

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра лісівництва, лісових культур та таксації лісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

БІБКО БОГДАН ВАСИЛЬОВИЧ

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

УДК 630*4

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб листяних
деревних рослин в ДП «Словечанський лісгосп АПК»**
(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.

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2023

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ 6 від «05» грудня 2023 р.

Завідувач кафедри _____

К.С-Г.Н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

«05» грудня 2023 р.

(підпис)

Сірук Юрій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти Бірко Богдан Васильович 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

Бібко Б. В. : «Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб листяних деревних рослин в ДП «Словечанський лісгосп АПК». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

У випускній науковій роботі наведено результати власних експериментальних досліджень щодо особливостей симптоматики та патогенезу бактеріальних хвороб листяних деревних рослин в ДП «Словечанський лісгосп АПК». Констатується, що типові ознаки інфікування збудниками бактеріозів відзначені в ході проведення детального лісопатологічного обстеження на листках *Salix alba* L. – «водяний слід» (збудник – *Erwinia salicis*), на листках *Corylus avellana* L. – бактеріальна хвороба (збудник – *Xanthomonas corylina*), на гілках і стовбурах *Populus alba* L. – бактеріальний рак (збудник – *Aplanobacterium populi*), на стовбурах *Quercus robur* L. та *Betula pendula* Roth. – бактеріальна водянка (збудник – *Enterobacter nimipressuralis*). Встановлено, що значення поширення та інтенсивності ураження бактеріозами (усереднені значення по 8 пробних площах) у межах лісових насаджень ДП «Словечанський лісгосп АПК» наступні: водянка дуба – 30,5 % та 30,0 %, водянка берези – 27,0 % та 50,0 %, рак тополі – 19,6 % та 25,0 %, «водяний слід» верби – 12,8 % та 65,0 %, бактеріоз листків ліщини – 7,5 % та 75,0 %. Зауважено, що збудники бактеріозів формують шкідливий вплив на ліс та його екосистему, вагомо ослаблюючи імунітет та резистентність окремих видів лісових деревних рослин. Рекомендовано для збереження лісових екосистем вживати заходи для контролю за захворюваннями та розробляти стратегії управління лісовими ресурсами, щоб зменшити поширення бактеріозів і зберегти здоров'я лісу. Це може включати в себе моніторинг, вивчення резистентності рослин, вживання превентивних заходів та інше.

Ключові слова : лісові деревні рослини, бактеріоз, поширення, збудник, водянка, шкодочинність.

ANNOTATION

Bibko B. V. : "Symptomatology and pathogenesis of bacterial diseases of deciduous woody plants in the Enterprise "Slovechanske Forestry of agro-industrial complex". Qualification work for a master's degree in specialty 205 – forestry. – Polissia National University, Zhytomyr, 2023.

The final qualification work presents the results of own experimental research on the features of the symptoms and pathogenesis of bacterial diseases of deciduous woody plants in the Enterprise "Slovechanske Forestry of agro-industrial complex". It is noted that typical signs of infection with pathogens of bacterial diseases were noted during a detailed forest pathology examination on the leaves of *Salix alba* L. – "water place" (causing agent *Erwinia salicis*), on the leaves of *Corylus avellana* L. – bacterial disease (causing agent *Xanthomonas corylina*), on on the branches and trunks of *Populus alba* L. – bacterial cancer (the causative agent is *Aplanobacterium populi*), on the trunks of *Quercus robur* L. and *Betula pendula* Roth. – bacterial wetwood (the causative agent is *Enterobacter nimipressuralis*). It was established that the values of the distribution and intensity of damage by bacteria (averaged values for 8 test areas) within the forest stands of the Enterprise "Slovechanske Forestry of agro-industrial complex" are as follows: oak blight - 30.5% and 30.0%, birch blight – 27.0% and 50.0%, poplar cancer – 19.6% and 25.0%, willow “water place” – 12.8% and 65.0%, hazel leaf blight – 7.5% and 75.0%. It is noted that the causative agents of bacterial diseases have a harmful effect on the forest and its ecosystem, significantly weakening the immunity and resistance of certain types of forest woody plants. To preserve forest ecosystems, it is recommended that disease control measures and forest resource management strategies be developed to reduce the spread of bacterial diseases and maintain forest health. This may include monitoring, studying plant resistance, using preventive measures, etc.

Key words: forest woody plants, bacteriosis, distribution, causative agent, wetwood, harmfulness.

ЗМІСТ

Анотація		3
Перелік умовних позначень і скорочень		6
Вступ		7
РОЗДІЛ I.	ФІТОПАТОГЕННІ БАКТЕРІЇ ЯК ЗБУДНИКИ ХВОРОБ ЛІСОВИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
РОЗДІЛ II.	МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
	2.1. Коротка характеристика ДП «Словечанський лісгосп АПК»	16
	2.2. Методика збору та обсяг експериментального матеріалу	18
	2.3. Характеристика тимчасових пробних площ	21
РОЗДІЛ III.	АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ. БАКТЕРІОЗИ: ВИДОВИЙ СКЛАД, ПОШИРЕННЯ, ШКОДОЧИННІСТЬ	23
	3.1. Видовий склад та симптоматика бактеріальних хвороб лісових деревних рослин у лісостанах ДП «Словечанський лісгосп АПК»	23
	3.2. Поширення та інтенсивність ураження бактеріальних хвороб лісових деревних рослин у лісостанах ДП «Словечанський лісгосп АПК»	26
	3.3. Шкодочинність бактеріальних хвороб	29
	3.4. Заходи захисту лісових деревних рослин від збудників бактеріальних хвороб	31
Загальні висновки		33
Список використаних джерел		35
Додатки		40

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

- ФБ – фітопатогенні бактерії,
Дз – дуб звичайний,
Бп – береза повисла,
БВ – бактеріальна водянка,
ДП – державне підприємство,
АПК – аграрний промисловий комплекс,
Рис. – рисунок,
ВС – «водяний слід»,
БЛ – бактеріоз листків,
ПП – пробна площа,
Тб – тополя біла,
Сз – сосна звичайна,
БР – бактеріальний рак.

ВСТУП

Актуальність дослідження бактеріальних хвороб листяних деревних рослин в ДП "Словечанський лісгосп АПК" визначається кількома ключовими чинниками. Перш за все, збереження лісових ресурсів. Поширення збудників бактеріальних хвороб може впливати на здоров'я та продуктивність листяних деревних рослин, що може призвести до зниження якості та кількості деревини, що важливо для економіки лісового господарства. Також масове розповсюдження бактеріальних хвороб може впливати на біорізноманіття лісових екосистем, оскільки вони можуть інфікувати різні види лісових деревних рослин, ослаблюючи їх. Дослідження особливостей виникнення, симптоматики та патогенезу бактеріальних хвороб дозволяє розуміти, які саме фактори сприяють їх поширенню та як реагують лісові екосистеми на ці захворювання. Ця інформація є надзвичайно важливою для впровадження нових методів підвищення стійкості лісових дерев до фітопатогенних організмів. А розробка ефективних заходів контролю та захисту лісів від збудників бактеріальних хвороб сприятиме збереженню лісових насаджень та підвищенню їх продуктивності. З урахуванням глобальних змін клімату, дослідження бактеріальних хвороб стає ще актуальнішим, оскільки може відбуватися зсув в межах ареалу фітопатогенних бактерій та зміни у їхньому розвитку. Ці аспекти підкреслюють важливість проведення досліджень бактеріальних хвороб листяних дерев в межах дослідного регіону, які сприятимуть збереженню та управлінню лісовими ресурсами на довгострокову перспективу.

Метою роботи дослідити видовий склад, типові симптоми, поширення та шкодочинність бактеріозів листяних деревних рослин у ДП «Словечанський лісгосп АПК».

