

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології

Кафедра лісового та садово-паркового господарства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЯРОШУК РОМАН ЮРІЙОВИЧ

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 630*4

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб листяних
деревних рослин у філії “Ємільчинське лісове господарство”**
(тема роботи)

205 – лісове господарство

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Швець Марина Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.б.н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2024

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ ____ від « ____ » грудня 2024 р.

Завідувач кафедри _____

К.С.-Г.Н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Сірук Юрій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

« ____ » грудня 2024 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Ярошук Роман Юрійович** захистив

(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Ярошук Р. Ю. : «Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб листяних деревних рослин у філії «Ємільчинське лісове господарство». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Випускна кваліфікаційна робота охоплює дослідження особливостей симптоматики, поширення та впливу збудників бактеріальних захворювань на листяні деревні рослини в межах філії «Ємільчинське лісове господарство». Констатується, що у лісостанах дослідного регіону зафіксовані ознаки ураження лісових дерев хворобами бактеріальної етіології, зокрема на стовбурах дуба звичайного та берези повислої відзначений інтенсивний розвиток бактеріальної водянки, на листках верди білої – «водяний слід», на пагонах і стовбурах ясена звичайного – туберкульоз, на гілках і стовбурах тополі білої – бактеріальний рак. Детально проаналізовано механізми патогенезу, включно з проникненням бактеріальних збудників у рослинні тканини, їх розповсюдженням та впливом на фізіологічні процеси рослин. Ідентифіковано видовий склад збудників бактеріальних хвороб, які поширені у лісах філії «Коростишівське лісове господарство»: *Enterobacter nimipressuralis*, *Erwinia salicis*, *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* та *Aplanobacterium populi*. Встановлено, що бактеріальна водянка набула найвищого значення поширення у межах лісових насаджень філії «Ємільчинське лісове господарство» і складає орієнтовно 30-40 %, «водяний слід» поширений на 11,5 %, бактеріальний рак на 18,6 %, в туберкульоз – на 6,5 %. Зауважено, своєчасне виявлення та контроль захворювань зменшить економічні втрати лісового господарства, пов'язані з погіршенням якості деревини та загибеллю дерев.

Ключові слова : бактеріози, *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, збудник, патогенез, лісове господарство, захист рослин, фітопатологія.

ANNOTATION

Yaroshuk R. Yu. : «Symptoms and pathogenesis of bacterial diseases of deciduous woody plants in the branch «Yemil'chyns'ke Forestry». Qualification work for a master's degree in specialty 205 – forestry. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The final qualification work presents the study of the peculiarities of the symptoms, spread and impact of bacterial pathogens on deciduous woody plants within the branch «Yemil'chyns'ke Forestry». It is stated that in the forest stands of the study region there are signs of forest trees being affected by diseases of bacterial etiology, in particular, intensive development of bacterial wetwood is noted on the trunks of common oak and hanging birch, “water mark” on the leaves of white verdure, tuberculosis on the shoots and trunks of common ash, and bacterial cancer on the branches and trunks of white poplar. The mechanisms of pathogenesis were analyzed in detail, including the penetration of bacterial pathogens into plant tissues, their spread and impact on plant physiological processes. The species composition of bacterial pathogens common in the forests of the branch «Yemil'chyns'ke Forestry» was identified: *Enterobacter nimipressuralis*, *Erwinia salicis*, *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* and *Aplanobacterium populi*. It has been established that bacterial wetwood has acquired the highest prevalence within the forest stands of the branch «Yemil'chyns'ke Forestry» and is approximately 30-40 %, “water footprint” is spread by 11.5 %, bacterial cancer by 18.6 %, and tuberculosis by 6.5 %. It is noted that timely detection and control of diseases will reduce the economic losses of forestry associated with the deterioration of wood quality and tree death.

Key words: bacterioses, *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, pathogen, pathogenesis, forestry, plant protection, phytopathology

ЗМІСТ

Анотація		3
Перелік умовних позначень і скорочень		6
Вступ		7
РОЗДІЛ І.	ФІТОПАТОГЕННІ БАКТЕРІЇ ТА ЧИННИКИ ЇХ ВІРУЛЕНТНОСТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)	10
РОЗДІЛ ІІ.	МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ’ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
	2.1. Коротка характеристика діяльності філії «Коростишівське лісове господарство»	18
	2.2. Методика збору та обсяг експериментального матеріалу	19
	2.3. Характеристика тимчасових пробних площ	21
РОЗДІЛ ІІІ.	АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	23
	3.1. Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб дерев у лісостанах філії «Ємільчинське лісове господарство»	23
	3.2. Поширення та інтенсивність інфікування листяних дерев збудниками бактеріальних хвороб у лісостанах філії «Ємільчинське лісове господарство»	29
	3.3. Вплив бактеріальних хвороб на лісові деревні рослини	32
Загальні висновки		34
Список використаних джерел		36
Додатки		41

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ЛГ – Лісове господарство,
БХ – Бактеріальні хвороби,
ПЛР – Полімеразна ланцюгова реакція,
ЧК – Чиста культура,
КУО – Колонієутворюючі одиниці,
ВП – Вегетаційний період,
ФС – Фітосанітарний стан,
ІУР – Індекс ураження рослин,
ДСТУ – Державний стандарт України,
ГДК – Гранично допустима концентрація,
ЗЗР – Засоби захисту рослин,
рН – Водневий показник,
см – сантиметр,
мм – міліметр,
м² – квадратний метр,
га – гектар,
°С – градус Цельсія,
% – відсоток.

ВСТУП

Актуальність дослідження. Лісові біоценози відіграють провідну роль у підтримці економічного добробуту та екологічного балансу України. Однак, їх продуктивність та стабільність постійно перебувають під загрозою різноманітних чинників довкілля, серед яких особливе місце посідають збудники бактеріальні хвороби лісових деревних рослин. Бактеріозиди можуть призводити до значних економічних втрат у лісовому господарстві, призводити до погіршення якості деревини, зниження біорізноманіття та порушення екологічних функцій лісів. Вивчення симптоматики та патогенезу бактеріальних хвороб лісових деревних рослин є надзвичайно важливим для розробки ефективних стратегій моніторингу, профілактики та контролю цих захворювань. Точна діагностика на ранніх стадіях розвитку хвороби та розуміння механізмів її поширення дозволяють вчасно вживати необхідних заходів та мінімізувати негативний вплив на лісові екосистеми. Актуальність цього дослідження підкреслюється зростаючим впливом кліматичних змін та антропогенних факторів на стан лісів, що може призводити до підвищення вразливості деревних рослин до бактеріальних інфекцій. Крім того, існує потреба у розробці локально адаптованих методів боротьби з бактеріозиди, які б враховували специфіку природних умов та господарської діяльності в Коростишівському лісовому господарстві.

Метою роботи – вивчити та охарактеризувати симптоматику бактеріальних хвороб листяних деревних рослин, дослідити механізми їх патогенезу в умовах філії «Ємільчинське лісове господарство» для вдосконалення системи лісозахисних заходів та підвищення стійкості лісових насаджень.

Перелік основних завдань згідно теми дослідження:

1. Провести аналіз наукової літератури щодо збудників бактеріальних хвороб лісових деревних рослин, особливостей їх симптоматики та патогенезу.

2. Здійснити маршрутні обстеження лісових насаджень філії «Ємільчинське лісове господарство» для виявлення уражених дерев.

3. Провести візуальну діагностику симптомів бактеріальних захворювань на листяних деревних рослинах та систематизувати отримані дані.

4. Відібрати зразки уражених тканин лісових деревних рослин для подальшого лабораторного аналізу.

5. Здійснити виділення чистих культур бактерій-збудників з уражених тканин.

6. Виконати штучне зараження здорових рослин виділеними бактеріями для підтвердження їх патогенності та вивчення динаміки розвитку хвороби.

7. Проаналізувати отримані результати.

8. Розробити рекомендації щодо моніторингу, профілактики та контролю бактеріальних хвороб листяних деревних рослин у філії «Коростишівське лісове господарство».

9. Підготувати висновки та пропозиції на основі проведеного дослідження.

Об'єктом дослідження є листяні деревні рослини, що зростають у межах лісостанів філії «Ємільчинське лісове господарство».

Предметом дослідження є особливості патогенезу бактеріальних захворювань листяних порід в умовах філії «Ємільчинське лісове господарство».

Методи досліджень. Для дослідження симптоматики та патогенезу бактеріальних хвороб листяних деревних рослин у філії «Ємільчинське лісове господарство» ДП «Ліси України» використано наступні методи дослідження: польові методи (маршрутні обстеження лісових насаджень, візуальна діагностика симптомів захворювань та відбір зразків уражених тканин рослин); лабораторні методи (мікроскопічний аналіз уражених тканин, виділення чистих культур бактерій-збудників, ідентифікація патогенів методами класичної та молекулярної мікробіології) та фітопатологічні методи (штучне ураження

рослин для підтвердження патогенності виділених бактерій, вивчення динаміки розвитку хвороби).

