

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології

Кафедра біології та захисту лісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

СЕРПУТЬКО РОМАН МИКОЛАЙОВИЧ

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

УДК 630*4:582.632.1(477.42)

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Бактеріальні хвороби березових насаджень, їхня симптоматика,
етіологія, патогенез у ДП «Коростишівське ЛГ»**

(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 – 2020

Висновок кафедри _____
за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____
№ __ від «__» грудня 2020 р.

Завідувач кафедри _____

д.б.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)
«__» грудня 2020 р.

(підпис)

Житова Олена Петрівна
(прізвище ,ім'я, по батькові)

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Серпутько Роман Миколайович** 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

Серпутько Р. М. : «Бактеріальні хвороби березових насаджень, їхня симптоматика, етіологія, патогенез у ДП «Коростишівське ЛГ». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Проведеними дослідженнями з'ясовано ряд причин усихання березових насаджень на території ДП «Коростишівське ЛГ». Акцентується увага на глибокій патології берези повислої, яка утворює стійкі осередки ураження *Betula pendula* Roth. у регіоні. Основним рушійним фактором погіршення стійкості лісових екосистем є несприятливі кліматичні умови, шкідники і збудники хвороб, а стрімке всихання вже ослаблених березняків асоціюється з бактеріальною водянкою.

Встановлено, що симптоматика бактеріальної слизотечі явно пов'язана з наповненням вологою тканин у стовбурі і пагонів беріз, утворенням мокрого патологічного ядра в деревині, тріщинами та виразками на стовбурах, здуттями кори в період активної фази хвороби, мокрими виразками у місцях зовнішнього проникнення інфекції, рясними патьоками ексудату. В уражених дерев на стовбурах формуються багаточисельні водяні пагони. Зафіксовано, що у деяких беріз старших вікових груп уражене ядро не виступало назовні із заболоні у вигляді тріщини, зберігаючись всередині стовбура протягом всього онтогенезу. Життєздатність рослини підтримувалась завдяки останніх річних кілець деревини і камбію, які не були інфіковані бактеріальною водянкою і щорічно відкладали середньорічний радіальний приріст. Це свідчило про глибоку патологію берези.

З'ясовано, що на категорію всихання березняків певний вплив має склад деревостану – складні і мішані насадження є стійкішими до слизотечі. Поширення бактеріальної водянки в березняках зростає зі збільшенням їхнього віку і зниженням повноти. Представлені дані щодо типу інфікування і щільності розміщення виразок на стовбурі. Запропоновано теоретико-практичні рекомендації для обмеження розвитку бактеріальних хвороб лісових деревних рослин у господарстві.

Ключові слова : бактеріоз, береза повисла, водянка, ексудат, епіфітотії, етіологія, інфекція, міко- та мікроорганізми, патогенез, поширеність, симптоматика, фітосанітарний стан.

ANNOTATION

Serputko R.M. : Bacterial diseases of birch stands, their symptoms, etiology, pathogenesis in State enterprise «Korostyshivske forestry». Qualification work to obtain an educational master's degree in specialty 205 – forestry. – Polissia National University, Zhytomyr, 2020.

The conducted researches have revealed a number of reasons for the loss of birch stands on the territory of state enterprise «Emilchinske forestry». The emphasis is on the deep pathology of birch, which forms stable foci of *Betula pendula* Roth. lesions in the region. The main driving factor of the deterioration of forest ecosystem sustainability is unfavorable climatic conditions, pests and pathogens of diseases, and the rapid drying of already weakened birch trees is associated with bacterial dropsy.

It is established that the symptoms of bacterial infection are clearly associated with the moisture content of the trunk tissue in the trunk and shoots of birch, the formation of a wet pathological nucleus in the wood, cracks and ulcers on the trunks, swelling of the bark during the active phase of the disease, wet ulcers, exudate stains.

It is noted that in some adult birches the pathological truewood never emerged from the sapwood in the form of a crack, remaining inside the trunk throughout the entire period of ontogenesis. The viability of trees was ensured by the activity of the last annual layers, which were not affected by bacterial infection and were characterized by radial growth every year. This indicated a deep pathology of the pathogen caused by bacterial dropsy.

It was revealed that the degree of tree dieback is influenced by the composition of forest stands – stands that are complex in shape and mixed in composition are more resistant to bacterial infection. The prevalence of the causative agent of the disease increases with age and lowering of completeness.

The data on the type of defeat and the density of the location of ulcers on the barrel are presented. Theoretical and practical recommendations for limiting the development of bacterial diseases of forest tree plants in the economy are proposed.

Key words : bacteriosis, dropsy, epiphytotics, etiology, exudate, infection, myco- and microorganisms, pathogenesis, phytosanitary condition, prevalence, silver birch, symptoms.

ЗМІСТ

Анотація.....	3
Перелік умовних позначень і скорочень.....	6
Вступ.....	7
РОЗДІЛ I. Сучасний стан досліджень бактеріальних хвороб на <i>Betula pendula</i> (аналітичний огляд)	9
РОЗДІЛ II. Методика, програма та об'єкти досліджень.....	14
2.1. Стисла характеристика регіону досліджень.....	14
2.2. Методи досліджень.....	16
РОЗДІЛ III. Результати власних досліджень.....	19
3.1. Симптоматика бактеріозів на <i>Betula pendula</i>	19
3.2. Характеристика досліджуваних пробних площ.....	23
3.3. Поширення бактеріальних хвороб берези повислої у залежності від ряду лісівничо-таксаційних показників.	30
3.4. Рекомендовані заходи щодо обмеження шкодочинності збудників бактеріозів.....	32
Висновки і практичні рекомендації.....	34
Список використаних джерел.....	35
Додатки.....	39

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ДП – державне підприємство;

Орл – орлякові асоціації березових лісів;

Чор – чорницеві асоціації березових лісів;

Злк – злакові асоціації березових лісів;

Злм – зеленомохові асоціації березових лісів;

Вер – вересові асоціації березових лісів;

табл. – таблиця;

рис. – рисунок;

ЛГ – лісове господарство;

ВЛРЗ – вкриті лісовою рослинністю землі;

ЖНП – живий надґрунтовий покрив;

ТПП – тимчасова пробна площа;

ФПБ – фітопатогенні бактерії;

І.с. – середньозважений індекс санітарного стану;

Бп – береза повисла;

Яє – ялина європейська;

Сз – сосна звичайна;

Ос – осика;

Влч – вільха чорна.

ВСТУП

Типові лісостани Полісся характеризуються значним рослинним та тваринним біорізноманіттям. Вікова та просторова структура листяних деревних видів у господарстві різноманітна, з домінуванням дуба звичайного, берези повислої, липи дрібнолистої, вільхи чорної, осики та ін. Традиційні прийоми фітосанітарного моніторингу дозволили отримати об'єктивну інформацію, що стосується рівня заселення дерев фітопатогенами та фітофагами. У зв'язку з кліматичними аномаліями останніх років ослаблені рослини стають сприйнятливими до бактеріозів [12].