Основні завдання дослідження:

1. Провести обстеження листяних деревних рослин у розрізі тимчасових ПП на території ДП "Словечанський лісгосп АПК".
2. Здійснити збір проб потенційного хворого (інфікованого збудниками бактеріозів) матеріалу для подальшого визначення виду фітопатогенних бактерій, що викликають захворювання.
3. Зафіксувати симптоми та ознаки, що характеризують бактеріальні захворювання на листяних деревах.
4. Здійснити опис та фотофіксацію симптомів для подальшого аналізу.
5. Вивчити механізми поширення та розвитку фітопатогенних бактерій, що спричиняють захворювання у лісостанах ДП "Словечанський лісгосп АПК".
6. Дослідити можливі фактори, такі як вологість, температура, густина насаджень, які можуть сприяти поширенню бактеріальних хвороб.
7. Розробити рекомендації щодо запобігання та контролю бактеріальних хвороб у лісостанах ДП "Словечанський лісгосп АПК".
8. Визначити вплив бактеріальних хвороб на здоров'я та продуктивність листяних деревних рослин.
9. Підготувати детальний звіт, що включає результати дослідження, виявлені види фітопатогенів, рекомендації щодо захисту та можливість подальших досліджень.

Об'єктом дослідження є листяні деревостани дослідного регіону.

Предметом дослідження є патогенез бактеріальних хвороб.

Методи досліджень. Для дослідження бактеріальних хвороб листяних деревних рослин в ДП "Словечанський лісгосп АПК" використовували різні методи, зокрема: мікроскопічний аналіз, культуральний метод, біохімічний аналіз, вивчення типової симптоматики та ін. Ці методи можна комбінувати для отримання комплексної інформації про бактеріальні хвороби листяних деревних рослин та їх патогенез в ДП "Словечанський лісгосп АПК".

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. **Бібко Б. В.**, Мельник В. В. Поширеність і шкодочинність шютте *Pinus sylvestris* L. у філії «Звягельське ЛГ». Студентські наукові читання – 2023: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Житомир, 1 грудня 2023 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2023. С. 64.

2. Піка С. Ю., Миколаєнко А. В., **Бібко Б. В.**, Чмуневич Г. О. Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб лісових деревних рослин у лісах України. 77-а Всеукраїнська науково-практична студентська конференція «Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства» (9 листопада 2023 року). Київ, 2023. С. 87

3. Bibko B. V. Symptomatology and pathogenesis of bacterial diseases of deciduous woody plants in the Enterprise "Slovehanske Forestry of agro-industrial complex". *Ліс, наука, молодь*: зб. матеріалів учасн. XI Всеукр. наук.-практ. конф. (23 листопада 2023 року). Житомир : Поліський нац. університет, 2023. С. 34.

Практичне значення отриманих результатів. Дослідження особливостей симптомів та патогенезу бактеріальних хвороб лісових деревних рослин має важливе практичне значення у лісовому господарстві, оскільки дозволяє розробляти ефективні методи захисту лісостанів від шкідливих мікроорганізмів, а розуміння механізмів інфікування і поширення збудників бактеріозів дозволяє розробляти стратегії боротьби із цими захворюваннями.

Структура та обсяг роботи. Випускна робота має наступну структуру: вступ, три основних розділи, підсумкові висновки та додатки. Загальний обсяг роботи складає 46 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 ЯК ЗБУДНИКИ ХВОРОБ ЛІСОВИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Лісові насадження являються одним із ключових складових біосфери Землі. Деревні види рослин, які становлять основну функціонально-структурну складову лісових екологічних систем, постійно взаємодіють з різними біотичними та абіотичними чинниками навколишнього середовища [6, 18, 29]. Ця взаємодія може призводити до різноманітних видів (типів) пошкоджень і захворювань лісових деревних рослин.

Головною причиною інфекційних хвороб лісових деревних видів рослин є фітопатогенні міко- та мікроорганізми [33]. Серед потенційних агентів захворювань рослин існує більше 600 видів віроїдів і вірусів, близько 250 видів бактерій, фітоплазм, таких як актиноміцети та рикетсії, понад 20 тисяч видів представників царства Гриби (*Mycota*), а також кілька тисяч видів представників царства Комахи (*Insecta*). Фітопатогенні бактерії спричиняють приблизно 2,0 % усіх відомих хвороб лісових деревних рослин. Збудниками бактеріозів деревних рослин зазвичай є представники різноманітних систематичних груп фітопатогенних бактерій, які масово розповсюджені в довкіллі [16]. Дослідження особливостей їхньої біології, методів інфікування лісових деревних рослин та міроприємств для запобігання розповсюдження цих хвороб є важливим завданням як для лісового, так і для сільського господарства, оскільки бактеріози можуть спричинити вагомі економічні збитки [22].

Поняття «бактеріоз» описує доволі складне фітопатологічне явище, при якому відбуваються порушення обмінних процесу речовин і фізіологічних функцій у межах тканин деревної рослини, яку інфікують фітопатогенні бактерії. В залежності від способу прямого впливу фітопатогенних бактерій на лісову деревну рослину і ступеня ураження тканин, бактеріальні хвороби розподіляються на дві категорії: загальні (дифузні) і локальні (місцеві). У

випадку дифузних типів бактеріозів вся деревна рослина або вагома частина її морфоструктур стають уразливими перед збудником захворюванням. Збудник (інфекційний агент) проникає безпосередньо в судинну (трахейну) систему рослини, розповсюджується по суміжних тканинах і провідних пучках, порушуючи водний баланс в межах рослинного організму і, нарешті, спричинюючи її повну загибель. Локальні типи бактеріальних хвороб проявляються безпосередньо в інфікуванні тканин паренхіми окремих органів деревних рослин, зокрема таких як нездерев'янілі пагони (гілки) чи листки (хвоя). Проте цей тип бактеріозу не розповсюджується по всьому рослинному організму і, відповідно, є менш патогенним [7, 28].

За тривалістю перебігу патологічного процесу усі відомі бактеріози розподіляються на хронічні та гострі форми. Гострі бактеріози розвиваються дуже швидко і протягом одного періоду вегетації можуть призвести до загибелі деревної рослин. Хронічні бактеріози характеризуються тривалим періодом розвитку на, головним чином, на багаторічних видах рослин, і якщо не вживаються радикальні заходи для знищення фітопатогенних бактерій – збудник бактеріозів, то це може призвести до загибелі ураженої рослини [7].

Перші відомості про фітопатологічні зміни у тканинах рослин, спричинені фітопатогенними бактеріями, були досліджені і систематизовані Михайлом Степановичем Вороніним у 1867 році під час його прикладних досліджень бульбочок на кореневій системі люпину (*Lupinus*) [15]. Протягом наступних десятиліть було виявлено і ідентифіковано збудників інші типів бактеріальних захворювань, такі як бактеріоз пухлиноподібний, водянка бактеріальна, опік бактеріальний та інші.

Бактеріоз пухлиноподібний характеризується формуванням наростів поверхневого типу у паренхімній частині кірки та утворення наростів глибинного характеру, які впливають на клітини вторинної меристеми і їх поділ у радіальному напрямку. Пухлиноподібні ракові нарости зростають впродовж кількох років. В них судинні пучки розташовані без певної системи, і коли вони досягають значного розміру, в центрі починають утворюватися порожнини

через руйнування бактеріями рослинних клітин. Протягом тривалого (триває п'ять років і більше) патологічного періоду в рослинному організмі, уражені гілки починають висихати. Збудниками бактеріозу пухлиноподібного є фітопатогенні бактерії *Agrobacterium tumefaciens*, *Agrobacterium pseudotsugae*, *Pseudomonas pini* та ін.



