабільної весняної погоди, пізніх заморозків чи тривалих посух ураження, як правило, менш інтенсивне, хоча загальний стан насаджень також погіршується [19, 49].

Борошносторосяні гриби формують на надземних органах рослин добре розвинений багатоклітинний міцелій, який спочатку має білий відтінок, а згодом набуває сірого або бурого кольору. У більшості видів цей міцелій є поверхневим (екзофітним) і закріплюється на рослинних органах за допомогою спеціальних виростів - апресоріїв. На ньому утворюється нестатеве спороношення - конідії, а також плодові тіла із сумками, що слугують основною формою перезимівлі та джерелом первинної інфекції навесні. Наприкінці конідіальної стадії грибний наліт набуває коричневого забарвлення.

Хвороба становить найбільшу загрозу в тих випадках, коли в розсадниках або молодих культурах дуба на момент визрівання спор зберігаються молоді, вразливі пагони та листки. Найчастіше ураження спостерігається на пізніх сходах дуба, а також на листках і пагонах середини літа в молодняках порослевого походження. Особливо чутливими є листочки другого приросту, що з'являються в другій половині літа.

На поверхні заражених листків обох боків (найчастіше верхнього) формуються спочатку невеликі плями ніжно-білого нальоту, який складається з гіф грибниці. Згодом плями розширюються, а наліт густішає й набуває борошнистого вигляду внаслідок масового утворення літніх спор - конідій.

Після їх дозрівання конідії легко розносяться повітрям і викликають повторні зараження молодих пагонів і листків дуба.

У другій половині літа в товщі нальоту з'являються жовтуваті точки - плодові тіла (клеїстотеції) збудника. Згодом вони темнішають і стають добре помітними неозброєним оком. У сумчастій стадії гриб зимує переважно на ураженому листі. Частково зимівля можлива також у вигляді плодових тіл і міцелію на заражених бруньках чи пагонах. Навесні або на початку літа в клейстотеціях дозрівають сумки, а за сприятливих погодних умов (середньодобові температури нижче 16 °С, наявність опадів) плодові тіла розтріскуються та вивільняють сумкоспори. Саме вони забезпечують первинне зараження молодих листків, тому опале листя є головним резерватом інфекції.

Доведено, що ураження борошнистою росою призводить до істотного ослаблення процесів асиміляції: знижується вміст хлорофілу, порушуються дихання й транспірація. Сильний розвиток хвороби спричиняє передчасне засихання листків і відмирання верхівок пагонів. Уражені пагони та бруньки погано визрівають, не встигають задерев'яніти, унаслідок чого підмерзають під час осінніх та зимових температурних коливань. Хоча хвороба може уражати дуби різного віку, найбільшої шкоди вона завдає молодим рослинам, які активно ростуть і формують ніжні, соковиті пагони. Відмирання молодих пагонів часто призводить до формування кущуватої форми та суттєвого пригнічення росту. Ослаблені борошнистою росою рослини стають більш сприйнятливими до некротичних інфекцій.

Найвищу чутливість мають молоді частини рослин: щойно розвинені листки з тонкою кутикулою та молоді зелені пагони. Пагони, що завершили ріст і здерев'яніли, як правило, набувають стійкості до інфекції.

1.3. Вплив зовнішніх факторів і профілактичні заходи проти борошнистої роси

Важливою умовою розвитку борошнистої роси дуба є тепле та помірно вологе літо, проте хвороба також активно проявляється й у жарких та посушливих регіонах південних районів. Для оцінки температурних умов, необхідних для розвитку патогена, слід зазначити такі особливості. Після перезимівлі сумчаста стадія гриба активізується і зараження сумкоспорами відбувається тоді, коли протягом певного часу утримуються підвищені температури.

Найсприятливіші умови для розвитку хвороби формуються за сухого повітря та температури 16–18 °С при вологості 70–80 %. Конідіальна стадія здатна розвиватися як у вологу, так і в суху погоду. Оптимальною температурою проростання конідій є 20–22 °С. Проте патоген може залишатися життєздатним і при короткочасних зниженнях температури до 0 °С: встановлено, що частина конідій витримує навіть перший нічний заморозок [21].

Приблизно через два тижні після появи первинних симптомів інфекція охоплює всі молоді листки та верхівки пагонів. Найінтенсивніше проростання конідій спостерігається за достатнього освітлення, хоча в умовах повної темряви воно також можливе, але менш активне [23].

У затінених ділянках наліт гриба має дещо інший вигляд: він довше залишається ніжним і не формує щільних покривів, характерних для добре освітлених місць. Оскільки конідії здатні розвиватися й за недостатнього освітлення, гриб легко пристосовується до умов сильного затінення [27]. За таких умов наліт проявляється виразніше, створюючи сприятливі умови для подальшого розвитку патогена.

Найнижчий відсоток проростання конідій спостерігається в періоди спекотної та сонячної погоди [12].

Гриб борошнистої роси дуба добре розвивається за підвищеної вологості. З літературних джерел відомо, що конідієносці є простими, а конідії -

одноклітинними, еліпсоподібними, безбарвними, розміром $24\text{--}26 \times 12\text{--}18$ мкм, розташованими в ланцюжках. Протягом вегетації збудник поширюється конідіями, а клейстотеції, що мають кулясту форму й діаметр $80\text{--}100$ мкм, містять одну сумку розміром $75\text{--}110 \times 55\text{--}62$ мкм із вісьмома сумкоспорами $20\text{--}25 \times 12\text{--}15$ мкм. Первинне зараження відбувається сумкоспорами, вторинне - конідіями. Патоген уражує переважно дубові культури в розсадниках родини букових [45].

За даними багатьох дослідників, активне поширення борошнистої роси дуба відмічається з початку липня до середини серпня. У цей період листки спочатку вкриваються білим павутинним нальотом, який згодом переходить у сірий, а згодом уражені листки деформуються, скручуються та опадають.

Профілактичні заходи

Під час створення дубових розсадників рекомендується знищити в радіусі 100 м всю дубову поросль, яка є основним резервуаром інфекції. У міжряддях доцільно висівати люпин, який позитивно впливає на стійкість рослин. У разі виявлення інфекції необхідно насамперед ретельно згрібати та спалювати опале листя, а також вносити калійно-фосфорні добрива, що зменшують ураження [9].

Якщо такі заходи виявляються недостатніми, застосовують хімічний захист. Рекомендується 2–3-разова обробка розсадників препаратами на основі сірки: – $0,5\%$ суспензією колоїдної сірки ($800\text{--}1000$ л/га) або – меленою сіркою ($15\text{--}30$ кг/га).

Перше обприскування проводять на початку розпускання листя, наступні - через 2-3 тижні. Розсадники дуба повинні міститися на відстані не менш ніж 300 м від природних дубових насаджень [10, 12, 16].

Перші заходи боротьби з борошнистою росою дуба були впроваджені ще у 1911 р. в Корабельному лісництві Волинської губернії, де застосовували сірковмісні препарати. Найліпший ефект обприскування дає під час розпускання листя та після появи нового приросту. Окрім колоїдної сірки ($0,3\text{--}0,5\%$) і полісульфідів ($0,3\text{--}0,5\%$), можливе використання содового розчину ($0,3\text{--}0,5\%$) або слабкого розчину перманганату калію ($0,003\%$) [44].

Основним профілактичним заходом є знищення восени опалого листя, у якому зберігаються плодові тіла патогена. Також рекомендується усувати дубову поросль у зоні 100 м від розсадника, використовувати якісне насіння, проводити ранні строки сівби та не допускати появи пізніх сходів, оскільки вони є найбільш сприйнятливими до хвороби. Захист від листогризучих шкідників, внесення добрив, своєчасні рубки догляду та створення змішаних культур також підвищують стійкість дуба до інфекції [41].