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Швець Марина, Васильчук Михайло, Нестеренко Олександр, **Ярошук Роман**, Крижовець Дмитро. Видовий склад та поширення шкідників *Fraxinus excelsior* в умовах міських насаджень м. Житомира. *Лісовирощування: історична та інноваційна діяльність у галузі лісового господарства* [електронне видання] : збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції до 205-річчя з дня народження В. Є. фон Граффа, м. Овруч-Малин, 08 листопада 2024 року. Малин : Малинський фаховий коледж. Видавництво : МФК, 2024. С. 177-178.

2. Ярошук Р. Ю. Поширення і вплив каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella*) на міські насадження м. Житомира. *Ліс, наука, молодь*: матеріали XII Всеукр. наук.-практ. конф. (26 листопада 2024 р.). – Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 192.

3. Vasylchuk, M. M., Nesterenko, O. V., **Yaroshuk, R. Y.**, Kryzhovets, D.V. Species composition and distribution of pests of *Fraxinus excelsior* in urban stands of Zhytomir city. *Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства*: 78-ої Всеукр. наук.-практ. студ. конф. (7 листопада 2024 року), Київ : НУБіП України, 2024. С. 114.

Практичне значення отриманих результатів. Детальне вивчення симптоматики дозволить працівникам лісового господарства точніше і швидше виявляти бактеріальні ураження на ранніх стадіях, а розуміння патогенезу хвороб допоможе розробити ефективніші стратегії профілактики та боротьби з бактеріальними інфекціями.

Структура та обсяг роботи. Випускна робота має наступну структуру: вступ, три основних розділи, підсумкові висновки та додатки. Загальний обсяг роботи складає 45 сторінок тексту, написаного за допомогою комп'ютера, з них 36 сторінок припадає на основну частину. У роботі використано 40 джерел літератури.

РОЗДІЛ I

ФІТОПАТОГЕННІ БАКТЕРІЇ ТА ЧИННИКИ ЇХ ВІРУЛЕНТНОСТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

Захворювання рослин, спричинені бактеріями, називаються бактеріальними хворобами або бактеріозами. Вони поширені по всьому світу і мають значне економічне значення, оскільки завдають суттєвої шкоди сільському та лісовому господарству.

Бактерії належать до нижчих організмів, що не містять хлорофілу, мають мікронні розміри та характеризуються примітивною будовою.

Усі фітопатогенні бактерії належать до паличкоподібних форм; вони можуть бути як поодинокими, так і утворювати пари або ланцюжки. Більшість з них рухливі та мають полярний джгутиковий апарат. Більшість бактерій, що викликають хвороби рослин, не утворюють спор, за винятком декількох видів, таких як *Pseudomonas trifoliorum* Stapp. [8]. Оскільки фітопатогенні бактерії не утворюють спор, для них важливу роль відіграє капсула або слизова речовина. Бактерії, захищені капсулою, стійкі до впливу зовнішніх факторів, таких як тепло, світло, радіація та хімічні речовини, що дозволяє їм зберігати життєдіяльність тривалий час.

За сприятливих умов бактеріальна клітина починає ділитися. Зазвичай це відбувається без статевого процесу шляхом простого поділу клітини на дві рівні частини. Однак для деяких видів бактерій можливе і статеве розмноження [11].

Фітопатогенні бактерії мають властивості, що визначають розвиток інфекцій, такі як патогенність, вірулентність, інфекційність, агресивність, інвазійність та токсичність [6].

Дослідження проблеми поширення фітопатогенних бактерій у природних середовищах, зокрема у лісових екосистемах, охоплює широкий спектр наукових праць вітчизняних та зарубіжних вчених (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Огляд літератури про фітопатогенні бактерії як збудники хвороб рослин

Проблематика	Автори та назва наукової праці	Короткий виклад матеріалу
Загальна характеристика фітопатогенних бактерій	Гвоздяк та співавтори (2011), монографія "Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин"	Всебічний огляд основних груп фітопатогенних бактерій, їх біологічних особливостей та механізмів патогенності. Автори підкреслюють, що бактеріальні патогени здатні уражувати різні органи деревних рослин, включаючи листя, гілки, стовбури та коріння.
Поширення бактеріозів у лісових екосистемах	Черпаков (2012) "Бактеріальні хвороби лісових порід у патології лісу"	Дослідження висвітлює питання поширення бактеріальних захворювань у різних типах лісів. Автор зазначає, що зміна кліматичних умов та антропогенне навантаження сприяють збільшенню випадків бактеріозів у лісових насадженнях.
Симптоматика бактеріальних хвороб	Шевченко та Цилюрик (2008), підручник "Лісова фітопатологія"	Детально описано симптоматику різних бактеріальних захворювань лісових деревних порід. Автори наголошують на важливості ранньої діагностики для ефективного контролю захворювань.
Патогенез бактеріальних інфекцій	Муравйова та колеги (2019), стаття "Механізми патогенності фітопатогенних бактерій та їх взаємодія з рослиною-господарем"	Розкрито молекулярні основи патогенезу бактеріальних інфекцій. Вони описують роль систем секреції, фітотоксинів та ферментів у розвитку захворювань.

Продовження табл. 1.1

Діагностика бактеріальних хвороб	Іванюк та співавтори (2017) "Сучасні методи діагностики фітопатогенних бактерій"	Огляд традиційних та молекулярно-генетичних методів виявлення та ідентифікації бактеріальних патогенів лісових дерев.
Економічний вплив бактеріозів	Мешкова (2019) "Лісопатологічний моніторинг і прогноз"	Аналіз економічних наслідків бактеріальних захворювань для лісового господарства України та пропонує методи оцінки збитків.
Методи боротьби з бактеріальними хворобами	Парпан та колеги (2020), стаття "Інтегрований захист лісів від хвороб та шкідників"	Сучасні підходи до профілактики та контролю бактеріальних захворювань у лісових насадженнях, включаючи біологічні та хімічні методи захисту.
Вплив кліматичних змін на поширення бактеріозів	Чайка та співавтори (2018) "Вплив зміни клімату на поширення хвороб і шкідників лісу"	Дослідження аналізує потенційні наслідки глобального потепління для епідеміології бактеріальних захворювань лісових дерев.

Цей огляд літератури демонструє багатогранність проблеми фітопатогенних бактерій як збудників хвороб лісових деревних рослин та підкреслює необхідність подальших досліджень у цій галузі для розробки ефективних стратегій захисту лісових екосистем.

Вірулентність бактерій є якісною характеристикою патогенності, яка визначає здатність потенційного патогена уражати конкретний вид рослин-господарів. Один і той самий збудник (фітопатоген) може бути вірулентним для одного виду рослини, але абсолютно авірулентним (безпечним) для іншого. На основі вірулентності патогенів виділяють різні раси в межах одного виду [11].

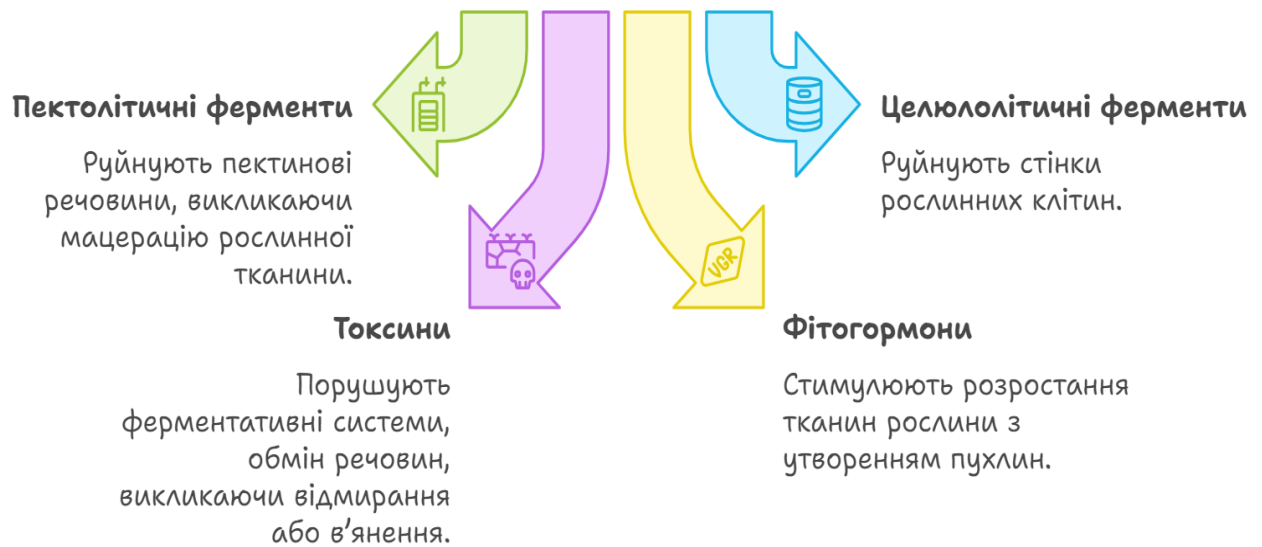


Рис. 1.1. Головні фактори вірулентності фітопатогенних бактерій

Токсин, що виробляються фітопатогенними бактеріями *Pseudomonas syringae* (рис. 1.2), за хімічним складом є низькомолекулярним пептидом, який блокує виділення ферменту глутамінсинтетази, важливого для утворення хлорофілу. Це призводить до утворення плям на листках. Також у ролі токсинів можуть виступати глікопептиди та полісахариди, що входять до складу слизових шарів бактерій [31].