Рис. 1.1. Типові симптоми, ураження фітопатогенними бактеріями роду *Agrobacterium* [13]

Водянка бактеріальна. Зовнішні прояви цього захворювання включають у передчасне в'янення, зміна забарвлення у формі пожовтіння та опадання хвої на окремих пагонах або на всій кроні деревної рослини. Додатковим симптомом водянки є нетипове виділення клітинної та тканинної рідини, яка потім висихає на поверхні кірки. У центрі сучків на поверхні кори візуалізуються вологі чорні (бурі) плями, часом із досить глибокими раковими некротичними ранами різноманітних розмірів. Зазвичай ці ураження мають продовгувату форму та можуть виникати на деревних рослинах різних вікових груп. Навколо пагонів та сучків стовбура кірка майже повністю відмирає, що може спричинити оголення та вихід назовні значної частини лубу.

На перерізі стовбура помітно присутність "темного водянистого шару", який майже завжди має нерівні темні краї. Деревина у цьому так званому "несправжньому ядрі" насичена вологою і відзначається вираженим кислим запахом. На стовбурі, який насичений рідиною, накопичується значна кількість газів, що призводить до високого тиску, і це може призвести до розриву

пошкоджених річних кілець. У деревних рослин із повністю відмерлою деревною кронею також можна спостерігати пошкодження кореневої системи.

Збудниками водянки бактеріальної є фітопатогенні бактерії *Erwinia multivora*, *Erwinia cancerogena* та фітопатогенні бактерії роду *Pseudomonas*.



Рис. 1.2. Типові симптоми, ураження фітопатогенними бактеріями роду *Erwinia* [22]

Опік бактеріальний. Спостереження за проявами цього захворювання розпочинається з виявлення ознак ураження суцвіть, які проявляються раптовим зневодненням та висиханням окремих генеративних органів – квітів. З часом ця проблема поширюється на весь цвіт. На стеблах квітів можна помітити виділення рідини, спочатку безбарвного або молочно-білого забарвлення, яка згодом змінюється на темніший відтінок. Цей симптом також може виявлятися на інших уражених органах. Важливо відзначити, що цей патологічний прояв є характерним тільки для *Erwinia amylovora* і не є характерним для інших захворювань [17, 29].

Окрім суцвіть, зелені пагони також виявляють високу чутливість до збудника бактеріального опіку. При ураженні листки та кора на інфікованих пагонах набувають відтінків від світло- чи темно-коричневого до практично чорного. Верхівка хворих пагонів стає погнутою, схожою на гачок. На поверхні молоді зав'язі та незрілих плодів з'являються темно-зелені вологі плями, які поступово покриваються краплинами бактеріального слизу.

Наслідки розвитку цієї хвороби є утворення характерних виразок на кірці дерев, особливо старших вікових груп, що призводить до відмирання окремих скелетних гілок і навіть до всихання усієї деревної крони. Відкриті форми виразок стають головним містилтцем для нагромадження та збереження фітопатогену під час зимового періоду, а також джерелом розповсюдження у весняний період. Інфікування бактеріальним опіком призводить до суттєвого погіршення якості плодів і понижує врожайність загалом, ослаблює рослинний організм, порушуючи їх стійкість. Складне протікання патогенезу опіку спричиняє повне відмирання більшої частини деревної крони або навіть загибель деревної рослини [6].



Рис. 1.3. Бактеріальний опік плодових [35]

Недавно виявлено, що фітопатогенні бактерії виявляються не тільки в ролі збудників хвороб у рослин, але й як цікаві джерела активних біологічноактивних сполук. Встановлено, що ці бактерії здатні виробляти антибіотики, стимулятори росту, ферменти та інші речовини. Наприклад, бактерія *Pseudomonas tumefaciens* Stew виробляє метаболіти, схожі на ауксини та гібереліни, які сприяють розвитку та росту рослин. Крім того, ці метаболіти стимулюють утворення пухлин, сприяючи надмірному зростанню та поділу клітин, що перетворює звичайні клітини на пухлинні.



Рис. 1.4. Пухлини, спричинені життєдіяльністю бактерії *Pseudomonas tumefaciens* Stew [18]

Вивчення збудників бактеріальних захворювань рослин вказує на те, що на одному виді рослин зазвичай спостерігається паразитування від двох до тринадцяти видів фітопатогенних бактерій. Залежно від умов оточуючого середовища, сорту рослин, системи вирощування та використання пестицидів відбувається перерозподіл та зміна домінантних збудників бактеріозів [22].

Збудниками захворювань рослин можуть бути умовно фітопатогенні бактеріальні агенти, відомі також як опортуністичні мікроорганізми. До цієї групи входять *Pseudomonas agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* та інші, які, як сапрофіти, перебувають у контакті з організмом рослини. У певних умовах вони можуть змінювати свій статус з сапрофітного на паразитарний. Їхньою характерною особливістю є неспецифічність, як щодо видів рослин, так і до їх органів [17, 36].

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Коротка характеристика ДП «Словечанський лісгосп АПК»

Дорічне підприємство «Словечанський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісогосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради знаходиться на півночі Житомирщини на території Овруцького району у с. Словечне. Загальна площа лісових земель складає 72079,0 га. До адміністративно-організаційної структури входить сім лісництв: Словечанське лісництво площею 10118,2 га, Овруцьке лісництво площею 13237,2 га, Слобідське лісництво площею 13180,1 га, Рокитянське лісництво площею 8936,2 га, Перебродське лісництво площею 4160,0 га, Бігунське лісництво площею 9490,3 га, Гладковицьке лісництво площею 12957,0 га.



Рис. 2.1. Контора ДП «Словечанський лісгосп АПК»

Соснові деревостани є переважаючими за обсягом у підприємстві, при цьому середньовікові насадження становлять орієнтовно 40 %, а насадження молодших вікових груп – 45 %.

Територія ДП «Словечанський лісгосп АПК» згідно з лісовим рослинним розподілом віднесена до Центральнополіського лісогосподарського району Західно-Цentrальнополіського лісогосподарського округу лісорослинної зони Полісся.

Клімат у зоні, де розташоване ДП «Словечанський лісгосп АПК», відзначається тривалим періодом опадів, достатньою кількістю дощів, помірно теплим літом і м'якою з великою кількістю снігу взимку.

Діяльність ДП «Словечанський лісгосп АПК» включає в себе комплексні заходи з управління та використання лісових ресурсів. Це може включати в себе такі аспекти: лісове господарювання (ведення лісового господарства включає в себе лісорозорювання, відновлення лісів, контроль за лісовими ресурсами, вирощування лісосаджанців, та ведення лісового обліку); лісове урядування (керування лісовими територіями, включаючи розробку та впровадження лісового законодавства, контроль за використанням лісів, та здійснення заходів щодо збереження та відновлення екосистем); охорона природи та біорізноманіття (здійснення заходів щодо охорони та збереження природного середовища, підтримка біорізноманіття, та управління екосистемами); лісова промисловість (ефективне використання лісових ресурсів для виробництва деревини, дерев'яних виробів, та інших лісових матеріалів); науково-дослідна робота (здійснення наукових досліджень, вивчення екології лісів, впровадження новітніх технологій та методів в лісове господарство); соціально-економічний розвиток (сприяння розвитку місцевих громад, створення робочих місць та підтримка локального економічного розвитку через лісове господарство) та ін. Ці напрямки діяльності можуть бути адаптовані відповідно до конкретних цілей та потреб лісгоспу.

2.2. Методика збору та обсяг експериментального матеріалу

Для діагностування типу захворювання лісових деревних рослин та встановлення наявності або відсутності бактеріального агента в органах і тканинах об'єкта дослідження найчастіше використовують **макроскопічні** та **мікроскопічні** методи.