Хімічний захист доцільно здійснювати в розсадниках молодих культур та на ділянках порослевих молодняків у період, коли до червня–липня рослини мають молоді листки та пагони, що найвразливіші до інфекції [37].

Висновок до Розділу 1.

На глобальному рівні борошниста роса дуба розглядається як один із важливих чинників, що впливають на регенерацію дубових лісів, структуру підросту та перспективи формування майбутніх деревостанів. У зв'язку з цим особлива увага приділяється вивченню фенології хвороби, механізмів стійкості різних генотипів дуба. Українські дослідження, зокрема, зосереджуються на вивченні поширення борошнистої роси у різних лісорослинних умовах, визначенні її шкодочинності для сіянців і культур дуба, а також на пошуку ефективних заходів профілактики та захисту. Проте питання фенології розвитку борошнистої роси дуба в конкретних природно-кліматичних умовах окремих регіонів, зокрема Сумської області, потребують подальшого поглибленого вивчення [47, 48].

Отже, аналіз біології збудника борошнистої роси дуба та особливостей його поширення в Україні та світі свідчить про актуальність досліджень, спрямованих на встановлення часових рамок розвитку хвороби, виявлення її зв'язку з метеорологічними чинниками та обґрунтування заходів, спрямованих на зниження негативного впливу цього захворювання на дубові насадження [22].

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Кліматичні та лісорослинні умови території навчально-виробничого комплексу СНАУ

Дослідження, які необхідні для роботи, проводилися на території навчально-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету (НВК СНАУ), який розташований у межах м. Суми та приміських територій Сумської області. Згідно фізико-географічного районування, територія належить до Лісостепової зони з помірно континентальним кліматом. Рельєф території НВК СНАУ переважно слабохвилястий, із незначними абсолютними відмітками висот і плавними схилами. Це зумовлює певну мозаїчність ґрунтово-гідрологічних умов на невеликій площі: у пониженнях рельєфу можливе тимчасове надмірне зволоження, тоді як підвищені ділянки відрізняються кращим дренажуванням і дещо сухішими умовами. Для розвитку дуба та його хвороб така різноманітність може виступати чинником диференційованої стійкості насаджень навіть у межах одного масиву [4, 23, 35].

Ґрунтовий покрив території представлений переважно сірими лісовими ґрунтами, опідзоленими чорноземами та перехідними між ними різновидами. Ці ґрунти, як правило, характеризуються середнім або підвищеним рівнем родючості, достатнім вмістом гумусу та задовільними водно-фізичними властивостями. Структура орного і підорного горизонту зазвичай грудкувата або зерниста, що забезпечує добру аерацію кореневої зони. Разом з тим, на окремих ділянках, особливо в пониженнях рельєфу, можливе періодичне перезволоження чи ущільнення ґрунту внаслідок антропогенного навантаження (ущільнення технікою, витоштування), що негативно позначається на кореневій системі дуба та може підвищувати його сприйнятливість до хвороб.

Рослинний покрив НВК СНАУ представлений поєднанням штучно створених і природного походження насаджень. Дуб звичайний входить до складу паркових, захисних, придорожніх і лісових насаджень. Різноманіття лісорослинних умов, поєднання різновікових насаджень, мозаїчність ґрунтового покриву та умов зволоження створюють сприятливу базу для проведення комплексних фенологічних спостережень. Саме в таких умовах можна оцінити, як мікроклімат, тип ґрунту, густина насаджень і вік дерев впливають на перебіг і інтенсивність розвитку борошнистої роси дуба. Таким чином, природні умови території НВК СНАУ є репрезентативними для Лісостепової зони Сумщини й водночас достатньо різноманітними, щоб виявити внутрішньорегіональні особливості прояву хвороби.

Клімат можна охарактеризувати, як порівняно теплий вегетаційною порою та з досить холодною зимою з нестійким сніговим покривом. Середня річна температура повітря становить близько $+7...+8$ °С. Найхолоднішим місяцем є січень, коли середні температури знижуються до $-5...-7$ °С, а найтеплішим – липень із середніми температурами $+18...+20$ °С. Протягом року можливі значні коливання температур, що зумовлює періоди як надмірного зволоження, так і тимчасової посухи у теплу пору року.

Середньорічна кількість опадів у регіоні коливається в межах 550–650 мм, причому основна їх частина припадає на теплий період (квітень–жовтень). У весняно-літній час спостерігаються опади зливогого характеру, інколи з грозовими явищами. У теплий період року можливі короткочасні періоди з дефіцитом вологи, що впливає як на стан лісових насаджень, так і на розвиток збудників хвороб.

Узагальнені кліматичні показники вегетаційного періоду в районі розташування НВК СНАУ наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Основні кліматичні показники в районі розташування НВК СНАУ
(вегетаційний період)**

Місяць	Середня темп-ра, °С	Мін. Темп-ра, °С	Макс. темп, °С	Опади, мм	Хар-ка погодних умов
Квітень	+8,5	-3,0	+20,0	35	Прохолодно, часті дощі, можливі заморозки
Травень	+14,0	+2,0	+26,0	50	Тепло, періодичні дощі, окремі зливи
Червень	+18,0	+8,0	+30,0	70	Тепло, нестійка погода, зливи з грозами
Липень	+20,5	+12,0	+32,0	65	Тепло, інколи спекотно, короткочасні зливи
Серпень	+19,0	+10,0	+31,0	45	Тепло, переважно сухо, окремі грозові дощі
Вересень	+14,0	+4,0	+25,0	40	Помірно тепло, поступове зниження температур
Жовтень	+8,0	-2,0	+18,0	35	Прохолодно, часті дощі, можливі перші заморозки

Графічне відображення розподілу середньомісячної температури повітря та кількості опадів у вегетаційний період наведено на кліматограмі (рис. 2.2).

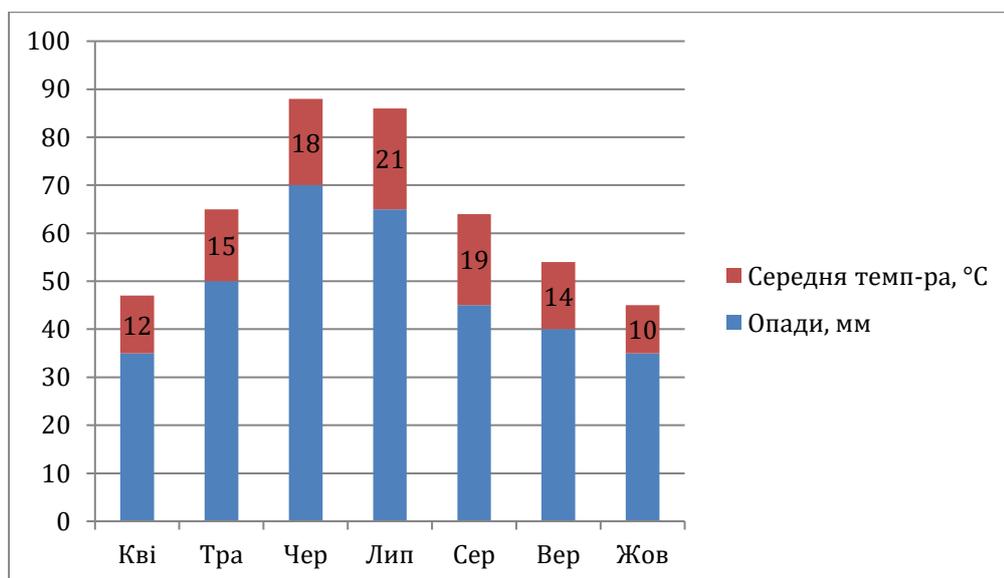


Рис. 2.2 Кліматограма району дослідження (квітень–жовтень) [24]

Таким чином, кліматичні та лісорослинні умови території НВК СНАУ характеризуються поєднанням достатньої зволоженості, помірних температур та різноманіття ґрунтових умов, що є важливою передумовою для розвитку як дубових насаджень, так і комплексу їхніх хвороб, зокрема борошнистої роси.