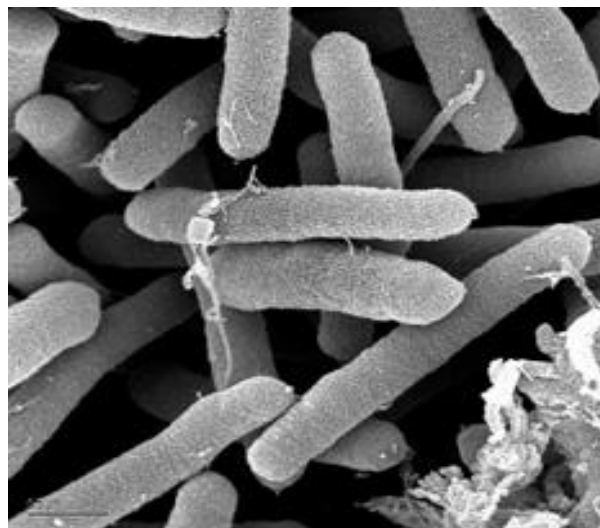


Рис. 1.2. Збудник *Pseudomonas syringae* [35]

Наприклад, синтезовані фітопатогенними бактеріями *Agrobacterium tumefaciens* (рис. 1.3) фітогормони – індолілоцтова кислота та гетероауксин, є основною причиною утворення на уражених органах рослин наростів і напливів ракового типу.

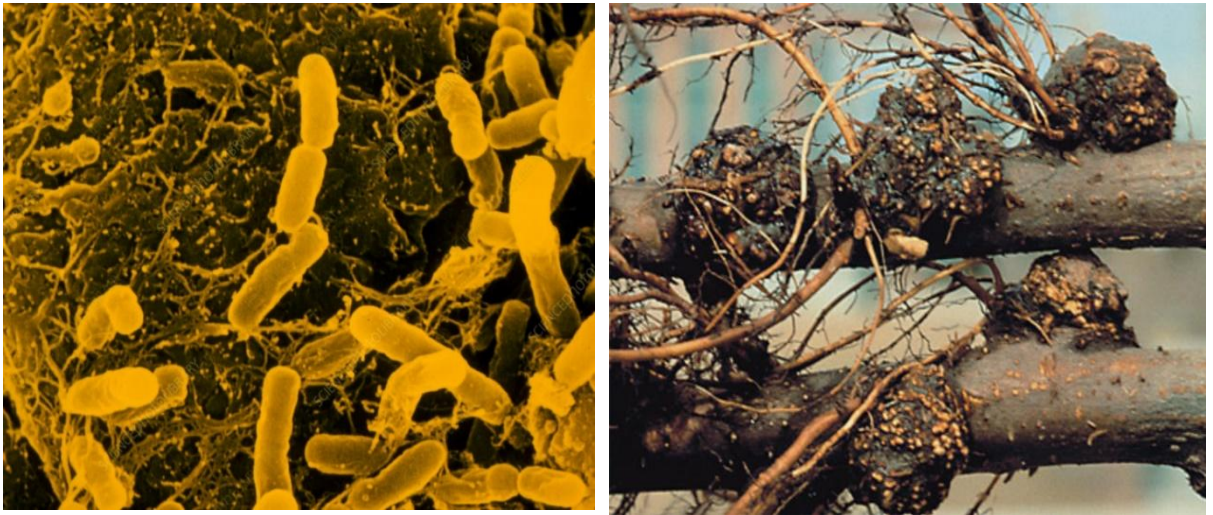


Рис. 1.3. *Agrobacterium tumefaciens* [25] та типова симптоматика інфікування коріння бакеріозом [26]

Пухлини здатні стискати провідні судини, що призводить до загибелі рослини. Одним із фітогормонів є гіберелін, синтезований бактеріями, який спричиняє аномальне подовження уражених пагонів [16].

Фітопатогенні бактерії, потрапляючи на тканини рослин, ініціюють патогенний процес, який проявляється через різні зовнішні симптоми ураження. Хоча прояви бакеріозів у рослин можуть бути досить різноманітними, їх можна класифікувати за кількома основними типами. Найпоширенішим є гниль (тверда, мокра, суха), які, наприклад, викликають бактерії *Pseudomonas xanthochlora* Stapp. та *Pectobacterium carotovorum* Dowson. [28]. В'янення окремих органів або всієї рослини спричинюють, наприклад, *Pseudomonas solanacearum* E. Sm., *Erwinia tracheifilum* Burgw., *Aplanobacter stewartii* McCul, *Xantomonas campestris* Dowson.) [19]. Особливо небезпечним є тип хвороби опік, який викликають бактерії *Erwinia amylovora* Burill., *Pseudomonas cerasi* Griff. [13]. Деякі фітопатогенні бактерії при ураженні одного виду рослин спричинюють не один тип, а декілька не схожих типів ураження. Наприклад, це типово для бактерій *Corynebacterium michiganens* Jens., *Erwinia amylovora* Burill. та ін. [18].

Процес виникнення інфекційного процесу (патогенезу) у рослин пов'язане не лише з безпосереднім впливом патогенного фактора або

фітопатогенного мікроорганізму, а також із патогенністю і вірулентністю збудника, сприйнятливістю рослини-живителя і умовами довкілля, які можуть активізувати або, навпаки, пригнічувати розвиток патології. Цей процес можна розділити на кілька фаз (рис. 1.4).

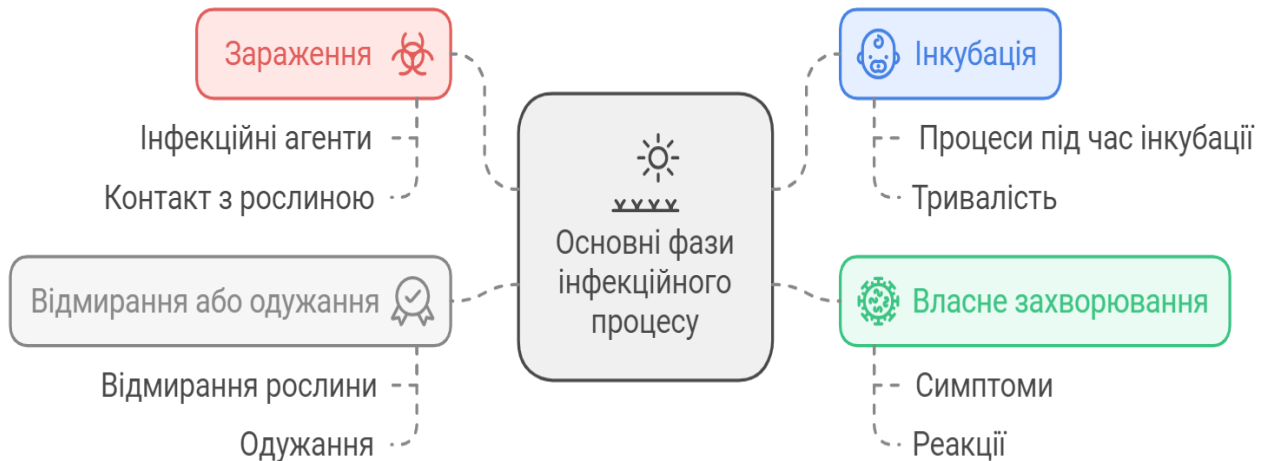


Рис. 1.4. Фази інфекційного процесу

Зараження відбувається тоді, коли спори грибів, бактерії, віруси або інші фітопатогени проникають у рослинний організм різними шляхами: через природні отвори (наприклад, продихи, сочевички, нектарники), відкриті механічні рани або за допомогою комах-переносників. Таким чином збудник хвороби проникає в тканини рослини-живителя, проходячи (іноді навіть руйнуючи) її захисні бар'єри (кутикулу, клітинну стінку).

Інкубаційний період розпочинається тоді, коли збудник хвороби активно нарощує свою чисельність та поширюється всередині рослинного організму, але зовнішніх ознак хвороби ще не помітно. У цей час відбуваються різноманітні біохімічні реакції між фітопатогеном і рослиною-живителем. Рослина намагається протистояти поширенню інфекції, виділяючи при цьому, захисні речовини, але часто збудник виявляється сильнішим.