Макроскопічні методи дослідження фітопатогенних бактерій включають в себе спостереження і аналіз зовнішніх ознак і симптомів зараження рослин. Такі методи часто використовуються на ранніх етапах вивчення захворювань для визначення виду фітопатогену та оцінювання ступеня поширення захворювання.

До типових макроскопічних методів відноситься процес *спостереження за симптомами зараження*. Фітопатогенні бактерії можуть викликати різноманітні симптоми на деревних рослинах, такі як плямистість, зміна забарвлення листків чи хвої, гниль, недорозвиненість генеративних органів, некротичність, поява тріщинуватості, зниження приросту, «водяні пагони» і зміни у забарвленні та текстурі тканин. Спостереження за цими симптомами дозволяє визначити характер і ступінь зараження бактеріозом. *Аналіз нетипових виділень рослин*. Макроознаками хвороби бактеріального походження можуть слугувати різноманітні за консистенцією і забарвленням виділення (бактеріальний ексудат), зокрема і рясна смолотеча, мокрий тип гнилі з „кислим” запахом, що нагадує бродіння тощо. Цей метод може бути ефективним для диференціації між різними видами бактерій. *Фотографування і відеозйомка*. Зафіксувати симптоми зараження на відео чи фотографіях може служити джерелом інформації для подальшого аналізу і співставлення зі знанням про конкретний вид фітопатогенної бактерії. Ці методи допомагають визначити ступінь поширення захворювання, вивчити характеристики бактерій та розробити стратегії боротьби з фітопатогенними мікроорганізмами.

Зазвичай, перед встановленням етіології захворювання лісових деревних рослин слід бути обережним, оскільки часто на відмерлій кірці та в луб'яній частині деревини, особливо на завершальних етапах розвитку патології, можуть

розміщуватися гриби-сапротрофіти, які не мають прямого відношення до фітопатогенів. Це може викликати помилки у визначенні основних причин захворювання.

Для зручності оцінювання розповсюдженості та ступеня ураження лісових деревних рослин фітопатогенними бактеріями ми видозміли відомі раніше бальні шкали (табл. 2.1.)

Таблиця 2.1

Шкала оцінювання поширеності та інтенсивності ураження рослин збудниками бактеріозів

Бальна оцінка	Поширеність	Інтенсивність ураження
1 бал	До 10,0 %	До 25,0 %
2 бали	10,1-30,0 %	25,1-45,0 %
3 бали	30,1-50,0 %	45,1 -65,0 %
4 бали	50,1-70,0 %	65,1-85,0 %
5 балів	Понад 70,1 %	Понад 85,1 %

Бактеріози, загалом, формують низку відмінних ознак у порівнянні з іншими інфекційними агентами, такими як гриби, і мають особливості, які слід враховувати при їхній діагностуванні:

1. Збудник бактеріозу зазвичай діє на рослину-господаря системною, тобто поширюється виключно по трахеїдах/судинах, одночасно заселяючи практично всі її частини і проникаючи в генеративні органи.

2. Зазвичай фітопатогенні бактерії не мають форми спокою і великою мірою залежать від рослинного субстрату, тому формують обмежену здатність виживати на неживому субстраті.

3. Успішне інфікування лісової деревної рослини збудником бактеріозу значно залежить від наявності чи відсутності у субстраті краплинної вологи (роси або опадів). При цьому явище анемохорії має обмежене значення для бактерій в порівнянні зі спорами фітопатогенних грибів. Крім того, явище масове утворення інфекційного фону, тобто поява типових ознак ураження – накопичення бактеріального ексудату на поверхні уражених рослин-господарів, зазвичай можливе лише при стабільній високій повітряній вологості.

4. Фітопатогенні бактерії, на відміну від грибів, не можуть проникати в рослинний організм безпосередньо через клітинні оболонки.

5. У фітопатогенних бактерій переважає пасивний тип розповсюдження, оскільки вони не мають здатності до активного росту клітин, і процес їх активного розповсюдження можливий лише на невеликій відстані.

Мікроскопічні методи дослідження фітопатогенних бактерій дозволяють детально вивчати їхню морфологію та структуру, а також ідентифікувати їх у заражених рослинах. Ось деякі з основних мікроскопічних методів: *метод грам-фарбування* є одним із основних методів для визначення грам-позитивних або грам-негативних видів фітопатогенних бактерій. Цей метод дозволяє визначити особливості клітинної стінки, що може бути корисним для класифікації. *Метод кольорової фарби* може використовуватися для виділення конкретних структур або органел в клітинах бактерій. Наприклад, можливо використовувати фарби для виділення ядер, цитоплазми чи інших компонентів. *Метод імунологічних маркерів*. Використання антитіл та імуномаркування дозволяє ідентифікувати конкретні антигени або білки у клітинах фітопатогенних бактерій. Цей метод допомагає визначити види бактерій та їх розташування у рослині. *Метод флуоресцентної мікроскопії* використовує фарби, що світяться під впливом світла певної довжини хвилі. Цей метод може допомагати вивченню живих клітин, виявленню бактерій у рослині та вивченню їхньої взаємодії з клітинами рослини-господаря. *Електронна мікроскопія* надає високу роздільну здатність та дозволяє детально вивчати структури бактерій на рівні клітин та органел. Також, цей метод може використовуватися для вивчення внутрішньоклітинних включень та деталей будови. *Методів відбиття світла та фазово-контрастної мікроскопії*. Ці методи дозволяють досліджувати живі клітини без їхнього фарбування. Вони особливо корисні для спостереження живих процесів у бактерій та їхньої взаємодії з рослинними клітинами. Загалом мікроскопічні методи дозволяють науковцям отримувати детальну інформацію про характеристики

фітопатогенних бактерій, що є важливим для їхньої ідентифікації та розуміння механізмів зараження рослин.

2.3. Характеристика тимчасових пробних площ

Тимчасова пробна площа №1 закладена у варталі 18 виділі 1 Словечанського лісництва. Загальна площа складає 2,3 га. Склад деревостану – 7Сз3Дз+Бп. Вік – 72 роки. Дерново-підзолисті ґрунти. Всього обліком охоплено 215 дерев, серед них здоровими виявилися 148 штук (69,8 %), відповідно інфікованими або типи, які мали характерні ознаки ураження бактеріозами були 65 дерев (30,2 %). Серед виявлених типів бактеріозів відзначена бактеріальна водянка.

Тимчасова пробна площа №2 закладена у варталі 50 виділі 8 Словечанського лісництва. Загальна площа складає 1,0 га. Склад деревостану – 9Сз1Дз. Вік – 56 років. Дерново-підзолисті ґрунти. Всього обліком охоплено 193 дерев, серед них здоровими виявилися 113 штук (58,5 %), відповідно інфікованими або типи, які мали характерні ознаки ураження бактеріозами були 80 дерев (41,5 %). Серед виявлених типів бактеріозів відзначена бактеріальна водянка, «Водяний слід».

Тимчасова пробна площа №3 закладена у варталі 15 виділі 3 Овруцького лісництва. Загальна площа складає 3,5 га. Склад деревостану – 9Сз1Дз. Вік – 67 років. Дерново-підзолисті ґрунти. Всього обліком охоплено 179 дерев, серед них здоровими виявилися 86 штук (48,1 %), відповідно інфікованими або типи, які мали характерні ознаки ураження бактеріозами були 93 дерев (51,9 %). Серед виявлених типів бактеріозів відзначена бактеріальна водянка, бактеріоз листків.

Тимчасова пробна площа №4 закладена у варталі 65 виділі 8 Овруцького лісництва. Загальна площа складає 0,8 га. Склад деревостану – 9Сз1Бп. Вік – 42 роки. Дерново-підзолисті ґрунти. Всього обліком охоплено 201 дерев, серед них здоровими виявилися 86 штук (42,8 %), відповідно інфікованими або типи, які мали характерні ознаки ураження бактеріозами

були 115 дерев (57,2 %). Серед виявлених типів бактеріозів відзначена бактеріальна водянка, бактеріальний рак.