2.2. Характеристика об'єкта та методика проведення досліджень

Об'єктом дослідження в магістерській роботі є насадження дуба звичайного (*Quercus robur* L.) навчально-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету. Вибір саме цієї породи та локалізації зумовлений її провідною роллю в структурі зелених насаджень та доступністю для систематичних лісопатологічних спостережень. Дубові насадження НВК СНАУ відображають типові для Сумського регіону умови формування деревостанів, але водночас характеризуються різними віковими, просторовими та лісорослинними параметрами, що дає змогу порівнювати перебіг хвороби в різних варіантах. Характеристика збудника наведена на рисунку 2.1

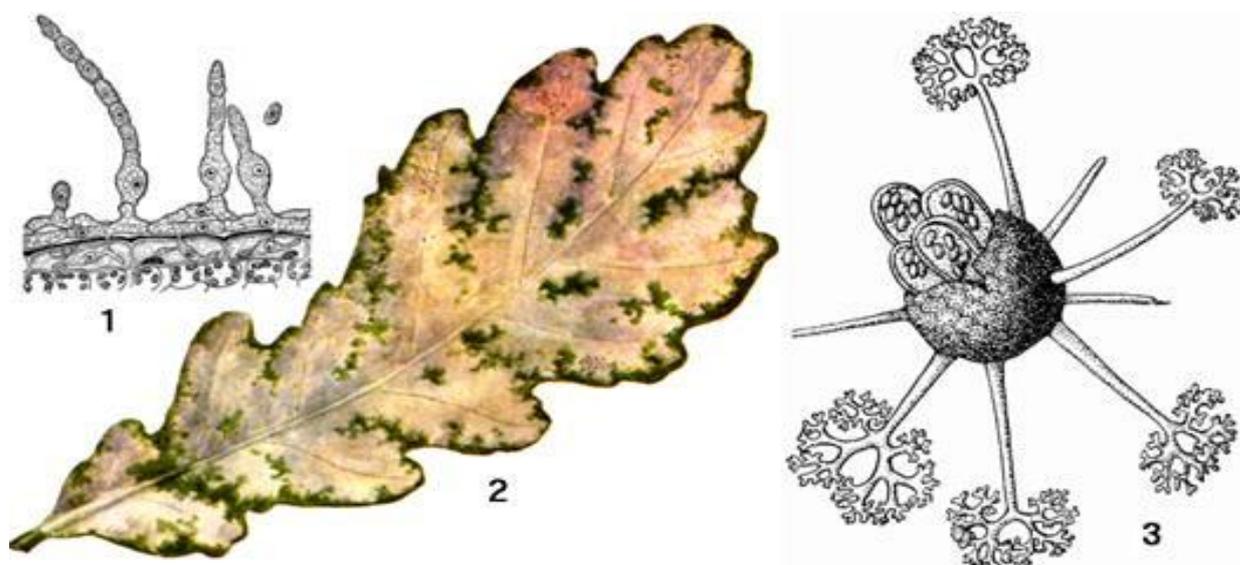


Рис. 2.1. Борошниста роса дуба (1 - конідіеносці; 2 - інфікований листок дуба; 3 - клейстотецій) [15]

Методична основа дослідження передбачала поєднання польових фенологічних спостережень із камеральною обробкою даних та аналізом метеорологічних показників. Основною метою було встановлення послідовності та тривалості фаз розвитку борошнистої роси на дубі звичайному в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах НВК СНАУ та виявлення зв'язку між інтенсивністю хвороби й погодними чинниками. Фенологічні спостереження проводили протягом усього вегетаційного періоду – орієнтовно з квітня, коли розпочинається розпускання бруньок дуба, до жовтня, коли відбувається природний листопад. Окремі фази могли зміщуватися залежно від погодних умов конкретного року, тому початок і завершення спостережень уточнювали за фактичним станом насаджень. Періодичність та організація спостережень – обхід модельних дерев проводили з інтервалом 7–10 днів. У періоди, коли відзначали інтенсивний розвиток симптомів (масова поява нальоту, швидке збільшення площі ураження), за можливості скорочували інтервал між обстеженнями, щоб точніше зафіксувати зміну фаз. Під час кожного обходу для кожного модельного дерева проводили:

візуальну оцінку загального стану крони (ущільненість, наявність сухих гілок, вираженість ознак ослаблення);

огляд листя в доступних для спостереження частинах крони;

фіксацію фаз розвитку борошнистої роси: поява перших плям нальоту; перехід до суцільніших ділянок ураження; стадії активного спороношення; ознаки паралічу або відмирання листкової пластинки; передчасне опадання ураженого листя;

орієнтовну бальну оцінку ступеня ураження листя.

Для забезпечення порівнянності даних застосовували умовну шкалу оцінки ступеня ураження:

- 0 % – ознаки борошнистої роси відсутні;
- до 10 % – слабе ураження (поодинокі плями чи невеликі ділянки нальоту на окремих листках);

- 10–30 % – середній ступінь (наліт охоплює значну частину листової поверхні окремих гілок);

- понад 30 % – сильне ураження (масовий розвиток хвороби, майже суцільне покриття листя нальотом, нерідко з подальшим опаданням).

Основні параметри організації фенологічних спостережень узагальнено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Схема проведення фенологічних спостережень за розвитком борошнистої роси дуба

Показник спостережень	Од. виміру	Характеристика / примітка
Період спостережень	місяць	квітень – жовтень
Періодичність обліків	дні	кожні 7–10 днів
Кількість пробних ділянок	шт.	3
Кількість модельних дерев на ділянку	шт.	10
Оцінка ступеня ураження	%	візуальна, за умовною шкалою (0; до 10; 10–30; понад 30)
Оцінка фаз розвитку хвороби	–	поява, розвиток, максимум, згасання
Оцінка фаз вегетації дуба	–	розпускання листків, інтенсивний ріст, старіння, листопад
Метеорологічні показники	°С, мм, опис	середньодобова температура, сума опадів, характеристика погоди
Показник спостережень	Одиниця виміру	Характеристика / примітка

Як видно з таблиці, контроль розвитку борошнистої роси здійснювали на трьох пробних ділянках, по 10 модельних дерев на кожній, з періодичністю обліків 7–10 днів упродовж усього вегетаційного періоду. Така схема дозволила детально відстежити зміну фаз розвитку хвороби у зв'язку зі станом вегетації дуба та метеорологічними умовами. Оцінку проводили на типовій частині крони дерева, де ураження було найбільш характерним. У разі вираженої

неоднорідності ураження між різними частинами крони зазначали ці особливості окремо.

Паралельно зі спостереженнями за розвитком хвороби здійснювався збір інформації про метеорологічні умови. Використовували дані найближчої метеостанції (м. Суми), а також, за можливості, дані локальних вимірювань на території НВК СНАУ. Для аналізу відбирали такі показники: середньодобову температуру повітря; мінімальні та максимальні температури за період між обстеженнями; суму опадів між послідовними датами спостережень, характер погодних умов (тривалі дощові періоди, посушливі інтервали, різкі зміни температури тощо). Особлива увагу приділялась умовам у період появи первинних симптомів борошнистої роси та у фазі максимального розвитку захворювання. Це дозволяло виявити, за яких температурно-вологісних режимів збудник найбільш активно проявляється на дубі в даних умовах.