Власне захворювання характеризується появою типових для певного захворювання симптомів: хлорози, плями, всихання, гнилі, мозаїка, некрози, в'янення тощо. Фітопатоген порушує фізіологічні процеси, а також руйнує рослинні клітини, наслідком чого зниження продуктивності або загибелі рослини.

У деяких випадках рослина може подолати інфекцію завдяки своїй імунній системі або завдяки застосуванню захисних заходів – тоді настає одужання. Проте, якщо фітопатоген характеризується високим ступенем агресивності, або якщо рослина-живитель ослаблена іншими чинниками, вона може загинути.

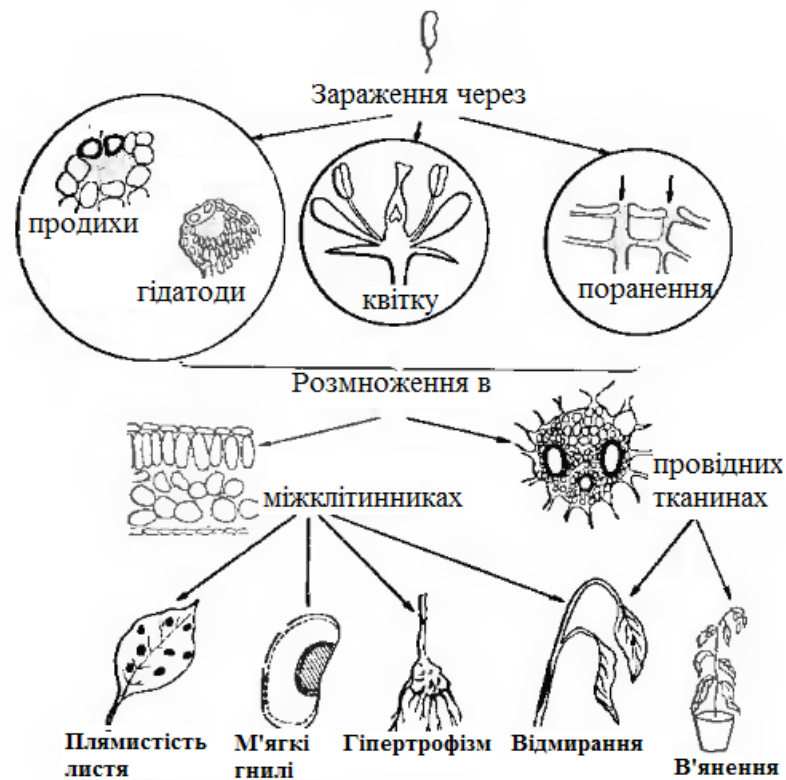


Рис. 1.5. Шляхи проникнення інфекції, механізми розмноження фітопатогенних бактерій та типи симптомів, які вони спричиняють

Фітопатогенні бактерії становлять серйозну загрозу для здоров'я та виживання лісових деревних рослин. Вони є одними з найпоширеніших збудників хвороб дерев, спричиняючи значні економічні збитки лісовому господарству та негативно впливаючи на екологічну рівновагу лісових екосистем. Бактерії здатні швидко розмножуватися і поширюватися всередині рослини, а також передаватися від однієї рослини до іншої різними шляхами (комахи, вітер, вода). Симптоми бактеріальних хвороб можуть бути дуже різноманітними і часто важко відрізнити їх від симптомів інших хвороб. Це ускладнює діагностику і своєчасне вжиття заходів боротьби. Не всі бактеріальні

хвороби лісових дерев добре вивчені, що ускладнює розробку ефективних методів боротьби. Масові захворювання, спричинені фітопатогенними бактеріями, можуть призвести до загибелі великих площ лісу, що має негативні наслідки для біорізноманіття, клімату та економіки. Дотримання правил ведення лісового господарства, своєчасне виявлення і видалення хворих дерев, використання стійких до хвороб сортів. Обробка рослин біологічними або хімічними препаратами. Регулярний моніторинг стану лісів для своєчасного виявлення осередків захворювання. Проведення наукових досліджень для розробки нових методів боротьби з фітопатогенними бактеріями.

Отже, фітопатогенні бактерії є серйозною проблемою для лісового господарства. Для ефективної боротьби з ними необхідний комплексний підхід, що включає профілактичні, захисні та наукові заходи. Тільки спільними зусиллями ми зможемо зберегти наші ліси для майбутніх поколінь.

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Коротка характеристика діяльності філії «Ємільчинське лісове господарство»

Філія «Ємільчинське лісове господарство» відіграє ключову роль у збереженні та раціональному використанні лісових ресурсів. Її діяльність охоплює широкий спектр завдань, спрямованих на забезпечення екологічної рівноваги, економічного розвитку та соціального благополуччя регіону.

Основні напрямки діяльності філій: лісовідновлення (створення нових лісових насаджень шляхом посадки саджанців або природного поновлення; вибір відповідних видів дерев з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов та призначення лісу; догляд за молодняком, захист від шкідників та хвороб), захист лісу (моніторинг стану лісів, виявлення шкідників та хвороб; проведення санітарних рубок для видалення хворих та пошкоджених дерев; захист лісу від пожеж, будівництво протипожежних розривів), використання лісових ресурсів (проведення лісозаготівель відповідно до лісогосподарських планів; переробка деревини та виробництво лісопродукції; збір лісових ягід, грибів та інших недеревинних лісових продуктів), охорона лісу (захист лісу від незаконних рубок, полювання та інших правопорушень; охорона біологічного різноманіття лісових екосистем; Створення заповідних територій та національних парків), екологічне виховання (проведення екологічних заходів та акцій; співпраця з навчальними закладами та громадськими організаціями). Сучасні тенденції в діяльності філії передбачає використання геоінформаційних систем, дронів та інших інновацій для підвищення ефективності управління лісовими ресурсами.

Діяльність філії «Ємільчинське ЛГ» спрямована на забезпечення балансу між економічними, соціальними та екологічними інтересами. Завдяки своїй роботі філія сприяє збереженню біологічного різноманіття, покращенню якості довкілля та забезпеченню сталого розвитку регіону.

2.2. Методи дослідження особливостей симптоматики, патогенезу та поширення бактеріозів листяних деревних рослин у лісостанах філії «Ємільчинське лісове господарство»

Програма дослідження передбачала: проведення детального фітосанітарного обстеження лісових насаджень філії «Коростишівське ЛГ»; виявлення та ідентифікація бактеріальних патогенів, що спричиняють хвороби листяних дерев; оцінка масштабів поширення, інтенсивності розвитку хвороб, а також виділення кордонів найбільш уражених ділянок; виявлення факторів, що сприяють розвитку бактеріальних хвороб; розробка ефективних заходів боротьби з цими захворюваннями; забезпечення збереження здоров'я лісових насаджень філії «Ємільчинське лісове господарство» та підвищення їх стійкості до збудників інфекційних захворювань.

Для ефективного дослідження бактеріальних хвороб листяних дерев у лісах філії «Ємільчинське ЛГ» необхідно застосовувати комплексний підхід, який включає наступні методи: загальні лісівничо-таксаційні методи, фітопатологічний огляд, мікробіологічні лабораторні дослідження та ін.

Фітопатологічний огляд передбачає систематичний огляд лісових насаджень із метою виявлення характерних симптомів бактеріальних хвороб, таких як виділення ексудату, стрімке всихання та передчасне опадання листя, гачкоподібне вигинання пагонів, некротні рани тощо.



Рис. 2.1. Процес проведення фітосанітарного моніторингу [10]

Відбір зразків хворих тканин (листіків, гілок, кори) здійснювали у межах пробних ділянок для подальших лабораторних досліджень у біолабораторії. Також оцінювали масштаби ураження на основі інформації про поширення хвороби (у відсотках і балах) і її інтенсивність (у відсотках і балах), проводили визначення меж вогнищ інфекції.

Лабораторні мікробіологічні методи включали дослідження відібраних в польових умовах, уражених бактеріозами, зразків під мікроскопом для виявлення бактеріальних клітин, їх морфологічних особливостей та присутності в тканинах рослини. Бактеріологічний аналіз передбачав виділення та ідентифікація збудників бактеріальних хвороб способом посіву на поживні середовища у чашки Петрі та проведення спеціальних біохімічних тестів.



Рис. 2.2. Процес виділення та ідентифікації збудника хвороби під час проведення лабораторних досліджень [22]

Екологічні дослідження передбачали аналіз лісорослинних умов для вивчення впливу різних лісівничо-таксаційних показників (тип ґрунту, кліматичні умови, вік і порода дерев) на інтенсивність розвитку і поширення збудників бактеріальних хвороб у лісах філії «Коростишівське ЛГ».

Систематичне дослідження бактеріальних хвороб листяних дерев є необхідною умовою для збереження біологічного різноманіття та продуктивності лісових екосистем. Застосування комплексного підходу, що поєднує польові та лабораторні дослідження, дозволить отримати об'єктивну

оцінку ситуації та розробити ефективні стратегії управління лісовими ресурсами.