Тимчасова пробна площа №5 закладена у варталі 74 виділі 2 Овруцького лісництва. Загальна площа складає 1,8 га. Склад деревостану – 9Сз1Дз. Вік – 56 років. Дерново-підзолисті ґрунти. Всього обліком охоплено 214 дерев, серед них здоровими виявилися 138 штук (64,5 %), відповідно інфікованими або типи, які мали характерні ознаки ураження бактеріозами були 76 дерев (35,5 %). Серед виявлених типів бактеріозів відзначена бактеріальний рак.

Тимчасова пробна площа №6 закладена у варталі 67 виділі 5 Слобідського лісництва. Загальна площа складає 1,5 га. Склад деревостану – 9Сз1Дз. Вік – 75 років. Дерново-підзолисті ґрунти. Всього обліком охоплено 214 дерев, серед них здоровими виявилися 138 штук (64,5 %), відповідно інфікованими або типи, які мали характерні ознаки ураження бактеріозами були 76 дерев (35,5 %). Серед виявлених типів бактеріозів відзначена бактеріоз листків.

Тимчасова пробна площа №7 закладена у варталі 72 виділі 4 Рокитнянського лісництва. Загальна площа складає 1,8 га. Склад деревостану – 9Сз1Дз. Вік – 72 років. Дерново-підзолисті ґрунти. Всього обліком охоплено 206 дерев, серед них здоровими виявилися 142 штук (68,9 %), відповідно інфікованими або типи, які мали характерні ознаки ураження бактеріозами були 64 дерев (31,1 %). Серед виявлених типів бактеріозів відзначена бактеріальна водянка.

Тимчасова пробна площа №8 закладена у варталі 46 виділі 2 Бігунського лісництва. Загальна площа складає 1,8 га. Склад деревостану – 8Сз2Бп. Вік – 69 років. Дерново-підзолисті ґрунти. Всього обліком охоплено 218 дерев, серед них здоровими виявилися 158 штук (72,5 %), відповідно інфікованими або типи, які мали характерні ознаки ураження бактеріозами були 60 дерев (27,5 %). Серед виявлених типів бактеріозів відзначена бактеріальна водянка, «Водяний слід».

РОЗДІЛ III

АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ. БАКТЕРІОЗИ: ВИДОВИЙ СКЛАД, ПОШИРЕННЯ, ШКОДОЧИННІСТЬ

3.1. Видовий склад та симптоматика бактеріальних хвороб лісових деревних рослин у лісостанах ДП «Словечанський лісгосп АПК»

У межах дослідних лісових насаджень ДП «Словечанський лісгосп АПК» зами зафіксовані характерні ознаки ураження бактеріальних хвороб лісових деревних рослин: «водяний слід» (*Erwinia salicis*) на листках верби білої (*Salix alba* L.), бактеріальна хвороба (*Xanthomonas corylina*) на листках ліщини звичайної (*Corylus avellana* L.), бактеріальний рак (*Aplanobacterium populi*) на гілках і стовбурах тополі білої (*Populus alba* L.), бактеріальна водянка (*Enterobacter nimipressuralis*) на стовбурах дуба звичайного (*Quercus robur* L.) та берези повислої (*Betula pendula* Roth.) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Видовий склад бактеріозів у розрізі видів лісових деревних рослин в умовах філії ДП «Словечанський лісгосп АПК»

Назва бактеріозу/Вид лісової рослини	Верба біла	Тополя біла	Дуб звичайний	Береза повисла	Ліщина звичайна
«Водяний слід» (ВС)	+				
Бактеріальна водянка (БВ)			+	+	
Бактеріальний рак (БР)		+			
Бактеріоз листків (БЛ)					+

Бактеріальне захворювання «водяний слід» верби (збудник – фітопатогенна бактерія *Erwinia salicis*). Перші симптоматичні ознаки ураження

бактеріозом стають помітними в кінці місяця травня на початку червня у формі нетипового в'янення та зміни забарвлення (з зеленого на червонуватий або коричневий), при цьому, певний проміжок часу залишаються висіти на рослинних пагонах, не опадаючи. Іноді засихання листків відбувається без зміни типового забарвлення. Спостерігається масова поява «водяних» пагонів, витікання ексудату і обводнення уражених збудником тканин. З часом окремі пагони починають всихати, кора лущиться і опадає, стовбур деревної рослини поступово оголюється. З ран і тріщин протягом сезону вегетації витікає темний рідкий бактеріальний ексудат. Інфіковані даним бактеріозом деревні рослини відмирають фактично протягом 1 або 2-3 років (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Загальний вигляд симптомів „водяного сліду” верби

Бактеріальна водянка берези та дуба (збудник – фітопатогенна бактерія-полібіотроф *Enterobacter nimipressuralis*) – це захворювання зазвичай проявляється весною та влітку у вигляді характерних симптомів. Початкові ознаки бактеріальної водянки можуть з'явитися у вигляді окремих водянистих плям на гілках на стовбурах дерев-господарів, які з часом розширюються і можуть зливатися формуючи виразку, з якої протягом вегетаційного сезону постійно у великій кількості витікає буре забарвлена зі специфічним кислим запахом рідина – ексудат (рис. 3.2). Інші симптоми включають стрімке в'янення і обсіпання листя, що може стати бурим або чорним, а також формування «водяних» пагонів на стовбурах і гілках. Патогенез хвороби

гострий, тому уражені дерева гинуть протягом 2-4 років після первинного інфікування. Дерева, уражені водянкою є сильно ослабленими, тому починають страждати через негативний вплив інших фітопатогенних організмів, зокрема стовбурових шкідників – лубоїдів, заболонників, вусачів та ін. Для запобігання поширенню бактеріальної водянки важливо вживати заходи контролю, такі як видалення заражених гілок і гілля, дотримання правил санітарної обрізки та використання хімічних засобів за потреби.



Рис. 3.2. Загальний вигляд симптомів бактеріальної водянки на дубі звичайному і березі повислій

Перші ознаки захворювання бактеріального раку тополі (збудник – раневий фітопатоген бактерія *Aplanobacterium populi*) добре візуалізуються на 1–2-х річних пагонах і гілках ранньої весни або на початку літа. Також інфікування піддаються стовбури деревних рослин. Ознаками ураження є формування на здерев'янілій частині пухирців сірого кольору, які зовні відкриваються дрібними тріщинами чи виразками – маленькими (діаметром від 1 до 3 см в діаметрі), закритими чи відкритими продовгуватими (середня довжина яких сягає до 15 см). Деревина, яка знаходиться під ураженою ділянкою набуває світлого червонуватого забарвлення.

При гострому патогенезі хвороби масово утворюються некротичні рани, пагони локально засихають. При хронічному патогенезі роками формується валик раневої деревини. Із тріщин, виразок та пухирців витікає темний липкий

бактеріальний ексудат. Бактеріоз даного типу різко знижує якість ураженої деревини, стимулює розвиток деревозабарвлюючих і дереворуйнівних грибів.



Рис. 3.3. Загальні симптоми бактеріального раку тополі

Бактеріальна хвороба листків ліщини (збудник – *Xanthomonas corylina*) інфікує асиміляційний апарат, бруньки, та незререв'янілі пагони. Симптоми ураження проявляються на весною на бруньках, які стають темно-коричневими і зовсім не розкриваються. Інфіковані бактеріозом листки вкриваються мокнучими кутастими плямами (рис. 3.4). В місцях проникнення інфекції пагони звисають вниз і часто ламаються. На уражених пагонах утворюються дрібні тріщини, з яких виділяється бактеріальний слиз, що формує блискучу плівку при підсиханні.