Для кількісної оцінки розвитку борошнистої роси та узагальнення результатів фенологічних спостережень використовували елементарні статистичні розрахунки: визначення середнього ступеня ураження листя, поширеності хвороби та середніх значень метеорологічних показників.

Середній ступінь ураження листя дуба на пробній ділянці розраховано як середнє арифметичне значення за групою модельних дерев у формулі (2.1):

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.1)$$

де X – середній ступінь ураження листя, %;

X_i – ступінь ураження листя на i -му модельному дереві, %;

n – кількість модельних дерев на ділянці

Отже, розрахунки сумарного ступеню ураження, відповідно до формули (2.2):

$$\sum_{i=1}^n X_i = 10 + 15 + 20 + 25 + 30 + 30 + 35 + 40 + 20 + 25 = 250 \%. \quad (2.2)$$

Кількість модельних дерев $n=10$.

$$X = \frac{250}{10} = 25\% \quad (2.3)$$

Отже, відповідно до обчислень середній ступінь ураження листя дуба на пробній ділянці становив 25 %. Далі для характеристики поширення борошнистої роси в насадженні розраховували за формулою (2.4) частку дерев, на яких виявлено ознаки хвороби (поширеність):

$$P = \frac{n_{ур}}{N} 100 \quad (2.4)$$

Де P – поширеність хвороби, %;

$n_{ур}$ – кількість уражених дерев (із будь-яким ступенем ураження > 0 %);

N – загальна кількість облікованих дерев (модельних).

На пробній ділянці обліковували 10 модельних дерев дуба ($N=10$). Із них на 8 деревах виявлено борошністу росу ($n_{ур}=8$), а 2 дерева залишалися без видимих симптомів. Тоді поширеність хвороби становить: $P=8/10 \cdot 100=80$ %, Отже, на даній ділянці в цю дату спостережень 80 % модельних дерев мали ознаки ураження борошністою росою.

Загалом для проведення аналітичних досліджень та кількісного опису таких зв'язків використовували елементарні статистичні методи: обчислювали середні значення, варіаційні характеристики, за можливості – коефіцієнти кореляції між рівнем ураження та окремими метеочинниками (температурою, кількістю опадів тощо) [29]. Графічні методи (побудова діаграм, гістограм, кривих динаміки) було застосовано для наочного представлення матеріалу й виявлення загальних тенденцій [15, 40]. Узагальнені результати аналізу фенологічних спостережень і їх зіставлення з впливом метеорологічних чинників стали основою для формулювання висновків, наведених у третьому розділі магістерської роботи.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ФЕНОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА АНАЛІЗ РОЗВИТКУ БОРОШНИСТОЇ РОСИ ДУБА

3.1. Динаміка розвитку борошністої роси дуба упродовж вегетаційного періоду

За результатами фенологічних спостережень встановлено, що розвиток борошністої роси дуба має чітко виражений сезонний характер і тісно пов'язаний з фазами вегетації дерев. Умовно у динаміці хвороби можна виділити кілька етапів: період первинної появи симптомів, фазу наростання інтенсивності ураження, період максимуму розвитку та фазу поступового загасання проявів хвороби.

У лабораторії ландшафтного дизайну кафедри садово-паркового та лісового господарства Сумського НАУ найбільшої шкоди сіянцям дуба звичайного завдає хвороба борошніста роса. Вона вражає молодий приріст у вигляді плям ніжно білого нальоту, яка складається з гіф грибниці, як це зображено на рис. 3.1.

Після певного проміжку часу спостерігається наступний етап розвитку ураження: плями на листках збільшуються, а наліт набуває виразного борошністого характеру. Уражені борошністою росою листки втрачають нормальні асиміляційні властивості через зменшення вмісту хлорофілу. Залежно від ступеня інфікування концентрація пігментів може як підвищуватися, так і знижуватися. Порушення асиміляції негативно впливає на ріст сіянців як у висоту, так і в діаметр. Приклад сильного ураження сіянців дуба борошністою росою наведений на рис. 3.1 (б).



а



б

Рис. 3.1. Враження садженців борошнистою росю: а – початкове; б – сильний ступінь

Шкідливість хвороби полягає у пригніченні ростових процесів листків, їх деформації, передчасному засиханні та опаданні. Сіянци дуба, уражені борошнистою росю, не завершують повного циклу вегетації та не встигають належним чином здерев'яніти, що робить їх особливо чутливими до осінніх заморозків і знижує зимостійкість.

У багатьох випадках уражене листя дуба не проходить повноцінної вегетації, а верхівки пагонів формуються у вигляді кущуватої або багатoverшинної структури, не встигаючи задерев'яніти. Такі пагони легко

пошкоджуються осінніми заморозками, відмирають і погано перезимовують (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Багатовершинність сіянців дуба звичайного (власне фото)

Найчастіше збудник хвороби уражає верхівки молодих пагонів, спричиняє їх відмирання (некроз) (рис.3.4).

На початку травня сіянці дуба ще не проявляли ознак ураження. Упродовж червня також не фіксувалося жодних патологічних змін. Перші слабо виражені симптоми хвороби були відмічені 6 липня. До 21 липня сформувався приріст із 5–6 листочків, які також виявилися ураженими. Зовнішній вигляд сіянців дуба звичайного, уражених борошнистою росою за умови внесення при посіві листя клена гостролистого, представлено на рис. 3.5 (лабораторія ландшафтного дизайну кафедри садово-паркового та лісового господарства).



Рис. 3.4. Враження верхівки молодих пагонів сіянцю дуба звичайного (власне фото)

У кінці липня розвиток хвороби різко активізувався, тому частоту спостережень збільшили: їх проводили 3–4 рази на місяць, з інтервалом 7–9 днів. На початок регулярних обліків налічувалося 31–34 листочок. Динаміку розвитку борошнистої роси протягом липня подано у вигляді гістограми.

У серпні інтенсивність поширення хвороби зростає: значно збільшилася кількість уражених верхівок, вкритих білим нальотом, а також випадки всихання апікальних частин пагонів. Ступінь розвитку борошнистої роси на сіянцях дуба звичайного в умовах лабораторії подано в таблиці 3.1.

Поширення міцелію на сіянцях було вперше зафіксовано через 7 днів від початку спостережень, тобто 26 травня. Ця дата була прийнята за початкову для подальших обліків. До таблиці внесено дати, протягом яких визначали ступінь ураження згідно з загальноприйнятими шкалами. Розвиток борошнистої роси

на листковій поверхні обчислювався як відсоток ураження на кожен дату фіксації.

Таблиця 3.1

Розвиток борошнистої роси на листках сіянців дуба звичайного, %

Дата фіксації	Ураженість, %
7.07	1,5
14.07	1,9
22.07	2,9
30.07	4,5
6.08	6,8
13.08	7,9
19.08	15,7
27.08	17,9
1.09	21,4
10.09	22,7

Із даних таблиці видно, що починаючи з 7 липня хвороба почала масово прогресувати. Хвороба розвивається протягом періоду спостережень з 7 липня 2025 року по 10 вересня 2025 року. Розвиток не рівномірний. Це зумовлено метеорологічними умовами, які сприяли патогенезу борошнистої роси сіянців дуба звичайного в НВК Сумського НАУ. Дані подані на рис. 3.8.



Рис. 3.1. Динаміка супіння ураженості сіянців дуба звичайного в умовах НВК Сумського НАУ, % (2025 р)

З даних спостережень наведених вище можемо зробити висновок, що *Microsphaera alphitoides*, викликає поступове відмирання листків, яке розпочинає прогресувати на початку липня і поступово розвивається з найвищим рівнем розвитку протягом серпня.