Актуальність теми досліджень зумовлюється інтенсивним ослабленням і всиханням березняків, що призводить до відчутних екологічних наслідків та економічних збитків, створюючи осередки патологій у лісових масивах. Гомеостаз системи організмів, як адекватна реакція на дії стресових факторів, підтримується шляхом включення механізмів позитивного і негативного зв'язків [13; 25]. Тому дослідження інфекційного складника патологічного процесу є актуальним і необхідним.

Об'єкт досліджень – *Betula pendula* та її санітарний стан у лісостанах ДП «Коростишівське ЛГ».

Предмет досліджень – поширення і шкодочинність збудників бактеріальних хвороб у березових деревостанах ДП «Коростишівське ЛГ».

Мета роботи – провести комплексні дослідження етіології, симптоматики і патогенезу бактеріозів на *Betula pendula* в деревостанах ДП «Коростишівське ЛГ».

Для досягнення поставленої мети виділено такі основні завдання:

1. Здійснити оцінку фітосанітарного стану березових деревостанів у ДП «Коростишівське ЛГ».
2. Встановити особливості поширення бактеріальної водянки берези в залежності від певних лісівничо-таксаційних показників.
3. Виявити причини бактеріозу, дослідити симптоматику і патогенез.

4. Обґрунтувати обмежувальні заходи виникнення і поширення водянки в березняках на території господарства.

Методи дослідження. У роботі були використані лісівничо-таксаційні методи – за рекогносцирувальних та детальних обстежень насаджень; фітопатологічні – для ідентифікації збудників інфекцій, встановленні їхньої інтенсивності ураження; статистичні – для аналізу отриманих даних. Для підсумкової оцінки використовували найбільш інформативні та об'єктивні числові характеристики. Отриманий цифровий матеріал обробляли статистично. Результати досліджень наведені в таблицях.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Швець М.В., Герасименко І.Ю., **Серпутько Р.М.** *Lelliottia nitipressuralis* у патогенезі березових деревостанів, уражених інфекційними патологіями. *Лісові екосистеми : сучасні проблеми і перспективи досліджень* : зб. матеріалів доп. учасн. I Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : ЖНАЕУ, 2020. С. 35–36.

2. Герасименко І.Ю., **Серпутько Р.М.**, Швець М.В. Оцінка динаміки патогенезу у деревостанах, за участю берези повислої, у Житомирському Поліссі. *Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів* : зб. матеріалів доп. учасн. II Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : ЖНАЕУ, 2020. С. 83–84.

3. Shvets M.V., Gerasimenko I.Y., **Serputko R.M.** Birch stands of Zhytomyr Polissya of Ukraine in the conditions of climate change. *Лісівнича наука : стан, проблеми, перспективи розвитку* : зб. матеріалів учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. Харків : УкрНДЛГА, 2020.

Практичне значення отриманих результатів

Отримані результати можуть слугувати інформаційною основою для діагностики, симптоматики, патогенезу бактеріозів на *Betula pendula* в лісах регіону та під час моніторингу санітарного стану лісових насаджень, для планування та проведення доглядових і санітарних рубок у ДП «Коростишівське ЛГ» ЖОУЛМГ.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків і додатків. Викладена на 47 сторінках комп'ютерного тексту, у тому числі основна частина – на 38 сторінках. Список використаної літератури – 45 літературних джерел.

РОЗДІЛ I

СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ НА *BETULA PENDULA* (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД)

Природно, що зміна фізіологічного стану дерева стимулює перерозподіл і активність складників міко- та мікробіоти деревної рослини. Тож коли мова йде про абіотичні чинники (як каталізатори патології), то їх слід розглядати через призму зміни живлення рослини, а відтак – і вплив цих змін на міко- та мікробіоту [1; 20]. Проте в інфекційній патології лісу патогени далеко не завжди системно пов'язані з ними. Серед багаточисельних фактів інфекційної патології (як самостійного чинника) в минулому сторіччі слід відмітити масове відмирання ільмових у межах ареалу колишнього Радянського союзу, зокрема і в Україні, яке епізодично спостерігається й наразі. При цьому, всихання рослин від *Ceratocystis ulmi* відбувалось і відбувається в насадженнях, де інші складники деревостанів не мали жодних ознак його ослаблення [4; 10; 29].

Фітопатогенні бактерії протягом свого існування вступають в ті чи інші взаємовідносини з різними організмами. Боротьба за джерела живлення і середовище існування є чинником, що визначає формування взаємовідносин між ФПБ та іншими організмами на поверхні або в самій рослині, а також в ґрунті [41]. Такі взаємовідносини бувають симбіотичними і антагоністичними. Часто поширенню інфекцій у лісових масивах сприяють біотичні фактори: комахи, ссавці, птахи, рекреаційне навантаження і різні механічні ушкодження пагонів та стовбурів дерев [8; 28].

Донедавна збудником бактеріальної водянки берези вважалась бактерія-полібіотроф *Enterobacter nimipressuralis* [32; 33]. Таксономія *Enterobacter* має складну історію, коли кілька видів перенесено в цей рід та з нього. Класифікація штамів ускладнена через його природу на основі послідовностей генів 16S рРНК [30]. Раніше було визнано, що *Enterobacter* містить види, які слід передати іншим родам. Намагаючись упорядкувати таксономію *Enterobacter*, MLSA, заснований на частковому секвенуванні генів, що кодують білок (*gyrB*, *groB*, *infB* та *atpD*), було проведено для штамів типу та еталонних

штамів видів *Enterobacter*, *Cronobacter* та *Serratia*, а також екземплярів з близькоспоріднених родів *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Kluyvera*, *Leclercia*, *Mangrovibacter*, *Raoultella* та *Yokenella*. Філогенетичний аналіз послідовностей нуклеотидів показав, що *Enterobacter* можна розділити на п'ять категорій, які підтримують MLSA, що передбачає перекласифікацію видів на п'ять різних родів. Запропоновано три нові роди: *Lelliottia* gen., *Pluralibacter* gen., *Kosakonia* gen. та безліч нових рекомбінацій [37]. Наразі збудником слизотечі берези є *Lelliottia nimipressuralis* Brad.

Так, комахи є активними учасниками в поширенні ФПБ. За цього між ними і патогенними бактеріями існують різні стадії взаємозв'язку – від механічного найпростішого перенесення інфекції до тісного складного зв'язку, який може нагадувати симбіотичний. Деякі види нематод, цілком ймовірно, переносять на собі (або в собі) ряд бактерій, патогенних для лісових деревних рослин [21]. Взаємовідносини між грибами і бактеріями, які паразитують на одній і тій же рослині, дуже різноманітні і часом складні. У деяких випадках один з паразитів, викликаючи захворювання рослини, може робити її більш сприйнятливим до іншого. Відбувається це внаслідок того, що під впливом життєдіяльності паразита змінюються імунно-фізіологічні властивості рослини-живителя [6]. Бактерії можуть адсорбувати на своїй поверхні частини вірусів, переносячи їх з хворих рослин на здорові. Бактерії, які ушкоджують рослини, що уражені вірусом, переносять вірус на здорові дерева і рослини хворіють одночасно двома хворобами. У процесі еволюції ФПБ втратили здатність до сапротрофного існування і, в зв'язку з цим, втратили здатність конкурувати з ґрунтовою і епіфітною мікрофлорою [3]. Тому в них з'явився ряд пристосувальних особливостей, які дозволяють їм довше існувати в природі поза тканинами рослин. До таких особливостей належить здатність деяких ФПБ утворювати позаклітинні полісахариди, за допомогою яких вони краще переносять низькі температури і висихання, а також внутрішньоклітинні жовті пігменти, що робить їх стійкими до ультрафіолетових променів [22]. Бактерії,

які не здатні жити в ґрунті, пристосовуються до життя всередині комах, звідки вони переходять на рослини [1].