Рис. 3.4. Загальні симптоми бактеріальної хвороби листків ліщини

3.2. Поширення та інтенсивність ураження бактеріальних хвороб лісових деревних рослин у лісостанах ДП «Словечанський лісгосп АПК»

Всього обліком охоплено 1659 штук деревних рослин, у тому числі 218 дерев верби білої, 301 дерево тополі білої, 620 дерев дуба звичайного, 400 дерев берези повислої, 120 кущів ліщини європейської (табл. 3.2). Середньозважений показник поширення бактеріозів у межах дослідних лісових насаджень філії дорівнює 19,5 % (2 бали). При цьому, поширення бактеріозу «водяний слід» на вербі ми оцінили у 2 бали, що склало 12,8 %, а інтенсивність ураження – у 3 бали (65,0 %).

Таблиця 3.2

Поширення та інтенсивність ураження деревних рослин бактеріальними хворобами у лісових насадженнях філії ДП «Словечанський лісгосп АПК»

Вид лісової рослини	Кількість обстежених рослин, шт.	Кількість уражених рослин	Назва бактеріозу	Поширення		Інтенсивність ураження	
				%	бал	%	бал
Верба біла	218	28	«Водяний слід»	12,8	2	65,0	3
Тополя біла	301	59	Рак	19,6	2	25,0	1
Дуб звичайний	620	185	Водянка	30,5	3	30,0	2
Береза повисла	400	108	Водянка	27,0	2	50,0	3
Ліщина звичайна	120	9	Бактеріоз листків	7,5	1	75,0	4
Всього	1659	389	-	-	-	-	-

Поширення бактеріозу «рак» на тополі ми оцінили також у 2 бали, що склало 19,6 %, а інтенсивність ураження – у 1 бал (25,0 %). Поширення бактеріозу «водянка на дубі» ми оцінили у 3 бали, що склало 30,5 %, а інтенсивність ураження – у 2 бали (30,0 %). Поширення бактеріозу «водянка на

березі» ми оцінили у 2 бали, що склало 27,0 %, а інтенсивність ураження – у 3 бали (50,0 %). Поширення бактеріозу «бактеріоз листків» на ліщині ми оцінили у 1 бал, що склало 7,5 %, а інтенсивність ураження – у 4 бали (75,0 %).

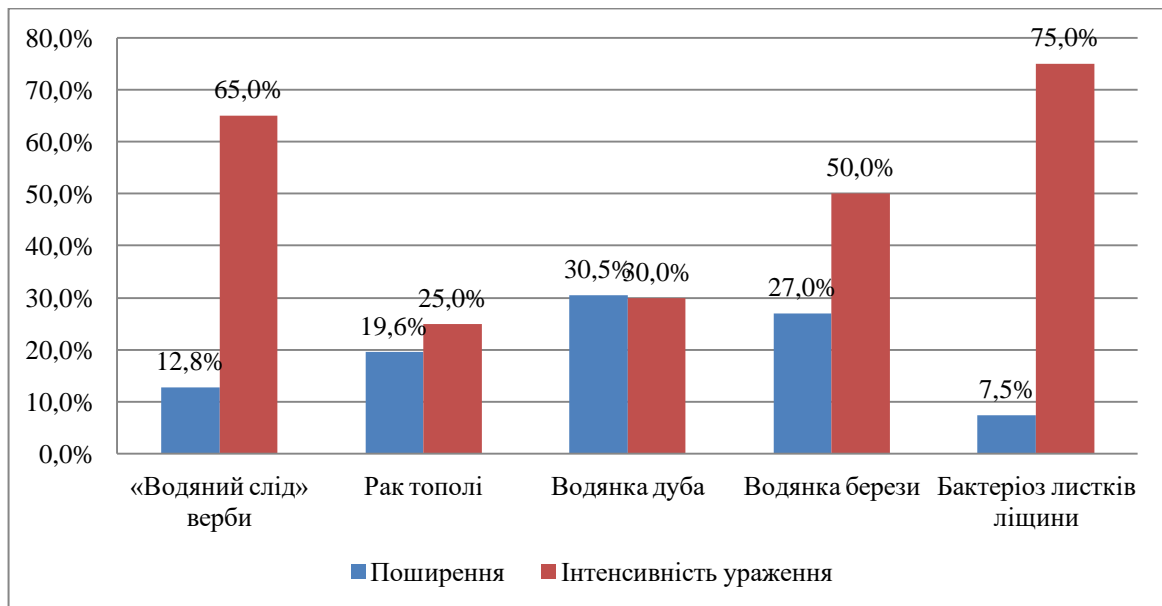


Рис. 3.5. Поширення та інтенсивність ураження бактеріозів у межах лісів дослідного регіону

Типові симптоми ураження верби білої збудником «водяного» бактеріального сліду відмічені нами у лісових насадженнях філії ДП «Словечанський лісгосп АПК» поодинокі, а ступінь її поширення склав 12,8 %. Ступінь поширення раку тополі дорівнює 19,6 %, а рослини із типовою симптоматикою інфікування (поява на окремих гілках і деревних стовбурах тополі білої спочатку досить дрібних вузлуватих наростів, які протягом вегетаційного періоду розпочинають повільно збільшуватися у розмірах і утворювати типові раковини) трапляються локально. Водянка дуба звичайного також характеризувалось осередковим характером розташування уражених деревних рослин, а ступінь поширення даної патології бактеріального походження у лісах філії ДП «Словечанський лісгосп АПК» склав 30,5 %. Найнижчий ступінь поширення (7,5 %) притаманний бактеріальному захворюванню листків ліщини, практично були уражені вегетативні органи на окремих поодинокозростаючих кущах. Поширеність бактеріальної водянки берези у межах дослідних проб склала 27,0 %.

3.3. Шкодочинність бактеріозів

Бактеріози, або захворювання, спричинені фітопатогенними бактеріями, можуть мати певний (головним чином, негативний) вплив на функціонування і цілісність лісових екосистем. Ось деякі аспекти їхньої шкодочинності:

Ураження лісових деревних рослин. Деякі фітопатогенні бактерії можуть викликати захворювання лісових деревних рослин, такі як гниль, кореневі захворювання чи новоутворення. Це може призвести до втрати зеленої мортмаси, впливати на якість деревини та загрозувати стійкості лісу.



Рис. 3.6. Вади деревини, які сформувалися внаслідок розвитку глибокої патології, спричиненої сукупною дією фітопатогенних бактерій і грибів

Загроза для біорізноманітності. Ураження лісів бактеріозами може впливати на якісний склад та чисельність біорізноманіття. Деякі види деревних рослин можуть бути більш чутливими до певних видів бактерій, що може призвести до змін у складі та структурі лісового екосистеми.

Вплив на екосистемні послуги. Ліси забезпечують ряд екосистемних послуг, таких як постачання деревини, регуляція клімату, фільтрація води та зберігання біорізноманіття. Фітопатогенні бактерії як збудники хвороб можуть негативно впливати на ці послуги, знижуючи якість деревини, порушуючи екосистемний баланс та спричинюючи втрати біорізноманіття.



Рис. 3.7. Суховершинність та мокнуче патологічне ядро – наслідки ураження берези бактеріальною водяною

Ефекти на лісові культури. Управління лісовими ресурсами, такими як лісові культури або плантації, може бути ускладнене виникненням та поширенням бактеріозів. Захворювання такого типу можуть призвести до втрати продуктивності, низької якості деревини та зниження ефективності господарювання лісом.

Зміни у структурі імунності та стійкості лісу. Шкідливі бактерії можуть впливати на стійкість лісу до стресових чинників, таких як погодні умови чи атаки шкідників. Захворювання бактеріальної етіології може призвести до підвищеної чутливості деревних рослин та зниження їхньої стійкості.