Нами також виявлено, що на деревах дуба звичайного максимальна інтенсивність розвитку борошнистої роси спостерігалася, як правило, у середині літа (липень), коли погодні умови поєднували достатньо високі температури та підвищену вологість повітря. У цей період на значній частині листків модельних дерев відзначався суцільний або майже суцільний біло-сірий наліт, особливо в середній частині крони. Ступінь ураження за умовною шкалою часто відповідав середньому або сильному рівню. На деяких листках починали проявлятися ознаки фізіологічного пригнічення: пожовтіння, часткова деформація, підсихання країв. У міру наближення до кінця вегетаційного періоду інтенсивність розвитку хвороби поступово знижувалася. У серпні – вересні на частині листків борошнистий наліт зберігався, проте нових осередків ураження вже майже не фіксувалося. Водночас на уражених

листочках частіше відзначалися симптоми старіння та відмирання тканин, що супроводжувалося передчасним опаданням. Таким чином, у другій половині вегетаційного періоду хвороба впливала не стільки шляхом нарощування площі ураження, скільки через скорочення тривалості функціонування листкового апарату.

Окрему увагу було приділено порівнянню динаміки розвитку хвороби на різних пробних ділянках. У більш загущених насадженнях із меншою зімкненістю верхнього намету, але щільним підліском, спостерігалася тенденція до вищого ступеня ураження порівняно з розрідженими насадженнями. Це, ймовірно, пов'язано з гіршим провітрюванням нижніх ярусів крони та підвищеним рівнем вологості повітря в таких умовах. У більш освітлених насадженнях, особливо на узліссях і відкритих ділянках, розвиток хвороби був менш інтенсивним, ступінь ураження рідше досягав високих значень, а борошнистий наліт був тоншим. Важливо зазначити, що ураження борошнистою росою не було рівномірним навіть у межах одного дерева. Частіше уражались листки у центральній та нижній частині крони, тоді як верхні яруси, які краще освітлювалися та обдувалися вітром, нерідко мали меншу інтенсивність ураження. Такий вертикальний градієнт розвитку хвороби слід враховувати при оцінці загального стану дерева та інтерпретації даних фенологічного моніторингу.

У цілому результати фенологічних спостережень свідчать, що борошниста роса дуба в умовах НВК СНАУ розвивається упродовж усього вегетаційного періоду, однак найбільш критичними для дубових насаджень є періоди масового наростання симптомів (червень–липень) і передчасного опадання ураженого листя (кінець літа – початок осені). Саме в ці часові інтервали хвороба може істотно впливати на продуктивність дерев і їхній загальний життєвий стан.

3.2. Вплив метеорологічних чинників на інтенсивність розвитку хвороби

Аналіз отриманих фенологічних даних у поєднанні з метеорологічною інформацією дозволив оцінити роль основних погодних чинників у формуванні інтенсивності розвитку борошнистої роси дуба в умовах Сумської області. Найсуттєвіший вплив на прояв хвороби здійснювали температура повітря, кількість та режим випадання опадів, а також рівень зволоженості повітря й тривалість вологих періодів упродовж вегетації.

За результатами спостережень встановлено, що первинна поява видимих симптомів борошнистої роси дуба переважно збігалася з періодом стабілізації середньодобових температур повітря на рівні вище $+10...+12$ °C. У цей час листовий апарат дуба вже сформований належним чином, а погодні умови стають сприятливими для проростання спор та формування міцелію гриба на поверхні листової пластинки. Занадто прохолодна весна із тривалими періодами знижених температур може дещо затримувати початок розвитку хвороби, тоді як тепла і волога весна сприяє ранній появі симптомів. Оптимальний температурний режим для інтенсивного розвитку борошнистої роси у досліджуваних умовах, судячи з динаміки ураження, знаходився в інтервалі приблизно $+16...+24$ °C. Саме при таких значеннях температури, поєднаних із підвищеною вологістю повітря, спостерігалось найшвидше наростання площі ураженої листової поверхні. У періоди, коли температура повітря стабільно трималася у високих значеннях (вище $+25...+27$ °C) за умов низької відносної вологості, інтенсивність розвитку хвороби знижувалася, а нові осередки ураження формувалися повільніше.

Суттєвий вплив на розвиток борошнистої роси мав також режим випадання опадів. Виявлено, що після зливових дощів, особливо у поєднанні з подальшим потеплінням, у найближчі дні спостерігалось посилення прояву хвороби. Це можна пояснити тим, що під час дощів підвищується вологість повітря, відбувається змочування листової поверхні, що створює сприятливі умови для проростання конідій та формування нових осередків інфекції. Крім того, прищепленню спор мікроскопічних грибів сприяють краплі дощу та

бризки, які можуть переносити інфекційний матеріал з уражених листків на здорові. У періоди тривалої відсутності опадів та підвищених температур (короткочасні літні посухи) інтенсивність розвитку борошнистої роси зменшувалася. Хоча на вже уражених листках наліт зберігався, нових осередків хвороби формувалося менше, а ступінь ураження за умовною шкалою залишався відносно стабільним. Разом з тим, у таких умовах могли посилюватися загальні стресові прояви у дерев (в'янення, часткове скручування листя), що ускладнювало розмежування впливу суто хвороби та водного стресу.

Важливим чинником виявилася також тривалість вологих періодів та частота чергування дощових і сухих днів. У роки, коли спостерігалися часті, але невеликі за кількістю опадів дощі при помірних температурах, інтенсивність розвитку борошнистої роси була вищою, ніж у роки з рідкісними, але інтенсивними зливами, між якими домінував сухий і спекотний режим. Це свідчить про значення не лише загальної суми опадів, а й структури їх розподілу в часі. Порівняльний аналіз між різними пробними ділянками показав, що однакові погодні умови можуть по-різному позначатися на інтенсивності розвитку хвороби залежно від мікроклімату насаджень. Наприклад, у загущених насадженнях, де зменшений рух повітря і довше зберігається висока відносна вологість, вплив сприятливих погодних періодів на розвиток борошнистої роси був більш вираженим, ніж у розріджених насадженнях. У той же час на відкритіших ділянках із кращою освітленістю та провітрюванням навіть за сприятливих для патогену погодних умов ступінь ураження був нижчим.

У підсумку можна зазначити, що розвиток борошнистої роси дуба в умовах НВК СНАУ визначається комплексною дією температури, вологості та опадів. Найбільш небезпечними для дубових насаджень є періоди поєднання помірно високих температур із частими опадами або тривалими вологими інтервалами. Знання цих закономірностей створює підґрунтя для розроблення системи прогнозу розвитку хвороби та планування профілактичних заходів у найуразливіші періоди вегетаційного сезону.

Важливим критерієм для оцінки шкодочинності борошнистої роси є розрахунок втрати функціонально активної листової поверхні. Біло-сірий міцеліальний наліт *Erysiphe alphitoides* покриває епідерміс листка, значно знижуючи його здатність до фотосинтезу [50, 51].

Для кількісної оцінки було використано метод визначення площі ураження у відсотках від загальної поверхні листка. Дані чітко ілюструють, що мікрокліматичні умови насаджень є критичними предикторами інтенсивності хвороби. Втрата асиміляційної поверхні на рівні 45–55% є критичною, оскільки пригнічує функцію хлоропластів, підвищує транспірацію і зменшує газообмін. Це призводить до зменшення синтезу органічних речовин, необхідних для росту і формування запасів деревини та кореневої системи [52].