Неоднакова інтенсивність ураження лісових деревних рослин інфекційними хворобами в природі пояснюється циркадними ритмами росту, транспірації і фізіолого-біохімічними процесами у рослин. Коли циркадні ритми у нормі, то вони створюють так званий циркадний баланс. Але коли циркадний баланс відсутній, то відповідно і порушений циркадний ритм, який уже негативно впливає на рослину [3; 11]. У берези повислої відбувається значне добове коливання фітонцидів, яке має властивість різнитись у ранковий час, порівняно з вечірнім. Загалом, підвищення стійкості рослин більш притаманне в нічні години. Добовим коливанням також піддається рівень цукрів і амінокислот у клітинах, від щільності і якості яких залежить стійкість рослин до інфекції. У залежності від умов – фенольні сполуки можуть викликати пригнічуючу або стимулюючу дію на збудників хвороб, що значно підвищує їхню роль у патогенезі [38].

Наразі циркадні ритми ФПБ є недостатньо вивченими. Наприклад о 8 год. ранку рослини берези повислої мають дещо вищу стійкість до бактеріальних патогенів, у той час як об 11-13 год. вона помітно знижується в кілька разів. Крім того, стійкість лісових деревних рослин о 7 год. є настільки високою, що слабо вірулентні штами бактерій практично не здатні проявляти свої патогенні властивості. Вирівнювання некротичних ділянок від зараження не відбувається за весь час інфекційного процесу [3].

За відсутності довготривалого стресового характеру біогенної природи імунна система продуцентів повністю контролює параметри ніш мікроорганізмів. Отже, гомеостаз системи підтримується циклічними проявами регуляторних елементів позитивного і негативного зворотнього зв'язків [42].

Таким чином, фітопатогенні організми, для яких субстрат – живі тканини, мають вирішальне значення у функціонуванні імунної системи продуцентів. Мінорний ансамбль виконує екскреторну функцію [2]. Різноманітний видовий

склад мікроорганізмів забезпечує трофічну функцію, утилізуючі різні складні органічні і мінеральні структури до простих, доступних рослинам з'єднань [3].

Попередніми дослідженнями [23; 27; 31] встановлено, що весняна і осіння активність бактеріозів пов'язана з вуглецевим живленням (у т.ч. із сезонним перерозподілом крохмалю й збільшенням цукрів у деревині). Знижуючи морозостійкість дерев, бактерії виступають центрами кристалізації при бактеріальній водянці, а продукти їхнього метаболізму викликають появу морозобійних тріщин [7].

Варто відзначити, що циркадні ритми дозволяють виживати рослинам в постійно мінливих умовах. Вони виступають у ролі так званих «синхронізаторів» і дають можливість витримувати біотичні, абіотичні, антропогенні стреси та зберігати свою цілісність. Фізіологічною основою циркадних ритмів виступають динамічно організовані процеси, що відбуваються в живій цитоплазмі («клітинний годинник») багатьох фізіологічних функцій, підвищення і зниження енергетичного рівня, ритмічні зміни будови молекул [42].

Розглядаючи масове ураження лісових насаджень збудниками бактеріозів з точки зору еволюції, бактерії мають здатність ініціювати перехід до наступного щабля еволюції [44]. Такий перехід має циклічний характер. Тобто, внаслідок проведення рубок у лісових насадженнях спостерігається різке збільшення інфекційного бактеріального фону, який і провокує паразитарні патології деревних рослин, так як у лісах виявлено інтенсифікацію бактеріальної патології після проведення інтенсивних рубок у насадженнях [39; 43].

Досліджено, що за своєю формою кора берези повислої має неоднакову чутливість до збудника водянки, враховуючи грубо-тріщинувату, ромбовидно-тріщинувату, поздовжньо-тріщинувату, неясно-тріщинувату, шаруватокору, шорсткочору форми [34; 36].

Отже, на основі опрацювання аналітичного огляду літератури встановлено, що дослідження антагоністичних взаємовідносин між різними видами міко- та мікроорганізмів лісових деревних рослин у контексті виявлення активних антагоністів до фітопатогенних бактерій є перспективним у розробці та застосуванні теоретико-прикладних аспектів біозахисту лісу. За кордоном подальше вивчення збудника водянки дозволило включити його до нетипових видів роду *Erwinia*, так як у результаті рекласифікації після більш детального вивчення в результаті використання ідентифікаційного методу 16s-rРНК вид *Erw. nimipressuralis* був ліквідований як вид і перенесений в рід *Enterobacter*, оскільки ця бактерія виявилася ідентичною типовому виду *E. nimipressuralis* – факультативному анаеробу.

Таксономія *Enterobacter* має складну історію, коли кілька видів перенесено в цей рід та з нього. Класифікація штамів ускладнена Згодом було запропоновано три нові роди: *Lelliottia* gen., *Pluralibacter* gen., *Kosakonia* gen. та безліч нових рекомбінацій. Наразі збудником слизотечі берези є *Lelliottia nimipressuralis*.

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Стисла характеристика регіону досліджень

Державне підприємство «Коростишівське лісове господарство» знаходиться у південно-східній частині Житомирської області на території Житомирського адміністративного району. Юридична адреса підприємства: пров. Зарічний, 29, м. Коростишів, Житомирської області, 12502. Загальна площа складає 24,8 тис. га, у тому числі ВЛРЗ – 21, 5 тис. га. У склад лісгоспу входить 5 лісництв (Дубовецьке, Івницьке, Коростишівське, Кропивнянське Смолівське), лісопереробний комплекс, автоколону, нижній склад при залізничній станції. Територія держлісфонду має 4 об'єкти природо-заповідного фонду «Галове болото», «Конвалія», «Боброве болото», «Івницький парк» [9].

Основною діяльністю лісгоспу є ведення лісового і мисливського господарства і його відтворення, також лісозахист, охорона лісів, раціональне використання, збереження мисливського фонду, вирощування власного посадкового матеріалу. Тому у всіх лісництвах підприємства створені тепличні господарства. У користуванні лісгоспу є 24,7 тис. га земель лісового фонду. За лісорослинним районуванням господарство відноситься до Житомирського Полісся, має помірно-континентальний клімат. Негативний вплив на ріст і розвиток лісових деревних рослин мають пізні весняні та ранні осінні заморозки. Територія господарства за рельєфом – слабкохвиляста рівнина [9].