2.3. Характеристика тимчасових пробних площ

Для дослідження симптомів та поширення бактеріальних хвороб листяних дерев у лісах філії «Ємільчинське ЛГ» закладено 8 тимчасових пробних площ (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Лісівничо-таксаційна характеристика пробних площ у лісостанах філії «Ємільчинське лісове господарство»

№ПП	Лісництво, квартал, виділ	Загальна площа, га	Склад деревостану	Вік, років	Повнота	ТЛҮ
1	Барашівське лісництво, кв. 18 вид. 1	2,3	7Дз3Яз	67	0,7	B ₂
2	Барашівське лісництво, кв. 28 вид. 3	1,0	10Влч+Бп	36	0,7	B ₂
3	Ємільчинське лісництво, кв. 25 вид. 1	3,5	7Влч2Бп1Сз	57	0,8	B ₂
4	Ємільчинське лісництво, кв. 18 вид. 1	0,8	5Бп2Влч2Дз1Сз	69	0,8	B ₂
5	Ємільчинське лісництво, кв. 18 вид. 1	1,8	4Бп2Ос2Вб2Дз	81	0,8	B ₁
6	Копичинське лісництво, кв. 18 вид. 1	1,0	6Бп2Дз2Сз	44	0,7	A ₂
7	Копичинське лісництво, кв. 18 вид. 1	2,1	7Дз2Бп1Сз	34	0,8	B ₁
8	Жужельське лісництво, кв. 18 вид. 1	2,2	5Дз4Бп1Сз	55	0,7	B ₂

Аналіз лісівничо-таксаційних характеристик пробних площ у лісостанах філії «Ємільчинське ЛГ» показує особливості різних типів лісових насаджень, їх склад, вік та повноту. Пробні площі розташовані в Барашівському, Ємільчинському, Копичинському та Жужельському лісництвах філії «Ємільчинське ЛГ». Найбільші площі мають пробні ділянки в Ємільчинському лісництві (3,5 га) та в Копичинському лісництві (2,2 га), тоді як найменші – у Барашівському та Жужельському (по 0,8 та 1,0 га). Основні види дерев, які зростають у межах пробних площ – це дуб звичайний (Дз), береза повисла (Бп), ясен звичайний (Яз), сосна звичайна (Сз), вільха чорна (Влч), осика (Ос), верба біла (Вб). Наймолодші лісостани мають вік 34–36 років, а найстарші – 81 рік. Повнота лісостану варіюється між 0,7 та 0,8. Це свідчить про середню щільність деревного покриву. Найчастіше зустрічаються умови типу B_2 (середньо-багаті умови), хоча є кілька ділянок з типом A_2 (бідні умови) і B_1 (багаті умови). Ці дані дають уявлення про різноманітність лісових умов у регіоні та їх лісогосподарську цінність.

РОЗДІЛ III

АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб дерев у лісостанах філії «Ємільчинське лісове господарство»

Ослаблення лісів філії «Ємільчинське ЛГ» спричинене кількома взаємозв'язаними факторами, які включають абіотичні, антропогенні та біотичні чинники. Зокрема, нерівномірний розподіл опадів і потепління призводять до посух, що має негативний вплив на кореневу систему деревних рослин і робить їх чутливими до збудників хвороб (особливо бактеріального походження) і шкідників. Зміни клімату також сприяють збільшенню кількості стихійних явищ – буревіїв, градів та інших, які механічно пошкоджують дерева. Зростання чисельності популяції шкідників, таких як представники родини *Scolytidae*, може сприяти деградації лісів, а ослаблені дерева, як відомо, є менш стійкими до їхніх атак. Інтенсивні прийоми вирубки лісу та порушення екологічного балансу через антропогенну діяльність також спричиняють ослаблення дерев. Погіршувати стан лісів можуть промислові викиди, зокрема важкі метали та хімічні сполуки, що потрапляють у воду і ґрунт і воду, особливо на територіях, які розташовані поблизу міст та промислових об'єктів. Після Чорнобильської катастрофи велика частина лісів Житомирщини, у т.ч. лісів філії «Ємільчинське ЛГ», постраждала від радіоактивного забруднення, що вагомо знизило стійкість окремих дерев до впливу зовнішніх впливів. Зниження родючості ґрунту через нераціональне землекористування та відсутність відповідних заходів із захисту ґрунтів призводить до постійного ослаблення лісових насаджень. Інвазивні види рослин та шкідливих комах витісняють місцеві види деревних рослин та інших рослин, що веде до втрати видового складу біорізноманіття та ослаблення стійкості лісових екосистем. Як природного походження, так і спричинені людською діяльністю лісові пожежі знищують дерева та порушують екологічну систему лісів. Тому з метою

збереження лісів філії «Ємільчинське ЛГ» необхідно враховувати вплив цих чинники та терміново впроваджувати комплексні заходи зі зменшення їхнього тиску.

Результати обстеження пробних площ у лісах філії «Ємільчинське ЛГ», можна зробити наступні висновки, що загальна кількість деревних рослин на обстежуваних пробних площах варіюється від 179 до 218 штук. При цьому, кількість здорових дерев варіюється від 42,8 % до 72,5 %, а кількість ослаблених дерев – від 27,5 % до 57,2 %, що вказує на різний ступінь ураження на різних площах, який, ймовірно, залежить від лісівничо-таксаційних показників деревостану – вікової категорії, повноти, складу і т.д.

Таблиця 3.1

**Результати детального обстеження пробних площ у лісах філії
«Ємільчинське ЛГ»**

№ПП	Загальна кількість дерев на ПП, шт.		Кількість здорових дерев		Кількість ослаблених дерев		Назва виявленого бактеріозу
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	
1	215	100,0	148	69,8	65	30,2	Бактеріальна водянка, туберкульоз
2	193	100,0	113	58,5	80	41,5	Бактеріальна водянка,
3	179	100,0	86	48,1	93	51,9	Бактеріальна водянка, бактеріоз листків
4	201	100,0	86	42,8	115	57,2	Бактеріальна водянка, бактеріальний рак
5	214	100,0	138	64,5	76	35,5	Бактеріальний рак, «Водяний слід»
6	193	100,0	113	58,5	80	41,5	Бактеріальна водянка, бактеріальний рак
7	206	100,0	142	68,9	64	31,1	Бактеріальна водянка
8	218	100,0	158	72,5	60	27,5	Бактеріальна водянка

У лісових насадженнях філії «Ємільчинське ЛГ» зафіксовані симптоми ураження лісових деревних рослин збудниками бактеріальних хвороб, зокрема на стовбурах дубів і беріз бактеріальна водянка (збудник – *Enterobacter nimipressuralis*), на стовбурах *Pinus sylvestris* L. – бактеріальний рак (збудник – *Agrobacterium tumefaciens*), на листках верб – патологія «водяний слід» (збудник – *Erwinia salicis*), на ясеневих пагонах і стовбурах туберкульоз (бактерія *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*), на тополевих гілках і стовбурах бактеріальний рак (бактерія *Aplanobacterium populi*). Варто зауважити, що хвороба бактеріальна водянка (рис. 3.1) присутня на всіх пробних площах і є найпоширенішим видом захворюванням листяних дерев філії «Ємільчинське ЛГ». Захворювання призводить до порушення водного балансу рослини, спричиняючи некроз тканин.



Рис. 3.1. Виділення ексудату при ураженні стовбурів дуба звичайного і берези повислої збудником бактеріальної водянки

На стовбурах і пагонах уражених дерев утворюються водянисті пухлини, які здаються мокрими або мають блискучу поверхню. Іноді ці пухлини є м'якими на дотик і містять всередині водянисту рідину. З уражених ділянок протягом вегетаційного періоду виділяється слизоподібна рідина, що характеризується неприємним запахом. З часом помітними стають мертві ділянки кори та деревини. Некротичні зони поступово збільшуються, викликаючи відмирання окремих частин дерева (гілок або навіть стовбура).

Бактеріальний рак зустрічається на кількох ділянках (№ 4, 5, 6), що вказує на його значну розповсюдженість. Найхарактерніший симптом даного бактеріозу – поява наростів або пухлин на стовбурах, пагонах, а також на корінні.

Пухлини зазвичай спочатку невеликі за розмірами, відносно м'які за текстурою, спочатку характеризуються гладкою поверхнею, але згодом твердіють, вагомо збільшуються в розмірі і вкриваються тріщинами різних розмірів, які часто рубцюються (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Ознаки інфікування стовбурів і пагонів тополі збудником бактеріального раку

На пізніх стадіях патогенезу пухлини розвиток пухлин веде до некротизації тканин – спостерігаються темні, відмерлі ділянки, які відшаровуються. Важливо зауважити, що бактеріальний рак проникає в судинну систему дерева, через що порушується транспортування поживних речовин і води. Як наслідок – передчасне в'янення листя, зміна кольору і передчасне обпадання. Іноді інфіковані бактеріозом гілки повністю всихають і відмирають. Древа молодого віку є більш вразливими до збудника бактеріального раку і можуть повністю загинути за короткий проміжок часу.