Механізми шкодочинності включають:

1. Затінення: Міцеліальний наліт фізично блокує доступ сонячного світла до хлоропластів у палісадній та губчастій паренхімі.
2. Вилучення поживних речовин: Гаусторії гриба проникають у клітини епідермісу, висмоктуючи необхідні для життєдіяльності цукри та амінокислоти.
3. Водний стрес: Уражене листя має підвищену швидкість транспірації (втрати вологи), що особливо небезпечно в умовах літньої спеки, посилюючи водний дефіцит у дереві [50, 53].

Таким чином, у насадженнях з високим рівнем ураження хвороба перетворюється з естетичної проблеми на економічну, суттєво знижуючи продуктивність дуба. Це особливо важливо для молодих і середньовікових насаджень, де активний приріст деревини є пріоритетом лісогосподарювання.

3.3. Оцінка впливу хвороби та профілактичних заходів на стан довкілля

Борошниста роса дуба, як і більшість листових хвороб деревних порід, чинить комплексний вплив на стан насаджень і ширше – на функціонування лісових та паркових екосистем. В умовах НВК СНАУ вплив цієї хвороби проявляється не лише у зниженні декоративності та продуктивності дубових насаджень, а й у потенційній зміні умов середовища, яке вони формують.

Ураження листового апарату дуба борошнистою россою призводить до зменшення активної фотосинтезуючої поверхні. У періоди сильного розвитку хвороби частина листків передчасно втрачає функціональну активність, жовтіє і опадає, що зменшує тривалість ефективного фотосинтезу і, відповідно, надходження асимілянтів. Для молодих і середньовікових насаджень це може означати зниження річного приросту, уповільнення формування повноцінної крони та загальне послаблення дерев. У довгостроковій перспективі систематичне повторення років із високою інтенсивністю розвитку хвороби здатне призвести до зниження продуктивності насаджень і їх стійкості до інших стресових чинників [50, 51].

В екологічному аспекті важливим є те, що дубові насадження виконують роль середоутворюючого елемента для численних видів рослин і тварин. Зміни у стані крон, зменшення зімкненості та раннє прорідження листового намету впливають на мікроклімат під пологом – освітленість, температуру, вологість ґрунту та повітря. Це може спричинити перебудову підліску й трав'яного покриву, зміну умов існування ґрунтових організмів та безхребетних. У разі значного ослаблення дубових насаджень та їх відмирання можуть змінюватися й домінуючі породи у складі деревостанів, що потенційно впливає на біорізноманіття та стабільність екосистеми. Разом з тим, оцінюючи вплив хвороби на довкілля, необхідно враховувати і наслідки застосування заходів боротьби з нею. У лісових та паркових насадженнях навчально-виробничого комплексу СНАУ, як правило, не застосовують інтенсивних хімічних засобів захисту рослин, зважаючи на екологічні обмеження, рекреаційні функції території та навчальний характер об'єкта. Тому основні профілактичні заходи

спрямовані, передусім, на підвищення загальної стійкості насаджень та оптимізацію умов їхнього росту.

До таких заходів належать:

- підтримання оптимальної густоти насаджень шляхом своєчасних вибіркового рубок догляду;
- покращення умов провітрювання і освітленості, особливо у нижніх та середніх ярусах крони;
- своєчасне видалення відмерлих, сильно уражених та ослаблених дерев;
- прибирання й утилізація сильно ураженого опалого листя в зонах інтенсивного рекреаційного використання;
- заходи з підвищення загальної життєздатності дерев (догляд за ґрунтом, за можливості – меліоративні роботи, уникнення додаткового ущільнення ґрунту технікою тощо).

Застосування таких переважно лісівничих та санітарно-гігієнічних прийомів має мінімальний негативний вплив на довкілля порівняно з широким використанням фунгіцидів, особливо в умовах навчальних і рекреаційних насаджень. Навпаки, ці заходи покращують структурний стан насаджень, сприяють формуванню стійкіших деревостанів, знижують ймовірність розвитку не лише борошнистої роси, а й інших хвороб і шкідників.

У потенційному аспекті, за умови значного поширення хвороби та відсутності відповідних профілактичних заходів, можливе зростання навантаження на інші елементи екосистеми. Наприклад, збільшення кількості опалого ураженого листя може змінювати характер розкладу органіки, впливати на колообіг поживних елементів і склад ґрунтових мікробіоценозів. Однак у межах НВК СНАУ, за результатами спостережень, масштаби такого впливу залишалися локальними і не призводили до різких негативних змін стану довкілля.

Отже, оцінка впливу борошнистої роси дуба та заходів боротьби з нею в умовах навчально-виробничого комплексу СНАУ свідчить, що хвороба

становить реальний фактор ослаблення дубових насаджень, але за умови своєчасного лісівничого догляду, санітарних заходів і обмеження хімічного навантаження її негативний вплив на екосистему може бути істотно знижений. Отримані результати можуть слугувати основою для розроблення екологічно орієнтованих систем моніторингу і профілактики хвороб дуба в лісостепових умовах. Отримані результати фенологічних спостережень та аналіз кореляцій з метеорологічними чинниками є основою для розроблення ефективних систем прогнозування та моніторингу борошнистої роси дуба. Оскільки максимальна шкодочинність хвороби фіксується у липні, ключовим завданням є ідентифікація критичних порогових умов у травні-червні, які можуть сигналізувати про необхідність профілактичних заходів.

Для прогнозування інтенсивності розвитку хвороби в умовах Сумської області можна використовувати наступні методичні підходи:

Метод суми ефективних температур: Накопичення середньодобових температур вище біологічного мінімуму розвитку збудника ($+10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Коли сума досягає певного критичного значення (наприклад, 200–250 градусів), слід очікувати масового наростання інфекції.

Індекс вологості: Використання показників кількості днів з опадами та середньої відносної вологості повітря. Довгі періоди високої вологості ($>80\%$) у поєднанні з помірною температурою є прямим індикатором високого ризику.

Екологічна стратифікація ділянок: Розроблення прогностичних моделей окремо для різних типів насаджень (загущені, розріджені, узлісся), оскільки мікроклімат виявився ключовим чинником, що модифікує вплив погодних умов.

Моніторинг має бути спрямований на регулярний візуальний та кількісний облік. Для НВК СНАУ оптимальна частота моніторингу – один раз на 10 днів з кінця травня до середини серпня. Такий підхід дозволяє:

- Своєчасно фіксувати початок епіфітотії: Визначення першої появи (майже завжди в нижніх ярусах крони) є сигналом для посилення уваги.

- Оперативно оцінювати динаміку: Швидке наростання відсотка ураженої поверхні від 10% до 30% може вимагати негайного втручання (навіть якщо це лише лісівничі заходи).

Таким чином, результати проведених досліджень не лише підтвердили взаємозв'язок між погодою та хворобою, але й надали практичну основу для екологічно безпечного управління дубовими насадженнями, заснованого на прогнозі та цілеспрямованому моніторингу в найбільш уразливій фазі вегетації. Це відповідає сучасним вимогам сталого лісівництва. На підставі результатів фенологічних спостережень і аналізу факторів, що впливають на інтенсивність розвитку *Erysiphe alphitoides*, розробляються практичні рекомендації, спрямовані на зниження шкодочинності хвороби та підвищення стійкості дубових насаджень НВК СНАУ. Ці рекомендації поділяються на лісівничі (запобіжні) та фітосанітарні (захисні) заходи.

1. Оптимізація лісівничої структури та мікроклімату:

- Контроль зімкненості крон: Виявлено, що у загущених насадженнях ступінь ураження найвищий. Необхідно своєчасно проводити рубки догляду та освітлення, забезпечуючи краще провітрювання та інсоляцію нижніх ярусів крон. Це сприяє зниженню відносної вологості повітря, що є ключовим фактором пригнічення конідіального спороношення гриба.