Кліматичні і лісорослинні умови лісгоспу сприятливі для вирощування головних лісотвірних видів регіону : *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Alnus glutinosa* (табл. 1). На території господарства нараховано біля 35 видів ссавців і птахів.

У господарстві деревостани берези повислої, особливо штучні насадження, оцінюються як незадовільні.

Таблиця 1

Розподіл площі і запасу насаджень за переважаючими породами та віковими групами (у чисельнику – площа, га; у знаменнику – запас, тис. м³)

Переважаюча порода	Тривалість класів віку	Групи віку						Усього
		Молодняки вікової групи		Середньовікові	Пристигли	Стигли	Перестиглі	
		Першої	Другої					
Сосна звичайна	10	686,1	2235,3	10831,5	705,3	105,1	17,5	14580,9
		24,54	313,64	2789,05	197,89	23,25	3,98	3352,35
Ялина звичайна	10	19,6	24,3	26,4	7,0			77,3
		0,52	2,67	7,71	2,8			13,7
Дуб звичайний високостовбурний	10	65,1	125,6	411,7	16,2	14,3		633,0
		1,77	12,55	80,38	2,59	2,79		100,08
Дуб звичайний низькостовбурний	10			24,4			8,9	33,3
				2,34			0,75	3,09
Граб звичайний	10			17,2	12,7	17,9		47,8
				3,41	2,95	3,30		9,66
Ясен звичайний	10		1,2	4,3				5,5
			0,13	0,69				0,82
Акація біла	5			1,3	0,2	3,3		4,8
				0,03	0,01	0,28		0,32
Береза повисла	10	490,1	1024,0	3069,2	173,6	99,2	10,5	4866,7
		8,96	51,90	411,85	33,17	22,58	2,08	530,54
Вільха чорна	10	120,0	298,9	3346,8	416,2	213,7	9,00	4404,7
		2,06	13,70	535,38	98,57	55,56	2,62	707,89
Тополя біла	5						0,7	0,7
							0,18	0,18
Тополя чорна	5						20,0	20,1
							3,02	3,02
Яблуня лісова	10					1,1		1,1
						0,09		0,09
Разом	1387,2	4061,5	18309,1	1362,4	528,5	68,0	25716,7	1387,2
	38,79	441,60	3949,15	343,77	127,37	12,89	4913,57	38,79
%		5,4	15,8	71,2	5,3	2,0	0,3	100
		0,8	9,0	80,4	7,0	2,6	0,3	100

Причинами відмирання беріз є ураження збудниками інфекційних патологій, пошкодження шкідливими комахами, пожежами, а також несвоєчасним проведенням рубок. До теперішнього часу берега повисла (бородавчаста) вважалася в лісах Житомирського Полісся однією з найбільш стійких деревних порід до несприятливих факторів зовнішнього середовища і патогенних організмів. На ній не спостерігалось розвитку небезпечних хвороб, що завдають істотну шкоду, за винятком ряду сапротрофних дереворуйнівних

грибів, що оселяються на перестійних деревах і викликають руйнування відмерлої деревини. Проте дещо змінилася – виявились випадки масового всихання пристигаючих і стиглих березняків від невідомої раніше хвороби.

2.2. Методи досліджень

Лісопатологічні обстеження проводили за наступною послідовністю:

1. Здійснювали рекогносцирувальне обстеження насаджень з оцінкою їхнього санітарного стану.

2. Виявляли осередки бактеріальних хвороб у деревостанах, підбирали типові ділянки лісу для детальних обстежень.

3. На виявлених ослаблених бактеріозами ділянках (по суті в осередках збудників) закладали 7 ТПП для визначення стану насаджень і визначення ступеня ураження збудниками хвороб. Так можливо було визначити інтенсивність розвитку патології і ступінь загрози ростучим рослинам. ТПП закладали за загальноприйнятою лісотаксаційною методикою згідно із СОУ 02.02-37-476: 2006 «Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання» [19].

4. Проводили облік скупчень свіжого і давнього сухостою (Дод. І).

5. Вивчали видовий склад бактеріальних хвороб на *Betula pendula*, враховуючи присутність шкідників і їхню роль в ослабленні і всиханні насаджень.

Лісопатологічним обстеженням передувало ознайомлення з матеріалами попередніх лісовпорядкувань і картографічними даними. Рекогносцирувальне обстеження полягало в окомірній оцінці фітосанітарного стану ділянок лісу. Етіологія водянки має певну послідовність: несприятливі кліматичні умови → інтенсивне розмноження бактерій → розмноження в осередках ослаблення бактеріальною інфекцією грибних хвороб → заселення уражених дерев стовбуровими шкідниками → всихання рослини.

Фітосанітарний стан насаджень оцінювали за шістьма класами біологічної стійкості (Дод. Г). Використовували інтегрований показник (І.с.), який обчислювали за нижченаведеною формулою, результат отримували в балах:

$$I_c = \frac{K_1 \cdot n_1 + K_2 \cdot n_2 + \dots + K_6 \cdot n_6}{N} \quad (1)$$

де: I_c – індекс санітарного стану деревостану;

$K_1 \dots K_6$ – категорія стану рослин;

$n_1 \dots n_6$ – кількість рослин по кожній категорії;

N – загальна кількість врахованих рослин.

Оцінку ураження збудниками хвороб визначали у % від загальної кількості дерев. Враховували характер розподілу пошкоджених дерев та сухостою: одиничний – уражені рослини траплялись поодинокі; груповий – уражені рослини траплялись невеликими групами до 10 дерев; куртини – спостерігали всихання дерев куртинами різної величини, але площею до 0,25 га; суцільний – утворення осередків патологій на ділянках площею більше 0,25 га [26]. Виділяли осередки всихань (за динамікою виникнення): виникаючі, активно діючі, згасаючі, ліквідовані.

Встановлювали візуально ослаблені дерева за наявністю слизотеч, ракових ран, некрозів, суховершинності, плодових тіл, зміною забарвлення листків та іншими ознаками. За наявності до 10 % пошкоджених дерев – ураження на площі вважали слабким, від 10 до 30 % – середньої інтенсивності, понад 30 % – сильною інтенсивності. Швидка окомірна оцінка ступеня всихання перевіряється оглядом і перерахунком 20-50 дерев.

На ТПП відбирали близько 200 дерев. Дану площу відводили, обмежуючи межі вішками. Після цього перераховували рослини головної породи (Бп), обліковуючи уражені дерева. Після переліку всіх дерев і визначення % ураження формували характеристику ТПП, де зазначали: склад, вік, повноту деревостану, рельєф, тип лісорослинних умов, ЖНП, а також кількість уражених рослин у гострій і хронічних формах.

Обстежували березняки з весни до осені, приділячи значну увагу рослинам в осередках бактеріозів та інших стресових впливів [14]. Відомо, що до макро-ознак тієї чи іншої патології належать анатомо-морфологічні зміни хворого дерева, до яких відносяться пухлини, тріщини, виразки, органи рослини нехарактерного забарвлення, деформовані органи тощо. За детального обстеження фізіологічно стану рослин використовували існуючі методики [8; 14; 16]. До макро-ознак (за бактеріальних уражень) відносили суховершинність, здуття, тріщини, витікання слизу, бурі плями на стовбурах, водяні пагони у нижній частині стовбурів, наявність «скелетних гілок».