Погіршення загального екологічного стану. Захворювання, спричинені фітопатогенними бактеріями, можуть призвести до загального погіршення екологічного стану лісових екосистем, що може впливати на водні ресурси, ґрунт та інші компоненти природного середовища.

Для управління шкідливим впливом бактеріозів у лісах важливо вживати заходи з контролю за захворюваннями, вивчати інтегровані методи лісового господарювання та дотримуватися принципів стійкого лісового управління.

3.4. Заходи захисту лісових деревних рослин від збудників бактеріальних хвороб

Захист лісових деревних рослин від бактеріальних захворювань включає в себе ряд заходів, які спрямовані на попередження поширення та контроль за цими захворюваннями. Ось деякі ефективні заходи:

1. Селекція стійких видів та сортів рослин. Розробка та використання видів чи сортів, які відзначаються високою стійкістю до конкретних збудників бактеріальних захворювань, є ефективним методом захисту. Наприклад, ясен звичайний (*Fraxinus excelsior*) інфікується небезпечним бактеріозом – туберкульоз ясен (збудник *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*), при цьому, ясен пенсильванський (*Fraxinus pennsylvanica*) залишається стійким по відношенню до даного захворювання. Також дуб звичайний (*Quercus robur*) є чутливим і наразі вагомо страждає через поширення бактеріальної водянки (збудник *Enterobacter nimipressuralis*), а дуб червоний (*Quercus rubra*) не інфікується. Селекція має на меті створення менш чутливих до фітопатогенів рослин.

2. Відповідне санітарне управління. Правильне санітарне управління лісовими ресурсами включає видалення та знищення інфікованих небезпечними інфекційними агентами лісових деревних рослин та рослинних залишків. Це допомагає зменшити резервуари фітопатогенних бактерій і обмежує можливості їхнього поширення.

3. Хімічні заходи. Використання хімічних засобів може бути ефективним способом контролю за бактеріальними захворюваннями у лісах. Фунгіциди та інші хімічні препарати можуть застосовуватися для запобігання та лікування уражених дерев.

4. Оптимальні умови вирощування. Забезпечення оптимальних умов для росту деревних рослин та лісових культур може покращити їхню стійкість до бактеріальних захворювань. Це включає в себе регуляцію вологості, добрив та інших факторів середовища.

5. Введення біологічних агентів. Застосування біологічних агентів, таких як антагоністичні бактерії чи бактеріофаги, може допомогти контролювати популяції патогенних бактерій та знижувати ризик ураження. Наразі доступними є препарати на основі біоагентів – Бітоксисабацилін, Боверин, Вертицилін, Гаупсин, Планріз, Пентафаг, Триходермін, Нематофагін, Фітобактеріоміцин та ін.

6. Методи вентиляції і освітлення. Забезпечення доброї вентиляції та достатнього освітлення може допомагати зменшити вологість листя та стовбурів, створюючи менш сприятливі умови для розвитку бактеріальних хвороб.

7. Моніторинг та діагностика. Регулярний моніторинг стану лісових деревних рослин дозволяє вчасно виявляти типові ознаки захворювань. Діагностичні методи допомагають ідентифікувати конкретні види фітопатогенних бактерій та визначити ефективні заходи контролю.

8. Екологічні підходи. Підтримка екологічного балансу та біорізноманіття у лісах сприяє загальній стійкості екосистем та зменшує ймовірність виникнення масових уражень.

Ефективний захист лісових дерев від бактеріозів вимагає комплексного підходу, який поєднує селекцію стійких видів, санітарне управління, хімічні та біологічні заходи, та оптимальні умови вирощування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вивчення видового складу та поширення фітопатогенних мікроорганізмів, що спричиняють інфекційні захворювання бактеріальної етіології листяних видів деревних рослин проведено методом детального обстеження лісових масивів ДП «Словечанський лісгосп АПК» на восьми тимчасових ПП у межах Словечанського, Овруцького, Слобідського, Бігунського та Рокитнянського лісництв. Ці ПП були розміщені в різних ТУМ, таких як А2, В1 і В2. Щодо перерозподілу деревних рослин на ПП за віковими категоріями, то більша частина лісових насаджень представлена стиглими лісостанами віком від 50 до 80 років. Всього обліковано 1659 шт. лісових рослин, у т. ч. 218 верби білої (*Salix alba* L.), 301 тополі білої (*Populus alba* L.), 620 дуба звичайного (*Quercus robur* L.), 400 берези повислої (*Betula pendula* Roth.), 120 ліщини європейської (*Corylus avellana* L.).

У межах дослідних лісостанів ДП «Словечанський лісгосп АПК» зами зафіксовані типові симптоми ураження бактеріозами лісових деревних рослин. Так, нами зафіксовані симптоми «водяного сліду» (збудник – бактерія *Erwinia salicis*) на листках і пагонах верби білої, які проявилися у формі нетипової зміни забарвлення, витікання ексудату та утворення численних водяних пагонів. На листках ліщини звичайної опізнані симптоми бактеріозу (збудник – *Xanthomonas corylina*), який проявляється у формі плямистості та стрімкого всихання генеративних органів, а також витіканні бактеріального слизу. Ознаки ураження бактеріальним раком (збудник – *Aplanobacterium populi*) ми відзначили на гілках і стовбурах білої тополі, зокрема, формування пухирців та раковин з тріщинуватою поверхнею. Симптоми бактеріальної водянки (збудник – *Enterobacter nimipressuralis*) відмічені на стовбурах і окремих гілках берези повислої та дуба звичайного. Слизотеча з ран, суховершинність, численні водяні пагони та мокнуче патологічне ядро – типові наслідки ураження лісових деревних рослин бактеріальною водянкою.

Середні значення показника поширення бактеріозів у межах ПП насаджень ДП «Словечанський лісгосп АПК» складає: «водяний слід» верби – 12,8 %, рак тополі – 19,6 %, водянка дуба – 30,5 %, водянка берези – 27,0 %, бактеріоз листків ліщини – 7,5 %. При цьому, інтенсивність ураження була наступною: «водяний слід» верби – 65,0 %, рак тополі – 25,0 %, водянка дуба – 30,0 %, водянка берези – 50,0 %, бактеріоз листків ліщини – 75,0 %.

Загалом виникнення, розвиток і поширення бактеріозів у лісостанах ДП «Словечанський лісгосп АПК» формує вплив на цілісність і функціонування лісових екологічних систем регіону. Серед головних аспектів шкодочинності слід виокремити: втрату зеленої мортмаси, погіршення якості деревини та загроза резистентності лісу; формування загроз для якісного складу та чисельності біорізноманітності; вплив на екосистемні послуги; зниження ефективності ведення лісогощарської діяльності; зміни у структурі імунності та стійкості лісу; погіршення загального екологічного стану та ін.

Взагалі, лісорослинні та ґрунтово-кліматичні особливості території ДП «Словечанський лісгосп АПК» формують досить сприятливі умови як для успішного ведення лісогощарської діяльності, так і для поширення різноманітних груп живих організмів, у т.чю фітопатогенів – шкідливих комах та збудників хвороб інфекційної етіології.