- Санітарний догляд: Систематичне видалення сильно ураженого підліску, сухостійних та ослаблених дерев дуба, які можуть слугувати первинними осередками інфекції.

- Проріджування підліску: У місцях, де підлісок створює значне затінення та перешкоджає руху повітря (наприклад, густий ліщиновий чи кленовий підлісок), доцільно провести його часткове проріджування.

2. Агротехнічні та санітарно-гігієнічні заходи:

Прибирання рослинних решток: Збір та утилізація опалого листя дуба, особливо в насадженнях, де було зафіксовано високий рівень ураження, є ефективним заходом. У цьому листі зимують клейстотеції – джерело первинної

інфекції навесні. У паркових зонах це особливо важливо для зниження інокуляційного потенціалу.

Підвищення життєздатності: У молодих насадженнях та розсадниках важливо забезпечити оптимальні умови ґрунтового живлення, оскільки добре розвинені та сильні рослини демонструють вищу толерантність до хвороби.

3. Моніторинг і прогнозування як основа прийняття рішень:

Фенологічний моніторинг: Впровадження регулярного обліку хвороби з періодичністю 7–10 днів, особливо у фази розпускання листя (травень) та інтенсивного наростання маси (червень–липень), є обов'язковим. Це дасть змогу визначити точний початок вторинної інфекції.

Кліматичний прогноз: Використання даних метеостанцій для прогнозування. Якщо очікується період помірних температур (+16...+24 °C) із високою вологістю та частими невеликими опадами в червні, ризик інтенсивного розвитку борошнистої роси зростає, що вимагає превентивних дій.

4. Хімічні та біологічні методи (з обмеженнями):

Локальне застосування фунгіцидів: У насадженнях НВК СНАУ, зважаючи на екологічні обмеження, хімічний захист має бути винятковим і застосовуватися лише на критично уражених ділянках (наприклад, у розсадниках, делікатних паркових зонах чи молодих культурах) та з використанням екологічно безпечних препаратів. Обробку слід проводити превентивно (до появи масових симптомів) або на самому початку вторинної інфекції, коли ступінь ураження ще низький.

Біологічні препарати: Розгляд можливості використання біологічних фунгіцидів, заснованих на антагоністичних мікроорганізмах, що є екологічно прийнятною альтернативою в рекреаційних зонах.

Впровадження цих практичних кроків, заснованих на результатах досліджень, дозволить не лише знизити втрату асиміляційної поверхні, а й забезпечити довгострокову стійкість дубових насаджень в умовах лісостепової зони.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі встановлено особливості фенології розвитку борошнистої роси дуба звичайного (*Quercus robur L.*) в умовах Сумської області на прикладі насаджень навчально-виробничого комплексу СНАУ, а також проаналізовано вплив метеорологічних чинників та розроблено практичні рекомендації. Проаналізовано літературні джерела, які підтвердили ключову лісоутворюючу та екологічну роль дуба звичайного в лісостеповій зоні України. Встановлено, що борошниста роса, спричинена екзотичним патогеном *Erysiphe alphitoides*, є однією з найбільш поширених та економічно значущих хвороб дуба, що призводить до зниження фотосинтезу, передчасного листопаду та ослаблення дерев.

Біологія збудника передбачає перезимівлю у формі клейстотеціїв на опалому листі, які є джерелом первинної інфекції навесні. Вторинне поширення відбувається конідіями протягом вегетаційного періоду, причому найбільш сприятливі умови створюються за помірних температур і підвищеної вологості. Охарактеризовано природні умови НБК СНАУ: територія належить до лісостепової зони з помірно континентальним кліматом. Об'єкт дослідження включав три пробні ділянки з різними мікрокліматичними умовами (загущеність, освітленість, повнота), що забезпечило репрезентативність результатів щодо впливу умов насадження на розвиток хвороби.

Фенологічні спостереження встановили чітко виражений сезонний характер розвитку борошнистої роси. Первинні ознаки хвороби фіксувалися переважно в другій половині травня – на початку червня. Фаза максимальної інтенсивності розвитку (епіфітотії) припадала на липень, коли міцеліальний наліт ставав суцільним і найбільш вираженим. У цей період ураження найчастіше спостерігалось в середній та нижній частині крони. У другій половині літа (серпень–вересень) відзначалося загасання активного наростання нових осередків, однак посилювався негативний вплив хвороби через скорочення тривалості функціонування листового апарату і його передчасне

опадання. Аналіз динаміки хвороби підтвердив її тісний зв'язок з кліматичними параметрами. Оптимальним температурним діапазоном для інтенсивного наростання інфекції є +16...+24 °С у поєднанні з підвищеною вологістю. Рясні опади з подальшим потеплінням провокували посилення прояву хвороби. Встановлено, що мікроклімат насаджень є критичним чинником, що модифікує вплив погоди. У загущених і погано провітрюваних насадженнях спостерігалася тенденція до вищого ступеня ураження порівняно з розрідженими ділянками.

Кількісна оцінка втрати асиміляційної поверхні показала, що в насадженнях з найвищим ступенем ризику (Ділянка А) втрата досягала 45–55%. Це підтверджує, що борошниста роса є не лише естетичною, а й економічною проблемою, оскільки значно знижує фотосинтез і, як наслідок, продуктивність дуба. Оцінка впливу на довкілля показала, що хвороба призводить до зміни мікроклімату під пологом (через раннє прорідження крон) та потенційного зниження біорізноманіття у разі значного ослаблення насаджень. В умовах НВК СНАУ рекомендується використовувати екологічно орієнтовані профілактичні заходи замість інтенсивного хімічного захисту. Сформульовані практичні рекомендації включають: оптимізацію лісівничої структури шляхом проріджування для покращення аерації, санітарно-гігієнічні заходи (прибирання опалого листя) та впровадження системи моніторингу, що ґрунтується на прогнозі суми ефективних температур і вологості у травні-червні для виявлення критичних періодів.

Результати роботи мають практичне значення для лісогосподарських підприємств та фахівців у галузі лісового господарства для удосконалення системи моніторингу та своєчасного проведення профілактичних заходів у найуразливіші періоди вегетаційного сезону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гойчук А. Ф., Решетник Л. Л. Лісова фітопатологія у визначеннях, рисунках, схемах. 2-ге вид., перероб. і доповн. Житомир: Полісся, 2010. 186 с.
2. Гойчук А. Ф., Решетник Л. Л. Довідник-визначник базидіом головних дереворуйнівних грибів: навч. посіб. Житомир: Полісся, 2011. 48 с.
3. Гордієнко М. І., Гузь М. М., Дебринюк Ю. М., Маурер В. М. Лісові культури: підручник. Львів: Камула, 2005. 608 с.
4. Данильченко О. С. Географія Сумської області: навч.-метод. посіб. Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2020. 120 с.
5. ДСТУ 3404-96. Лісівництво. Терміни та визначення. Чинний від 20.09.1996. Київ: Держстандарт України, 1997. 32 с.
6. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ: Мінекономрозвитку України, 2016. 16 с.
7. Дудка І. А., Вассер С. П. Довідник міколога. Київ: Наукова думка, 1987. 535 с.
8. Про внесення змін до Лісового кодексу України: Закон України від 08.02.2006 № 3404-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3404-15#Text> (дата звернення: 17.11.2025).
9. Зерова М. Я. Атлас грибів України. Київ: Наукова думка, 1974. 252 с.
10. Корженівський Ю. С. Ліси і лісове господарство Сумської області. Київ: Урожай, 1967. 176 с.
11. Краснов В. П., Ткачук В. І., Орлов О. О. Довідник із захисту лісу. Київ: ЕКО-інформ, 2011. 528 с.
12. Літвіненко С. Г. Фітопатологія: конспект лекцій. Чернівці: ЧНУ, 2022. 120 с.
13. Леонт'єв Д. В., Акулов О. Ю. Загальна мікологія: підручник. Харків: Основа, 2007. 312 с.
14. Мазепа В. Г., Турко В. М., Сірук Ю. В., Курбет Т. В. Регіональне та соціальне лісівництво: навч. посіб. Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. 137 с.