Якщо захворювання поширюється на кореневу систему, то спостерігається гниття коріння, внаслідок цього дерева можуть вивертатися при сильних вітрах або буревіях.

Деякі специфічні хвороби, такі як бактеріоз листків (ПП № 3) та "Водяний слід" (ПП № 5), зустрічаються значно рідше, але, при цьому, формують суттєвий вплив на ослаблення деревних рослин дослідного регіону.

Бактеріоз «Водяний слід» – це захворювання, яке характеризується появою водянистих, темних плям або смуг, які є помітними на зрізах деревини. Ці плями поширюються вздовж судинних пучків дерева, що нагадує слід від води. Фітопатогени, що спричиняють «водяний слід», проникають у судинну систему деревної рослини, порушуючи нормальний транспорт води і поживних речовин, що негативно впливає на її загальний фізіологічний стан і зниження її росту та розвитку (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Наслідки ураження верби збудником «водяного сліду»

Також уражене дерево може проявляти симптоми зневоднення, такі як передчасне в'янення та жовтіння листя, особливо на верхніх гілках. Листя може скручуватися, сохнути та обпадати. Уражені пагони поступово засихають і відмирають, на їх поверхні з'являються дрібні тріщини або ранки, що загалом підсилює поширення інфекції. З уражених ділянок деревини, особливо на

стовбурі, може виділятися рідина, яка нагадує водянистий ексудат. Дерево поступово втрачає свою життєздатність.

Туберкульоз ясена – це захворювання, яке вражає судинну систему дерева, призводячи до серйозних пошкоджень та поступового ослаблення дерева. Найбільш характерною ознакою є поява невеликих наростів або вузликів на корі стовбура та гілок. Нарости мають шорстку поверхню та можуть бути темними або коричневими на колір. Зазвичай вони утворюються на молодих гілках і поступово поширюються на старіші частини дерева. Після утворення наростів спостерігається відмирання тканин дерева в місці ураження. Кора в цих місцях може тріскатися, відшаровуватися або навіть відмирати, утворюючи відкриті рани на стовбурі чи гілках (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Наслідки ураження ясена звичайного збудником туберкульозу

Через пошкодження судинної системи порушується транспорт води та поживних речовин у дереві. Це призводить до поступового ослаблення дерева, зокрема його верхніх частин, що може виражатися у в'янні листя та його передчасному обпаданні. Листя ясена, особливо на молодих пагонах, починає передчасно жовтіти, скручуватися та обпадати. Уражені гілки починають поступово засихати, втрачаючи життєздатність. Туберкульоз може призвести до загибелі дерева. На місцях ураження можуть з'являтися рани, з яких

виділяється рідина (бактеріальний ексудат), що є ознакою активної бактеріальної інфекції.

Встановлено, що найвищий відсоток здорових дерев у лісових насадженнях філії «Ємільчинське ЛГ» відмічено під час обстеження ПП № 8 (72,5 %), тоді як найнижчий – на ПП № 4 (42,8 %). Найбільша частка ослаблених дерев зареєстрована нами на ПП № 4 (57,2 %), що може бути наслідком бактеріального раку. Слід зауважити, що найбільш критичним є санітарний стан листяних дерев на ПП № 4, де більше 50,0 % дерев ослаблені збудниками бактеріозів. Стан дерев на ПП № 8 виглядає найбільш стабільним із точки зору здоров'я обстежених дерев.

Бактеріози є серйозними захворюваннями, які здатне сильно ослабити дерева або навіть призвести до їхньої загибелі. Симптоми можуть варіювати залежно від частини рослини, яка уражена, але основні ознаки – це утворення пухлин, некроз тканин, виділення слизу і загальне ослаблення дерева. Важливо вчасно виявляти хворобу і впровадити профілактичні заходи, такі як санітарні рубання, обробка ран та використання стійких до збудників видів дерев.

3.2. Поширення та інтенсивність інфікування листяних дерев збудниками бактеріальних хвороб у лісостанах філії «Ємільчинське ЛГ»

Детальне фітосанітарне обстеження листяних деревних рослин, що зростають у лісах філії «Ємільчинське ЛГ» показало, що інтенсивність інфікування збудниками бактеріозів варіюється залежно від конкретної ділянки. На деяких пробних площах, таких як ПП №4 і №10, частка ослаблених дерев через бактеріальні інфекції сягала понад 50,0 %. Найбільше ураження спостерігалось серед старих і ослаблених деревах, де бактеріальні інфекції мали змогу швидко поширюватися через наявність механічних ушкоджень та несприятливих екологічних умов (надмірна вологість, забруднення ґрунтів).

На ПП №1, №2 та №7 інфікування деревних рослин бактеріальною водянюкою досягло 30–40 %, що вказує на значний вплив цього збудника. При

цьому дерева, що ростуть на підвищених ділянках або на більш сухих ґрунтах, демонстрували меншу інтенсивність інфікування.

Загалом фітосанітарним обліком при обстеженні лісів філії «Ємільчинське ЛГ» охоплено 1659 дерев, у т. ч. 218 штук дерев *Salix alba*, 301 штук дерев *Populus alba*, 620 штук дерев *Quercus robur*, 400 штук дерев *Betula pendula*, 120 штук дерев *Fraxinus excelsior* (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Поширення та інтенсивність ураження листяних дерев бактеріозами
у лісостанах філії «Ємільчинське ЛГ»**

Деревний вид	Кількість обстежених дерев, шт.		Бактеріальна хвороба (назва)	Поширення		Інтенсивність ураження	
	всього	уражених		%	бал	%	бал
<i>Salix alba</i>	218	28	«Водяний слід»	11,5	2	62,2	3
<i>Populus alba</i>	301	59	Рак	18,6	2	25,5	1
<i>Quercus robur</i>	620	185	Водянка	31,2	3	33,0	2
<i>Betula pendula</i>	400	108	Водянка	29,0	2	55,0	3
<i>Fraxinus excelsior</i>	120	9	Туберкульоз	6,5	1	70,0	4
Всього	1659	389	-	-	-	-	-

У 11,5 % дерев *Salix alba* виявлено бактеріальне захворювання «Водяний слід». Хоча показник поширення даного бактеріозу не є надто високим (2 бали), проте інтенсивність ураження рослин є значною і складає 62,2 % (3 бали), що вказує на серйозне пошкодження тканин у інфікованих дерев. Це загрожує зниженням життєздатності *Salix alba*, особливо за додаткового впливу несприятливих умов навколишнього середовища.

Дерева *Populus alba* демонструють дещо більший відсоток поширення бактеріального раку (18,6 % або 2 бали), однак інтенсивність ураження вагомо нижча порівняно з іншими деревними видами і складає 25,5 % (1 бал). Це може

свідчити про менш руйнівний вплив збудниками хвороби або про її виявлення на ранніх етапах патогенезу, коли ще не спостерігаються серйозні пошкодження (некроз) деревини.

На деревних рослинах *Quercus robur* відмічено значне поширення бактеріальної водянки – 31,2 % (3 бали), тобто фактично уражена третина дерев різних вікових груп. Це показує високу схильність дуба звичайного до інфекцій, що інфікують судинну систему. Інтенсивність ураження середня – 33,0 % (2 бали), що означає, що хоча бактеріоз поширений, проте рівень пошкоджень поки що не критичний для стану дерев.

Betula pendula також сильно уражена збудником бактеріальною водянкою, із поширенням хвороби в 29,0 % (2 бали) дерев. Інтенсивність ураження є досить високою і складає 55,0 % (3 бали), що вказує на прогресування патогенезу захворювання, яке вже спричинило глибокі пошкодження дерев у лісах дослідного регіону.

Fraxinus excelsior демонструє найнижчий відсоток поширення туберкульозу серед обстежених дерев (6,5 % або 1 бал). Однак, інтенсивність ураження дуже висока – 70,0 % (4 бали), що свідчить про те, що деревні рослини ясена, які вже інфіковані, перебувають у дуже поганому санітарному стані і можуть загинути найближчим часом.

Загальна кількість уражених дерев у лісах філії «Коростишівське ЛГ» становить 389 штук, що відповідає приблизно 23,4 % від загальної кількості обстежених дерев. Найбільший вплив на санітарний стан рослин має збудник бактеріальної водянки, який уражує дуби і берези, а його поширення характеризується високим рівнем інтенсивності. Варто відмітити, що *Fraxinus excelsior* демонструє найвищу інтенсивність ураження, незважаючи на низький рівень поширення.