Екземпляри з найбільш характерними симптомами фотографували. На модельних деревах проводили необхідні виміри і підрахунки. Облік виразок від бактеріальної водянки проводили за методиками аналізу деревних рослин на гнилеві хвороби [16]. Наукову обробку матеріалів проводили за допомогою *Microsoft Excel*.

За загальноприйнятими методами нами у ДП «Коростишівське ЛГ» на закладених ТПП здійснено рекогносцирувальні та детальні лісопатологічні обстеження та фітопатологічні дослідження. Фітосанітарний стан насаджень оцінювали за шістьма класами біологічної стійкості. Характеристики і дані по пробним площам наведені у результатах власних досліджень.

РОЗДІЛ III РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Симптоматика бактеріозів на *Betula pendula*

Екологічне, естетичне і господарське значення будь-якої лісової екосистеми, безсумнівно, є основою існування всіх її складників. В останнє десятиріччя спостерігається зростаючий феномен масового поширення специфічних збудників, переважно бактеріальної етіології, які у більшості набувають стану епіфітотій та панфітотій. Встановлено визначальні, у більшості випадків досить очевидні, причини погіршення фітосанітарного стану лісових ценозів. Синоптичні аномалії, а це глобальне потепління, емісія вуглецю в навколишнє середовище тощо, досить інтенсивно обговорюються не тільки науковцями і фахівцями, а й громадськістю. Для об'єктивної оцінки ситуації зовсім недостатньо традиційних аналітико-експериментальних досліджень, переважно описового характеру з виявленням збудників та обґрунтування оперативних прийомів захисту від фітопатогенів.

Будь-яке здорове дерево має захисні властивості проти шкідників і збудників хвороб. Здорові березові насадження, інтенсивно виділяючи рослинні соки, є стійкими до патогенів. При порушенні системи водопостачання і обміну поживних речовин береза повисла стає ослабленою і уразливою до стовбурових шкідників – рогохвостів, які виступають переносниками бактерій. Завдяки імунітету і системі самозахисту, який називається «плачем берези», ще повністю не ослаблене насадження може справитись з патологією. Захворювання на поодиноких деревах не набуває масового поширення. Екземпляри, уражені водяною, поступово переходять в хронічну форму із затуханням своєї життєдіяльності. Якщо ж в насадженні цілими куртинами чи ділянками починає з'являтися велика кількість сухостою, то це сигнал до проведення вирубки в таких джерелах інфекції.

У якості основних симптомів бактеріальної водянки нами було виділено: всихання листків і гілок у верхній частині крони з подальшою появою у заражених дерев суховершинності (рис. 1); поява на окремих ділянках стовбура опуклих здуттів, заповнених мутнуватою рідиною (ексудатом).



Рис. 1. Осередки бактеріальної водянки: формування (зліва); активний діючий (в центрі); згасаючий (справа)

Хвороба зазвичай носить гострий характер – всихання дерев відбувається протягом одного вегетаційного періоду. Наші детальні лісопатологічні обстеження підтвердили однаковий куртинний характер ураження ростучих дерев з типовими для даної хвороби симптомами. Аналіз зрубаних уражених модельних дерев показав, що всихання берези відбувається в результаті ураження їх хворобою – бактеріальною водянкою. На поперечних зрізах уражених стовбурів, у місцях розвитку патогенного організму, виникають темного кольору ділянки деревини, рясно просочені вологою. Зовнішні шари деревини, камбій і луб'яна частина кори в цих місцях відмирають, набуваючи темного забарвлення. До зазначених раніше симптомів і ознак слід додати наступні: ураженню підлягають здебільшого добре розвинені дерева у віці понад 40 років. Інфекція поширюється дощовою водою, що стікає по стовбуру, а також за участю комах, які пошкоджують покривні тканини гілок і стовбурів. Проникнення інфекції всередину стовбура може відбуватися через місця відмерлих гілок, механічні пошкодження, природні ходи в корі стовбура.

Збудник захворювання уражує судинну систему і паренхімні тканини лубу, камбій і зовнішні шари деревини [5; 35]. За інтенсивного розвитку хвороби спостерігається групове відмирання дерев. На листках відмерлих гілок виникають розпливчасті некротичні ділянки світло-бурого забарвлення, які призводять до передчасного їхнього усихання і опадання. Нижче всихаючої крони з'являються водяні пагони, які з часом також засихають. У місцях розташування плям (частіше навесні і восени) виділяється каламутна рідина (ексудат), що містить велику кількість бактеріальних клітин. Бактеріальна водянка може уражувати багато деревних порід, проте заходи боротьби з нею розроблені слабо. Зовнішніми ознаками хвороби у старих дерев є сильно розріджена крона з наявністю в ній сухих гілок. На живих гілках листки дрібні, недорозвинені, жовтуваті. На білій корі стовбура з'являються червоні дрібні плями від виступів з мокрого лубу рідини. Незабаром плями стають чорними. Червоних і чорних плям на стовбурі може бути дуже багато, розташовані вони в основному в нижній частині стовбура. Під плямою – луб мокрий, темно-бурого забарвлення, з кислим запахом. У молодих беріз, так само як і у старих, всихають гілки, але червоні і чорні плями на корі відсутні. В основі засохших гілок (майже завжди з одного боку) можуть бути вдавнені ракові рани, що досягають у довжину 1 м. Ракові рани можуть бути в будь-якій частині стовбура. Згодом у лубі темно-бурі плями зливаються. Поширення їх вглиб до камбію відбувається тільки в осінній та весняний період. Коли кора відмирає і буріє, вона стає мокрою так само, як і деревина стовбура.

*Етапи патогенезу бактеріозу на *B. pendula*:*

1. Інкубаційний період (триває приблизно 5-6 місяців)

Характеризує проміжок часу між моментом зараження і появою перших симптомів інфекційного захворювання. Тривалість цього періоду залежить від способу зараження і виду збудника, від стану імунітету зараженої деревної рослини, від дози бактерій, що потрапили субстрат, і від їх патогенності й вірулентності. Місце проникнення мікроорганізмів в рослину є «вхідними

воротами» інфекції. Протягом цього періоду ураження непомітне. Як правило, під час інкубаційного періоду хвора рослина не заразлива для інших у насадженні.

2. Щільні, рідше м'які і слабо помітні здуття на стовбурах, кора світло-бурого забарвлення в місцях ураження

Утворюються невеликі плями на корі світло-помаранчевого забарвлення, переважно округлої форми, з яких згодом витікає рідина з характерним кислим запахом бродіння. Розміри ран не перевищують 12 см по довжині та 5 см по ширині. Глибина проникнення рани в луб незначна і складає близько 0,1-0,2 см.

3. Поширення патології в луб'яну частину та камбіальний шар

На наступній стадії розвитку хвороба наочно діагностується за більшими розмірами і темнішим забарвленням плям на корі дерев. Луб на цій стадії частково зруйнований. Рани розростаються до 15-30 см довжиною 7-9 см шириною. Глибина проникнення рани в луб 1,0-1,3 см.