З метою поліпшення стану листяних деревних насаджень у ДП «Словечанський лісгосп АПК» та збільшення їх ефективності рекомендується впровадження комплексу інтегрованих заходів захисту (селекція стійких видів та сортів рослин, регулярний фітомоніторинг та діагностика санітарного стану, використання хімічних засобів та біопрепаратів, дотримання санітарних правил та екологічних стратегій при проведенні будь-яких лісогощарських заходів). Ці заходи спрямовані на створення стійких до біологічних загроз насаджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко, А. А., & Цвігун, В. О. (2018). Опирення бактеріозів індукованих *Erwinia amylovora* у різних видів рослин біоценозів Полісся за умов контамінації збудника бактеріофагом. *Агроек. журнал*, (2), 93-96.
2. Вергелес, П. М., Пінчук, Н. В., & Коваленко, Т. М. (2021). *Карантин рослин. посіб.* Вінниця: ВНАУ, 2021. 377 с.
3. Гамалія В. М. (2016). Центри з вивчення бактеріозів рослин в Україні. *Вісник Дніпропет. університету*. 5.13. С. 47–51.
4. Гамалія В.М. Становлення і розвиток мікології та фітопатології у країнах Західної Європи. Історія укр. науки на межі тисячоліть. Київ, 2018. Вип. 34. С. 42–50.
5. Гойчук А. Ф., Дрозда В. Ф. & Швець М. В. (2018). Ризик зникнення берези повислої в Житомир. Поліссі України. *Наукові праці ЛАНУ*, (17), 16-25.
6. Гойчук, А. Ф., Дрозда, В. Ф., Кульбанська, І. М., & Швець, М. В. (2019). Бактеріози лісових деревних рослин у лісах Полісся та Лісостепу України. *Scien. Journ. Ukrainian Journal of Forest & Wood Science*, 10(2).
7. Гойчук, А. Ф., Дрозда, В. Ф., Кульбанська, І. М., & Швець, М. В. (2019). Лісорослинні умови як каталізатори активізації ендоефітних вітальних облігатів аутомікробіоти деревних рослин.
8. Гойчук, А. Ф., Кульбанська, І. М., & Швець, М. В. (2019). Бактеріози лісових деревних рослин у лісах Полісся та Лісостепу України. *Scient. Journal Ukrainian Journal of Forest & Wood Science*, 10(2).
9. Димитров, С. Г., Саблук, В. Т., & Танчик, С. П. (2021). Зниження ураженості рослин с/г культур хворобами за мікоризації грибами та симбіозу з азотфісуючими бактеріями їхньої кореневої системи. *Аграрні інновації*, (10), 29-33.
10. Кульбанська І. (2021). Симптоми, поширення та шкодочинність туберкульозу *Fraxinus excelsior* L.(збудник *P. syringae* pv. *savastanoi*). *Наукові праці ЛАНУ*, (23), 17-28.

11. 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).
12. 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 ХНАУ ім. Докучаєва. Серія: 1-2*. 101-110.
13. Ониськів М. І., Кайдик О. Ю. (2018). 30-річні результати вивчення проблеми захисту від зб. кореневої губки культур сосни звичайної у Поліссі. *Лісівн. і агролісомеліорація*. Харків: УкрНДЛГА, Вип. 114. С. 201–206.
14. Патица, В. П., Пасічник, Л. А., & Кураш, П. (2018). Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур за дії фітопатогенних бактерій. *Збірник наукових праць ННУ Інститут землеробства НААН*, (4), 51-63.
15. Пінчук, Н. В., Коваленко, Т. М., & Вергелес, П. М. (2020). Садово-паркова фітопатологія. Вінниця, 2020. 380 с.
16. Погрібний, О. О., Заячук, В. Я., Осташук, Р. В. (2018). Дослідження причин всихання деревостанів ялиці в Укр. Карпатах. *Науковий вісник НЛТУ*. 28.8, С. 9-13.
17. Рослини-паразити та напівпаразити (атлас-довідник) / уклад.: В. В. Буджак, С. Г. Літвіненко. Чернівці: ЧНУ, 2014. 32 с.
18. Скольський І. М. (2019). Голландська хвороба в'язових: поширення, етапи розвитку, перспективи та передумови затухання. *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. Львів: НЛТУ України. 19.1. С. 33–37.
19. Сорока, М. І., Возняк, А., Гойчук, А. Ф., Ониськів, А. П., & Пліхтяк, П. П. (2019). Фітоценотичні передумови всихання лісів за участю *Abies alba* Mill. у лісових ценозах Покутських Карпат. *Наукові праці ЛАНУ*, (18), 21-34.
20. Станкевич, С. В. Бактеріальний опік плодових в Україні. *Development of modern science: theory, methodology, practice*, 2021. March 18–19, 2021, Madrid, Spain. 221 p. (p. 19).

21. Хвороби листяних деревних рослин (атлас-довідник) / уклад.: В. В. Буджак, С. Г. Літвіненко. Чернівці: ЧНУ, 2013. 40 с.
22. Хвороби плодових культур: атлас-довідник / уклад.: В. В. Буджак, С. Г. Літвіненко. Чернівці: ЧНУ, 2014. 38 с.
23. Хвороби хвойних рослин (атлас-довідник) / уклад.: В. В. Буджак, С. Г. Літвіненко. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. 56 с.
24. Юсипович Ю. М., Ковальова В. А., Гут Р. Т. (2017). Діагностика кореневої губки методом ПЛР. *Науковий вісник НЛТУ*. 22.6. С. 43–49.
25. 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.
26. Явний, М. І., (2019). Бактеріальна хвороба *Ulmus glabra* Huds. в насадженнях Житомирського Полісся України. *Мікробіол. Журнал*. 83.2.
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. Baubekova, A., Abiyev, S., Asilkhanova, R., & Ziyakhanova, R. (2022). Detection of Phytopathogenic Bacteria Damaging Weeping Birch (*Betula Pendula*) by Molecular Identification Method. *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(5).
29. Bulyhina, T. V., Pasichnyk, L. A., & Garkava, K. G. (2022). Characteristics of *Lelliottia nimipressuralis* lipopolysaccharide obtained by different methods. *Microbiological Journal/Mikrobiolohichnyi Zhurnal*, 84(6).
30. 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-neededled Forest Decline/Dieback in Northern Eurasia. *Russian Meteorology and Hydrology*, 47(5), 405-417.
31. Chouhan, S. S., Kaul, A., Singh, U. P., & Jain, S. (2018). Bacterial foraging optimization based radial basis function neural network (BRBFNN) for identification and classification of plant leaf diseases: An automatic approach towards plant pathology. *Ieee Access*, 6, 8852-8863.

32. 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).
33. Gunchak, M., & Skorreyko, A. (2018). Protection of apple plants from diseases in the conditions of the Western Forest-steppe. *Interdepartmental Thematic Scientific Collection of Phytosanitary safety*, (64), 41-48.
34. Kolomiiets, Y. V., Grigoryuk, I. P., Likhanov, A. F., Butsenko, L. M., Pasichnyk, L. A., & Blume, Y. B. (2020). Induction of wheat resistance against the causative agent of basal bacteriosis with growth-promoting bacteria. *Cytology and Genetics*, 54, 514-521.
35. La Porta, N., Hietala, A. M., & Baldi, P. (2023). Bacterial diseases in forest trees. In *Forest Microbiology* (pp. 139-166). Academic Press.
36. Morales-Cedeño, L. R., del Carmen Orozco-Mosqueda, M., Loeza-Lara, P. D., Parra-Cota, F. I., de Los Santos-Villalobos, S., & Santoyo, G. (2021). Plant growth-promoting bacterial endophytes as biocontrol agents of pre-and post-harvest diseases: Fundamentals, methods of application and future perspectives. *Microbiological Research*, 242, 126612.
37. 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.
38. Shruthi, U., Nagaveni, V., & Raghavendra, B. K. (2019, March). A review on machine learning classification techniques for plant disease detection. In *2019 5th International conference on advanced computing & communication systems (ICACCS)* (pp. 281-284). IEEE.

39. Tatoryntsev, A. I., & Mikhaylov, P. V. (2022). Diseases of *P.tremula* in the forests: pathogens and their impact. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 981, No. 4, p. 042072). IOP Publishing.

40. 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 експл. лісових і мисливських ресурсів*, 66-68.