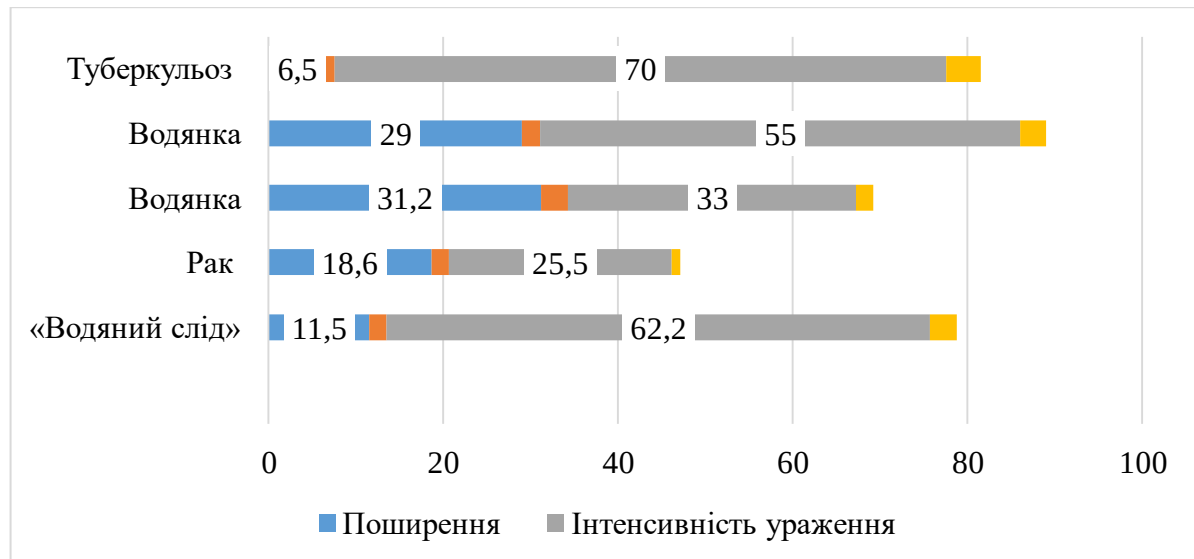


Рис. 3.5. Поширення бактеріозів та інтенсивність їх ураження листяних дерев у лісах філії «Ємельчинське ЛГ»

3.3. Вплив бактеріальних хвороб на лісові деревні рослини

Бактеріальні хвороби здатні завдавати значної шкоди лісам, знижуючи їх продуктивність, здоров'я та стійкість до інших екологічних факторів.

Бактерії проникають в організм дерева через механічні ушкодження кори, порізи, тріщини або природні отвори, такі як дихальні пори та водопровідні судини. Потрапивши всередину рослини, бактерії швидко розмножуються, блокують водопровідну систему, пошкоджують тканини та викликають різні симптоми. Важливою особливістю бактеріальних інфекцій є їх швидке поширення, особливо в умовах високої вологості та тепла.

Симптоматика бактеріальних хвороб може варіювати в залежності від виду збудника та дерева, проте загальні ознаки включають: утворення пухлин або наростів на стовбурі та гілках, в'янення та передчасне осипання листя, некрози тканин, загнивання кореневої системи, порушення росту та загибель молодих пагонів. Ці симптоми призводять до зниження продуктивності дерев, ослаблення їх стійкості до інших хвороб та шкідників, а також можуть спричинити передчасну загибель лісових насаджень.



Рис. 3.6. Патологічне мокнуче ядро та всихання вершини – типові наслідки ураження дерев щбудниками бактеріозів

Бактеріальні хвороби завдають значної шкоди лісовим екосистемам, що відображається у зниженні кількості здорових дерев, втраті біорізноманіття та порушенні структури екосистем. Вони також можуть призводити до втрат у лісовій промисловості через зменшення якості деревини, скорочення обсягу вирубки та збільшення витрат на боротьбу з хворобами. Відновлення уражених лісових масивів вимагає значних зусиль та фінансових витрат. Боротьба з бактеріальними хворобами включає комплекс профілактичних та лікувальних заходів. Важливу роль відіграє дотримання санітарних норм у лісництві, своєчасне видалення хворих дерев, збереження екологічної рівноваги та обмеження механічних пошкоджень дерев. Використання природних антагоністів бактерій, таких як гриби або мікроорганізми, які перешкоджають розмноженню збудників хвороб. Застосування бактерицидів або антибіотиків у крайніх випадках для боротьби з поширенням хвороб. Бактеріальні хвороби є серйозною загрозою для здоров'я лісових деревних рослин, викликаючи різноманітні захворювання, які можуть призводити до значних втрат у лісових екосистемах. Вчасне виявлення, профілактика та застосування ефективних методів боротьби допоможуть мінімізувати негативний вплив цих хвороб на ліси та забезпечити їх стале функціонування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вивчення типової симптоматики та особливостей патогенезу бактеріозів, спричинених фітопатогенними мікроорганізмами проводилось у межах восьми тимчасових пробних ділянок, закладених у різних лісівничо-таксаційних умовах Жужельського, Ємільчинського, Барашівського та Копичинського лісництв філії «Ємільчинське ЛГ» методом детального фітосанітарного обстеження листяних лісових деревних рослин. Обліком охоплено 1659 штук дерев, у тому числі 218 штук *Salix alba*, 301 штук *Populus alba*, 620 штук *Quercus robur*, 400 штук *Betula pendula* та 120 штук *Fraxinus excelsior*.

У лісостанах філії «Ємільчинське ЛГ» зафіксовані ознаки інфікування лісових деревних рослин бактеріозами, які визначені нами як бактеріальна водянка, «водяний слід», туберкульоз і бактеріальний рак. На деревах берези повислої і дуба звичайно відмічено характерні ознаки ураження *Enterobacter nimipressuralis*, які проявляються у формі слизотечі, відкритих ран на стовбурах і всихання верхівкового типу. На деревах (зокрема на пагонах і листках) верби білої візуалізувались ураження *Erwinia salicis*, які мали вигляд формування водяних пагонів, витікання ексудату, хлорозу листків. На ясені звичайногому зафіксовані ураження крилаток, гілок і стовбурів *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*, які проявляються у формі деформації генеративних органів, загального ослаблення дерева, утворенні на здерев'янілих органах вирзок, з яких витікає напівпрозора рідина. На тополі білій помітні ознаки ураження її стовбурів *Aplanobacterium populi*, зокрема, утворення пухирців різної форми та розмірів, а також ріщинуватих раковин.

Поширення бактеріальних хвороб (усереднені значення) у філії «Ємільчинське ЛГ», отримані на основі аналізу польових досліджень у межах дослідних ділянок складають: водянка дуба – 31,2 %, водянка берези – 29,0 %, «водяний слід» – 11,5 %, бактеріальний рак – 18,6 %, туберкульоз – 6,5 %. Інтенсивність інфікування характеризувалась наступними значеннями: водянка

дуба – 33,0 %, водянка берези – 55,0 %, «водяний слід» – 62,2 %, бактеріальний рак – 25,5 %, туберкульоз – 70,0 %.

Система захисту лісу від бактеріальних хвороб включає кілька ключових елементів, спрямованих на запобігання поширенню інфекцій, ранню діагностику та ефективне лікування. Основні складові системи: моніторинг стану лісу, профілактичні заходи, використання пестицидів та біопрепаратів, а також фітосанітарні заходи. Регулярний огляд дерев та лісових насаджень забезпечує раннє виявлення характерних ознак збудників бактеріальних хвороб, а використання спеціальних методів діагностики, таких як лабораторний аналіз зразків деревини, кори, листя або кореневих систем є обов'язковим для ідентифікації бактерій. Впровадження стратегії управління лісовими насадженнями, яка включає розумне використання ресурсів, збереження здорових дерев виступає ключовим заходом для уникнення надмірної щільності лісу. Доцільним є використання стійких до інфекційних захворювань видів деревних рослин. Безумовно, санітарні рубки хворих або пошкоджених дерев, запобігають поширенню хвороб. Використання біоінсектицидів або антибактеріальних препаратів для обробки уражених дерев або ґрунту навколо них є методом активної боротьби (і навіть знищення) певних видів фітопатогенів. Також можлива обробка дерев спеціальними засобами для зміцнення їх природного дерев. Застосування властивостей корисних мікроорганізмів дозволяє пригнічувати розвиток фітопатогенних бактерій у ґрунті або на поверхні рослин. Наразі ефективним є метод залучення і збереження природних ворогів бактеріальних збудників, таких як мікопаразити. Дотримання вимог фітосанітарного контролю, зокрема, обмеження пересування зараженого матеріалу, включаючи деревину, листя, саджанці, допоможе запобігти поширенню хвороб на нові ділянки. Не менш важливе значення має дотримання правил санітарної гігієни у лісництвах та під час лісозаготівельних робіт. Таким чином, захист лісів від бактеріальних хвороб є багатогранною задачею, що вимагає інтегрованого підходу, поєднуючи профілактичні, біологічні та хімічні методи боротьби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Булеца, Н. М., Буценко, Л. М., Пасічник, Л. А., & Патика, В. П. (2015). Чутливість фітопатогенних бактерій до стрептоміцину за дії пестицидів. *Мікробіологічний журнал*, (77, № 6), 62-69.
2. Буценко, Л., Пасічник, Л., Булеца, Н., & Патика, В. (2017). Вплив інсектициду альфа супер на фітопатогенні бактерії *Pseudomonas syringae* агрофітоценозу пшениці. *Вісник аграрної науки*, 95(3), 18-22.
3. Гамалія В. М. (2016). Центри з вивчення бактеріозів рослин в Україні (перша чверть XX ст.) *Вісник Дніпропетровського університету*. № 5, вип. 13. С. 47–51.
4. Гойчук А. Ф., Дрозда В. Ф. & Швець М. В.(2018). Ризик зникнення берези повислої в Житомирському Поліссі України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, (17), 16-25.
5. Гойчук, А. Ф., & Кульбанська, І. М. (2013). Патологія ясена звичайного в насадженнях Західного Поділля. *Лісове і садово-паркове господарство*, (3).
6. Гойчук, А. Ф., Дрозда, В. Ф., & Кульбанська, І. М. (2018). Туберкульоз ясена звичайного у Західному Поділлі України: етіологія, симптоматика, патогенез. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, (16), 31-40.
7. Гуляєва, Г., Житкевич, Н., Гнатюк, Т., & Патика, В. (2022). Вплив фітопатогенних бактерій на активність фотосинтетичного апарату сої. *Вісник аграрної науки*, 100(2), 27-33.
8. Данкевич, Л. А., Воцелко, С. К., Щербина, Т. М., & Патика, В. П. (2016). Фенотипова гетерогенність фітопатогенних бактерій роду *Erwinia* – збудників хвороб яблуні в Україні. *Мікробіологічний журнал*, (78, № 5), 30-41.
9. Дімова, С. Б. (2013). Фітогормони—продукти життєдіяльності мікроорганізмів. Методи визначення. *Сільськогосподарська мікробіологія*, (18), 159-185.