4. Метаморфози листових пластинок (різке зменшення їхніх розмірів), чітко виражені здуття, що наповнені ексудатом

Хворі дерева характеризуються ослабленням приросту, збільшенням кількості водяних пагонів, інтенсивним всиханням крони. Розповсюджуючись, бактеріальне ураження «кільцем» охоплює гілки, які з часом всихають. Листки помітно менші в розмірах і схильні до передчасного пожовтіння, кількість хлорофілу в листках зменшується на 20-40 %, знижується фотосинтез. Ослаблені дерева зустрічаються біогрупами, які приурочені до мікропонижень рельєфу. Глибина проникнення бактеріозу досягає 9-14 см. Деревина в нижній частині стовбура свіжа. Уражені рослини починають колонізувати гриби та стовбурові шкідники.

5. Помітне зрідження крони, витікання ексудату з місця ураження

На стовбурах з первинною корою в зоні мокрого патологічного ядра відбувається активне газоутворення з радіальним розривом тканин заболоні і утворенням тріщин під натиском сірководню. Глибина проникнення бактеріозу досягає 17-25 см. Деревина в нижній частині стовбура мокра. Половина листків

відмирає. Проходить інтенсивна колонізація дереворуйнівними грибами та шкочинною ентомофауною.

6. Всихання деревної рослини

Остання стадія розвитку хвороби характеризується наявністю практично всіх усохлих дерев, на стовбурах великою кількістю темних ржаво-бурих плям, які зливаються під корою в одну суцільну рану, протяжність яких може сягати до десяти метрів. Луб повністю зруйнований. Виразки, які утворює водянка на стовбурах, сприяють поселенню та розвитку сапротрофної й умовно-патогенної мікрофлори, насамперед дереворуйнівних грибів, що виділяються на пізніших стадіях захворювання. Це і призводить до збільшення порожнин у деревині, повної втрати її технічних якостей [40; 45]. Швидкість розвитку хвороби залежить від стану рослини в період зараження. При ураженні здорового дерева вона становить 4-6 років, після чого дерево відмирає. На ослаблених екземплярах патологія розвивається інтенсивніше і дерево може відмерти за рік.

3.2. Характеристика досліджуваних пробних площ

Тимчасові пробні площі закладали у найбільших типових умовах для росту берези – борових, суборових, сугрудових у чистих березових, березово-соснових, березово-осикових, березово-вільхових насадженнях. Детальна характеристика кожної ТПП наведена нижче.

Пробна площа № 1

ДП «Коростишівське ЛГ», Дубовецьке лісництво

Квартал № 14, виділ 43

Площа проби – 0,9 га

Вік насадження – 51 рік

Склад – 7Бп 3Сз

Походження – лісові культури

Бонітет – II

ТЛУ – В₃;

Повнота – 0,75

Запас на пробі – 210 м³

Рельєф – рівнинний

Підріст – береза повисла, сосна звичайна

Підлісок – крушина ламка, горобина звичайна

ЖНП – суниця лісова, чорниці, брусниці, орляк звичайний

Підстилка – щільна, товщина 4 см

Загальна кількість дерев на пробі – 221 рослина (табл 2).

Таблиця 2

Ураженість дерев бактеріальною водянюкою на пробній площі № 1

Всього дерев на ТПП, шт.	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану						І.с.	Всього уражених дерев, шт.	З гострою формою хвороби, шт.	З хронічною формою хвороби, шт.
	I	II	III	IV	V	VI				
221	149	2	37	2	14	17	II,01	72	24	48

Кількість дерев, уражених бактеріальною водянюкою – 72.

Відсоток ураження беріз бактеріальною водянюкою на пробній площі – 32,6 %.

Пробна площа № 2

ДП «Коростишівське ЛГ», Дубовецьке лісництво

Квартал № 14, виділ 27

Площа проби – 1,2 га

Вік насадження – 34 роки

Склад – 5Бп4Ос1Яє

Походження – лісові культури

Бонітет – I

ТЛУ – В₃;

Повнота – 0,70

Запас на пробі – 135 м³

Рельєф – рівнинний

Підріст – береза повисла, осика

Підлісок – горобина звичайна, бруслина європейська, ліщина звичайна

ЖНП – орляк звичайний, брусниці, ожика волосиста

Підстилка – нещільна, товщина 5 см.

Загальна кількість дерев на пробі – 216 рослин (табл 3).

Таблиця 3

Ураженість дерев бактеріальною водянюкою на пробній площі № 2

Всього дерев на ТПП, шт.	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану						І.с.	Всього уражених дерев, шт.	З гострою формою хвороби, шт.	З хронічною формою хвороби, шт.
	I	II	III	IV	V	VI				
216	172	24	4	3	5	8	I, 47	44	31	13

Кількість дерев уражених бактеріальною водянюкою – 44.

Відсоток ураження беріз бактеріальною водянюкою на пробній площі – 20,4 %

Пробна площа № 3

ДП «Коростишівське ЛГ», Дубовецьке лісництво

Квартал № 47, виділ 28

Площа проби – 1,5 га

Вік насадження – 53 роки

Склад – 5Бп3Сз2Вч+Яє

Походження – лісові культури

Бонітет – I

ТЛУ – В₄

Повнота – 0,70

Запас на пробі – 210 м³

Рельєф – рівнинний

Підріст – сосна звичайна, береза повисла, вільха чорна

Підлісок – свидина криваво-червона, ліщина звичайна

ЖНП – вовче тіло болотне, багно звичайне, плакун верболистий

Підстилка – щільна, товщина 3 см.

Загальна кількість дерев на пробі – 184 рослин (табл 4).

Таблиця 4

Ураженість дерев бактеріальною водянюкою на пробній площі № 3

Всього дерев на ТПП, шт.	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану						І.с.	Всього уражених дерев, шт.	З них із гострою формою хвороби, шт.	З хронічною формою хвороби, шт.
	I	II	III	IV	V	VI				
184	111	18	7	12	27	9	II,20	73	29	44

Кількість дерев уражених бактеріальною водянюкою – 73.

Відсоток ураження беріз бактеріальною водянюкою на пробній площі – 39,7 %

Пробна площа № 4

ДП «Коростишівське ЛГ», Івницьке лісництво

Квартал № 35, виділ 14

Площа проби – 1,3 га

Вік насадження – 26 років

Склад – 10 Бп+Сз

Походження – лісові культури

Бонітет – I^a

ТЛУ – А₃

Повнота – 0,85

Запас на пробі – 135 м³

Рельєф – слабо-хвилястий

Підріст – сосна звичайна

Підлісок – крушина ламка

ЖНП – монілія голуба, верес звичайний, ожика волосиста

Підстилка – нещільна, товщина 3 см

Загальна кількість дерев на пробі – 190 рослин (табл 5).