15. Мацях І. П., Михайлів О. Б. Зв'язок поширення борошнистої роси дуба (*Microsphaera alphitoides* Greff. et Maubl.) із метеорологічними чинниками. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.5. С. 38–46.
16. Марков І. Л., Башта О. В., Гентош Д. Т. та ін. Фітопатологія: підручник. Київ: Фенікс, 2016. 490 с.
17. Марютін Ф. М., Пересипкін В. К., Білик М. О. Фітопатологія: підручник. Харків: Еспада, 2008. 546 с.
18. Стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2021 році: регіональна доповідь. Міндовкілля України. Київ, 2021. 200 с.
19. Михайлів О. Б. Зв'язок поширення борошнистої роси дуба (*Microsphaera alphitoides* Greff. et Maubl.) із метеорологічними чинниками. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.5. С. 38–46. URL: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2012.01.013> (дата звернення: 13.11.2025).
20. Невмержицький М. В. Патологічний стан дубових насаджень і особливості їх природного поновлення: кваліфікаційна робота магістра. Житомир: ПНУ, 2022. 75 с. URL: ir.polissiauniver.edu.ua (дата звернення: 13.11.2025).
21. Пінчук Н. В. Садово-паркова фітопатологія: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 180 с.
22. Розенфельд В. В. Технологічні засоби контролю борошнистої роси дуба звичайного у лісових розсадниках. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Лісівництво»*. 2021. Вип. 15. С. 90–97.
23. Соловей І. В. Агроекологічні умови формування продуктивності агроценозів у Сумській області: монографія. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 210 с.
24. Сумський обласний центр з гідрометеорології. Метеорологічні дані по м. Суми за 2015–2024 рр.. Офіційний сайт УкрГМЦ. URL: <https://meteo.gov.ua> (дата звернення: 12.11.2025).
25. Тюленева В. А. Клімат Сумської області. Суми: СумГПШ ім. А. С. Макаренка, 1989. 24 с.

26. Українська енциклопедія лісівництва: у 3 т. / гол. ред. С. І. Генсірук. Львів: НАН України, 2000–2003.
27. Чернявський М. В. Карасинські природні ліси – пралісові пам'ятки природи Полісся: монографія. Суми: Університетська книга, 2023. 220 с.
28. Чернявський М. В. Природоохоронне лісівництво у дубових лісах Лісостепу України. *Лісівництво, лісознавство і деревообробна промисловість*. 2006. Вип. 30. С. 178–187.
29. Цилюрик А. В. Словник-довідник термінів та визначень із лісової фітопатології. Київ: КВІЦ, 2008. 82 с.
30. Цилюрик А. В., Шевченко С. В. Лісова фітопатологія: підручник. Київ: КВІЦ, 2008. 464 с.
31. Цилюрик А. В., Шевченко С. В. Лісова фітопатологія. Практикум. Корсунь-Шевченківський: Поліграфічний центр «Ірена», 1999. 203 с.
32. Шевченко С. В. Лісова фітопатологія. Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1968. 344 с.
33. Свириденко В. Є., Бабіч О. Г., Киричок Л. С. Лісівництво: підручник. Київ: Арістей, 2004. 544 с.
34. Свириденко В. Є. Лісівництво: цикл лекцій: навч. посіб. Київ: Арістей, 2007. 391 с.
35. Свириденко В. Є., Киричок Л. С., Бабіч О. Г. Практикум з лісівництва: навч. посіб. Київ: Арістей, 2006. 416 с.
36. Федоров Н. И. Лісова фітопатологія: підручник для лісхоз. вузів. К: КВІЦ, 2004. 462 с.
37. Хелута В. П. Критичний перегляд видового складу збудників борошнистої роси в Україні. *Український ботанічний журнал*. 2023. Т. 80, № 3. С. 199–219.
38. Хелута В. П. Порошисторосяні гриби (*Erysiphales, Ascomycota*) України. *Український ботанічний журнал*. 2021. Т. 78, № 6. С. 381–399.

39. Дипломне проєктування: методичні рекомендації до написання та оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / Центр видавничої діяльності СНАУ. Суми: СНАУ, 2020. 36 с.
40. Методичні рекомендації щодо виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти ОПП «Менеджмент організацій і адміністрування». Суми: РВВ СНАУ, 2022. 25 с.
41. Правила оформлення студентських робіт: методичні вказівки для викладачів та студентів денної і заочної форм навчання. Суми: СНАУ, 2020. 36 с.
42. Борошниста роса дуба (*Microsphaera alphitoides*). Офіційний сайт Лісозахисту Львівського ОУЛМГ. 2025. URL: <https://lvivlisozahyst.co.ua> (дата звернення: 15.11.2025).
43. Борошниста роса дуба. Енциклопедія України (онлайн-версія). 2025. URL: <https://enu.org.ua> (дата звернення: 11.11.2025).
44. Braun U., Cook R. T. A. Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2012. 707 с.
45. Copolovici L., Väärtnõu F., Estrada M. P., Niinemets Ü. Oak powdery mildew (*Erysiphe alphitoides*)-induced volatile emissions scale with the degree of infection in *Quercus robur*. *Tree Physiology*. 2014. Т. 34, № 12. С. 1399–1410.
46. Desprez-Loustau M. L., Marçais B., Nageleisen L.-M., Piou D., Vannini A. Interspecific and intraspecific diversity in oak powdery mildew: complex structuring and recent evolution. *Forest Pathology*. 2011. Т. 41, № 5. С. 334–342.
47. Desprez-Loustau M. L., Saint-Jean G., Barrès B. та ін. Oak powdery mildew changes growth patterns in its host tree: host tolerance response and potential manipulation of host physiology by the parasite. *Annals of Forest Science*. 2014. Т. 71. С. 563–573.
48. Marçais B., Desprez-Loustau M. L. European oak powdery mildew: impact on trees, effects of environmental factors, and potential effects of climate change. *Annals of Forest Science*. 2014. Т. 71. С. 633–642.

49. Marçais B., Piou D., Desprez-Loustau M. L. Can oak powdery mildew severity be explained by indirect effects of climate on the composition of the pathogen population? *Phytopathology*. 2017. T. 107, № 5. C. 570–579.

50. Pap P., Ranković B., Draškić S., Čokeša V. Impact of *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. on physiological processes in oak seedlings. *Baltic Forestry*. 2014. T. 20, № 1. C. 124–132.

51. Vastag E., Kastori R., et al. Effects of oak powdery mildew (*Erysiphe alphitoides* [Griffon and Maubl.] U. Braun and S. Takam.) on photosynthesis of pedunculate oak (*Quercus robur* L.). *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*. 2019. № 136. C. 43–56.

52. Ivanko I., Alexeyeva A., Holoborodko K., Loza I., Zhukov O. Characteristics of photosynthetic processes in *Erysiphe alphitoides*-infected leaves of *Quercus robur* L. seedlings in oak forests of the steppe zone, Ukraine. *Forest Pathology*. 2025. T. 55, № 7. Art. e70032.

ДОДАТКИ

Додаток А.1



Рис. А.1. Визначення ступеня ураження садженців дуба звичайного борошнистою росою

Додаток А.2



Рис. А.2. Аналіз втрати листя садженців дуба звичайного за уваження борошнистою росю