10. Дніпропетровська обласна фітосанітарна лабораторія URL: <http://www.dneprlab.com.ua/information.html> (дата звернення: 26.09.2024)
11. Капрельянц, Л. В., Єгорова, А. В., & Труфкаті, Л. В. (2018). Лабораторний практикум із загальної мікробіології і вірусології. Одес. нац. акад. харч. технологій. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 136 с.
12. Кириленко, Л. В., & Патики, В. П. (2016). Фітопатогенні бактерії козлятнику східного. *Вестник Уманського національного університету садівництва*, (2), 18-21.
13. Коломієць, Ю. В., Григорюк, І. П., & Буценко, Л. М. (2015). Ефективність впливу фунгіцидів на збудників бактеріальних хвороб томатів. *Вісник аграрної науки*, (10), 21-24.
14. Кульбанська, І. М. (2015). Біологічний захист ясена звичайного від *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (теоретико-прикладний аспект). *Лісове і садово-паркове господарство*, (8).
15. Максименко, Л. О., & Войчук, С. І. (2015). Множинність бактеріоцинів, одержаних з природних ізолятів пектолітичних фітопатогенних бактерій *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, виділених у різних областях України. *Доповіді НАН України*.
16. Мартинюк, М. С. (2020). Виділення бактерій роду *Bacillus* та дослідження їх антагонізму проти фітопатогенних бактерій. *Екологія. Людина. Суспільство* (21-22 травня 2020 р., Київ, Україна).
17. Мерліч, А. Г. (2016). Антагоністична активність бактерій *Lactobacillus plantarum*, виділених з рослинних джерел України та Франції, проти фітопатогенних бактерій. *Мікробіологія і біотехнологія*, (4), 71-85.
18. Мешкова, В. Л., Кошеляєва, Я. В., Скрильник, Ю. Є., & Зінченко, О. В. (2018). Симптоми та ознаки пошкодження й ураження дерев берези повислої в Дергачівському лісництві. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. ВВ Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія*, (1-2), 101-110.

19. Патика, В. П., & Пасічник, Л. А. (2018). Фітопатогенні бактерії у системі збереження і відновлення природних ресурсів. *Редакційна колегія*, 49.
20. Патика, В. П., Гнатюк, Т. Т., Булеца, Н. М., & Кириленко, Л. В. (2015). Біологічний азот у системі землеробства. *Землеробство*, (2), 12-20.
21. Пінчук, Н. В., Коваленко, Т. М., & Вергелес, П. М. (2020). Садово-паркова фітопатологія. Вінниця, «ТВОРИ», 2020. 380 с.
22. Ранньовесняна діагностика фітопатогенів польових культур молекулярними методами, або як бути на крок попереду URL: <https://www.syngenta.ua/en/news/novini-kompaniyi/rannovesnyana-diagnostika-fitopatogeniv-polovih-kultur-molekulyarnimi-metodami> (дата звернення: 26.09.2024)
23. Токмакова, Л., & Шевченко, Л. (2023). Антагоністична активність целюлозолітичних бактерій—деструкторів органічної речовини щодо фітопатогенних мікроміцетів. *Вісник аграрної науки*, 101(6), 18-24.
24. Явний, М. І., & Пузріна, Н. В. (2018). Бактеріальна хвороба в'яза шорсткого *Ulmus glabra* Huds. в насадженнях Київського Полісся України. *Мікробіологічний журнал*, (80, № 1), 67-76.
25. *Agrobacterium tumefaciens* URL: <https://www.transgen.de/lexikon/1606.agrobacterium-tumefaciens.html> (дата звернення: 26.09.2024)
26. *Agrobacterium tumifaciens* URL: <https://www.sciencephoto.com/media/13173/view/plant-cancer-bacteria-agrobacterium> (дата звернення: 26.09.2024)
27. Bass, D., Stentiford, G. D., Wang, H. C., Koskella, B., & Tyler, C. R. (2019). The pathobiome in animal and plant diseases. *Trends in ecology & evolution*, 34(11), 996-1008.
28. Bundalovic-Torma, C., Lonjon, F., Desveaux, D., & Guttman, D. S. (2022). Diversity, evolution, and function of *Pseudomonas syringae* effectoromes. *Annual Review of Phytopathology*, 60(1), 211-236.

29. Chebakova, N. M., Bazhina, E. V., Parfenova, E. I., & Senashova, V. A. (2022). In Search of an X Factor: A Review of Publications on the Issue of Dark-needed Forest Decline/Dieback in Northern Eurasia. *Russian Meteorology and Hydrology*, 47(5), 405-417.
30. Dincă, L., Vizitiu, D. E., Donici, A., Popa, L., & Murariu, G. (2018). The health dynamic of forest and vinicultural ecosystems from Romania during the last two decades in the context of current climatic changes. In *International Scientific Conference on EARTH and GEOSCIENCES-Vienna GREEN Scientific Sessions* (Vol. 18, No. 1.5, pp. 789-796).
31. Hirano, S. S., & Upper, C. D. (2000). Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on *Pseudomonas syringae*—a pathogen, ice nucleus, and epiphyte. *Microbiology and molecular biology reviews*, 64(3), 624-653.
32. La Porta, N., Hietala, A. M., & Baldi, P. (2023). Bacterial diseases in forest trees. In *Forest Microbiology* (pp. 139-166). Academic Press.
33. Narenkumar, J., Sathishkumar, K., Selvi, A., Gobinath, R., Murugan, K., & Rajasekar, A. (2017). Role of calcium-depositing bacteria *Agrobacterium tumefaciens* and its influence on corrosion of different engineering metals used in cooling water system. *3 Biotech*, 7, 1-9.
34. Nazarov, P. A., Baleev, D. N., Ivanova, M. I., Sokolova, L. M., & Karakozova, M. V. (2020). Infectious plant diseases: Etiology, current status, problems and prospects in plant protection. *Acta naturae*, 12(3), 46.
35. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (bacterial canker of kiwifruit)
URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendium.45002>
(дата звернення: 26.09.2024)
36. *Pseudomonas syringae* URL:
<https://genome.jgi.doe.gov/portal/psesy/psesy.home.html> (дата звернення:
26.09.2024)
37. Tatarintsev, A. I., & Mikhaylov, P. V. (2022, February). Diseases of *Populus tremula* L. in the subtaiga forests of the Yenisei Siberia: pathogens and their

impact. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 981, No. 4, p. 042072). IOP Publishing.

38. Tovkach, M. O., Porhun, B. A., Sulik, R. M., & Frusevich, S. A. (2020). Current condition of the spread of infectious pathologies on the main deciduous tree species of Zhytomyr Polissya. *Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів*, 66-68.

39. Wani, T., Rana, S., Bhat, W. W., Pandith, S., Dhar, N., Razdan, S., ... & Lattoo, S. (2016). Efficient in vitro regeneration, analysis of molecular fidelity and *Agrobacterium tumefaciens*-mediated genetic transformation of *Grewia asiatica* L. *J Plant Biochem Physiol*, 4(167), 2.

40. Xin, X. F., Kvitko, B., & He, S. Y. (2018). *Pseudomonas syringae*: what it takes to be a pathogen. *Nature Reviews Microbiology*, 16(5), 316-328.