Таблиця 5

Ураженість дерев бактеріальною водянюкою на пробній площі № 4

Всього дерев на ТПП, шт.	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану						І.с.	Всього уражених дерев, шт.	З них із гострою формою хвороби, шт.	З хронічною формою хвороби, шт.
	I	II	III	IV	V	VI				
190	171	8	3	4	2	2	1,23	19	19	0

Кількість дерев уражених бактеріальною водянюкою – 19.

Відсоток ураження беріз бактеріальною водянюкою на пробній площі – 10,1 %

Пробна площа № 5

ДП «Коростишівське ЛГ», Івницьке лісництво

Квартал № 59, виділ 14

Площа проби – 0,9 га

Вік насадження – 39 років

Склад – 6Бп4Вч+Ос

Походження – Вегетативне

Бонітет – II

ТЛУ – В₃

Повнота – 0,80

Запас на пробі – 185 м³

Рельєф – слабо-хвилястий

Підріст – береза повисла, осика

Підлісок – горобина звичайна, свидина криваво-червона

ЖНП – брусниці, ожика волосиста, щитник остистий

Підстилка – нещільна, товщина 5 см

Загальна кількість дерев на пробі – 212 рослин (табл 6).

Ураженість дерев бактеріальною водянюкою на пробній площі № 5

Всього дерев на ТПП, шт.	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану						І.с.	Всього уражених дерев, шт.	З гострою формою хвороби, шт.	З хронічною формою хвороби, шт.
	I	II	III	IV	V	VI				
212	156	11	11	20	4	10	1,75	56	33	23

Кількість дерев уражених бактеріальною водянюкою – 56.

Відсоток ураження беріз бактеріальною водянюкою на пробній площі – 26,4 %.

Пробна площа № 6

ДП «Коростишівське ЛГ», Коростишівське лісництво

Квартал № 22, виділ 18

Площа проби – 1,5 га

Вік насадження – 52 роки

Склад – 5Бп3Сз2Вч+Яє

Походження – лісові культури

Бонітет – I

ТЛУ – С₃

Повнота – 0,80

Запас на пробі – 230 м³

Рельєф – рівнинний

Підріст – сосна звичайна

Підлісок – ліщина звичайна, горобина звичайна

ЖНП – анемона лісова, квасениця звичайна, осока трясучкоподібна

Підстилка – щільна, товщина 4 см

Загальна кількість дерев на пробі – 169 рослин (табл 7).

Ураженість дерев бактеріальною водянюкою на пробній площі № 6

Всього дерев на ТПП, шт.	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану						І.с.	Всього уражених дерев, шт.	З них із гострою формою хвороби, шт.	З хронічною формою хвороби, шт.
	I	II	III	IV	V	VI				
169	102	12	18	12	16	9	II,14	67	29	38

Кількість дерев уражених бактеріальною водянюкою – 67.

Відсоток ураження беріз бактеріальною водянюкою на пробній площі – 39,6 %

Пробна площа № 7

ДП «Коростишівське ЛГ», Коростишівське лісництво

Квартал № 35, виділ 18

Площа проби – 1,9 га

Вік насадження – 67 років

Склад – 9Бп1Вч+Ос

Походження – Лісові культури

Бонітет – I

ТЛУ – С₃

Повнота – 0,65

Запас на пробі – 220 м³

Рельєф – слабо-хвилястий

Підріст – береза повисла

Підлісок – ліщина звичайна, бруслина європейська

ЖНП – квасениця звичайна, осока трясучкоподібна, веснівка дволиста

Підстилка – нещільна, товщина 5 см

Загальна кількість дерев на пробі – 198 рослин (табл 8).

Ураженість дерев бактеріальною водянкою на пробній площі № 7

Всього дерев на ТПП, шт.	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану						І.с.	Всього уражених дерев, шт.	З гострою формою хвороби, шт.	З хронічною формою хвороби, шт.
	I	II	III	IV	V	VI				
198	84	40	32	17	14	11	II,34	114	22	92

Кількість дерев уражених бактеріальною водянкою – 114.

Відсоток ураження беріз бактеріальною водянкою на пробній площі – 57,6 %.

3.3. Поширення бактеріальних хвороб берези повислої у залежності від ряду лісівничо-таксаційних показників

Перенесення ФПБ із з хворих рослин на здорові або з уражених частин рослин на неуражені протягом вегетаційного сезону відбувається кількома шляхами. Безпосередньо повітрям ФПБ в більшості випадків поширюватися на великі відстані не можуть. Цей спосіб перенесення, особливо в сухому повітрі, має обмежене місцеве значення. Більш успішно йде їхнє поширення у вологому повітрі. Вологість середовища є однією з умов успішного поширення фітопатогенних бактерій.

Індекс фітосанітарного стану досліджуваних насаджень варіює в діапазоні від I,23 до II,34 балів, тобто уражений деревостан переходить із категорії «здорове» до «сильно ослаблене». Фітосанітарний стан березових насаджень у ДП «Коростишівське ЛГ» в осередках водянки (за даними ТПП) представлений у Дод. В.

На пробних площах обстежували як чисті березові деревостани, так і мішані. Встановлено, що на молодих рослинах у віці 26-ти років відсоток ураження значно менший (10,0 %), ніж у віці 67-ти років (57,6 %). Пристигаючи і стиглі насадження у досить багатих лісорослинних умовах на вологих ґрунтах

найбільше сприятливі до збудника бактеріозу і характеризуються найвищими відсотками ураження. Накопичення сухостою (VI категорії) пов'язується із інтенсивною дією збудника у осередках хвороби і, відповідно, погіршенням санітарного стану березняків (Дод. І).

Ураження бактеріозом корелює із збільшенням віку березняків (Дод. Б). У залежності від діаметру ми спостерігали певну закономірність: у тонших за діаметром дерев руйнування деревини відбувалось інтенсивніше під дією афілофороїдних грибів. Неочікуваним було поодинокі ураження молодих рослин беріз віком від 5 до 9 років, так як раніше вважалося, що хвороба уражує лише берези у старших вікових групах.

Склад насадження дещо впливає на відсоток ураження бактеріозом – за участі осики і вільхи чорної у складі відсоток бактеріального ураження є вищим. Інтенсивніше всихають березняки, які ростуть у вологих та мокрих умовах, а саме – В₄, С₃ і на пониженнях рельєфу (Дод. Е). У борових умовах відсоток ураження є дещо нижчим і становить 10,0 % (ТПП № 4). За нашими спостереженнями чорницеві (Чор) асоціації березових лісів, а також орлякові (Орл) більше уражуються бактеріозом 31,6 % і 44,3 % відповідно, ніж злакові (Злк), зеленомохові (Злм) та вересові (Вер) (Дод. Е).

Деревостани за повноти 0,65 більше уражуються бактеріозом (57,6 %), аніж за повноти 0,85 (ураженість становила 10,0 % відповідно).

На стиглих зрубаних модельних рослинах ми відмітили внутрішнє патологічне ядро від БВ, яке сягало від кореневої частини вгору по стовбуру із поступовим переходом до самої крони.

Розвиток БВ на різних формах берези (за корою) суттєво відрізняється. Це пояснюється відмінними фізико-механічними властивостями різних форм деревини беріз. БВ уражає рослину по «низовому» типу (здебільшого виразки зосереджуються у комлевій частині). Відмічено щільне розміщення ран на стовбурі на висоті 0,7–1,8 м, дещо менше – на висоті 2,5–4,0 м. Як правило, виразки на висоті понад 5,0 м не утворюються, але ми фіксували їх на поодиноких екземплярах 5,9–6,8 м.

Місцерозташування виразок в залежності від геоорієнтації рослини
(ТПП № 2, 10 модельних рослин)

Геоорієнтація	За висотою стовбура, см			
	0–100	101–140	141–180	181–220
	кількість, шт.			
Північ	4,0	6,0	2,0	2,0
Південь	5,0	4,0	2,0	1,0
Захід	3,0	6,0	3,0	0,0
Схід	4,0	4,0	1,0	0,0

У середньому число уражень на 1 дерево прямо корелює із ступенем ураження деревостану і сягає $4,70 \pm 0,18$ шт. Протяжність ділянок розташування виразок на стовбурі становить у середньому $1,59 \pm 0,12$ м. Типи ураження відмічали у вигляд тріщин та здуттів.

3.3. Рекомендовані заходи щодо обмеження шкодочинності збудників бактеріозів

Необхідно оцінювати фізіологічний стан насаджень берези. Зрізати та спалювати всохлі гілки та дерева. Обов'язково визначати ступінь заселення дерев комахами-ксилофагами. За наявності на стовбурах дерев від 2 та більше пошкоджень ксилофагами у розрахунку на 1 дм² проводити 1 прийом обприскування стовбурів дерев розчинами біопрепаратів (наприклад Пециломіном (с.п.)

За появи перших симптомів бактеріальних та супутніх хвороб, проводити три прийоми, з інтервалом 8-10 днів, обприскування дерев 0,03 %-ним водним розчином біологічного фунгіциду Гамаїр к.с. (концентрат суспензії), діюча речовина – живі клітини та метаболіти бактерії-антагоніста *Bacillus subtilis*. Перед цвітінням дерев та відразу після цвітіння проводити два прийоми позакорневого підживлення дерев водним розчином комплексного концентрованого добрива Авангард Р із розрахунку 3 л/га.

Спосіб пригнічення вектору поширення ФПБ у березових деревостанах включає прийоми локалізації та знешкодження первинних осередків збудників

хвороб. Необхідно встановити причини загибелі та характер льоту імаго рогохвостів. Проводити вибіркові рубки відмерлих та інтенсивно заселених фітофагами дерев із наступним їхнім спалюванням [15]. Навесні, до початку сокоруху, проводити прийом токсикації у стовбури життєздатних, заселених рогохвостами дерев, шляхом ін'єкції на висоті 0,5-0,8 м з розрахунку 0,85 г/отвір з використанням інсектицидного препарату Актара.

Фахівцям-лісівникам, насамперед, рекомендуємо звертати уваги на стан березняків. За появи симптомів інфекційного характеру слід вчасно проводити санітарні рубки задля недопущення розповсюдження і розмноження збудників на великі площі.

З огляду на те, що більшість у господарстві створені штучно – вони є не стійкими до різких змін клімату [17; 18]. На тлі цього відбувається збільшення патологічних процесів у насадженнях [24]. Особливо небезпечними з яких є бактеріальні патології, які в набули кліше «біологічного пожежі». У посушливі і спекотні роки останнього десятиліття лісові насадження відчували дефіцит вологи і знижували свою стійкість, що сприяло виникненню і розвитку осередків шкідників і хвороб лісу, в т.ч. спалаху бактеріальної водянки берези.

ВИСНОВКИ І ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Можна стверджувати, що бактеріальне захворювання лісів проявляється при початковому ослабленні їх засухами. У наступні роки при збільшенні кількості опадів та теплих зим з рясними снігопадами відбувається накопичення інфекції. Ослаблені дерева згодом заселяються стовбуровими шкідниками, листки і пагони уражених рослин колонізуються грибами.
2. Встановлено епіфітотійне всихання берези повислої в насадженнях ДП «Коростишівське ЛГ», яке має стійку динаміку поширення осередків патології.
3. Установлена певна залежність щодо поширення бактеріальної слизотечі в деревостанах різного складу, віку, повноти і неоднакових лісорослинних умовах. Так, поширення бактеріальних хвороб у березових насадженнях зростає зі збільшенням їхнього віку. За даними закладених пробних площ встановлено, що у віці 26-ти років всихаючих та сухостійних дерев помітно менше (10,1 %), ніж у віці 67-ти років (57,6 %). Насадження з повнотою 0,65 мають вищий відсоток ураження бактеріозом, ніж за повноти 0,85. У більшій мірі всиханню піддаються берези, які ростуть у більш вологих умовах – В₄, С₃
4. Симптоми бактеріальної водянки берези безпосередньо пов'язані з насиченням вологою ядрової і заболоневої частин стовбура, утворенням дуже мокрого патологічного ядра, здуттями кори, некротичними мокрими плямами у місцях проникнення інфекції, витіканням слизу.
5. Для вчасного виявлення бактеріальної водянки берези і боротьби з нею необхідно проводити моніторинг і комплекс санітарно-оздоровчих заходів. Для спостереження за станом лісів, порушенням їхньої стійкості, пошкодженими шкідливими організмами, несприятливими факторами, що впливають на стан лісів, з метою їх оцінки та прогнозу необхідна організація і здійснення лісопатологічних обстежень та фітопатологічних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бактеріальні хвороби сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та мікрофлори її насіння: монографія / Гвоздяк Р. І. та ін. Житомир: Полісся, 2011. 224 с.
2. Газизуллин А. Х., Сингатуллин И. К. Состояние березняков возвышенного Заволжья Республики Татарстан после засухи 2010 года. *Вестник Казанского ГАУ*. 2014. № 2. С. 99-102.
3. Гвоздяк Р. И., Яковлева Л. М. Бактериальные болезни лесных древесных пород. Київ: Наукова думка, 1979. 244 с.
4. Лісова фітопатобактеріологія / Гвоздяк Р. І. та ін. Київ : ВД «Вініченко», 2014. 252 с.
5. Герасименко І.Ю., Серпутько Р.М., Швець М.В. Оцінка динаміки патогенезу у деревостанах, за участю берези повислої, у Житомирському Поліссі. *Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів* : зб. матеріалів доп. учасн. II Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : ЖНАЕУ, 2020. С. 83–84.
6. Гойчук А. Ф., Дрозда В. Ф., Швець М. В. Бактеріальна водянка берези повислої в насадженнях Житомирського Полісся України : науково-методичні рекомендації для підприємств Державного агентства лісових ресурсів України. Київ : НУБіП, 2017. 26 с.
7. Гойчук А. Ф., Швець М. В. Бактеріальна патологія *Betula pendula* в лісах Житомирського Полісся України. Ліс, наука, молодь: зб. матер. наук.-практич. конф. Житомир : ЖНАЕУ, 2016. С. 236-237.
8. Гниненко Ю.И. Научно-методические рекомендации по выявлению очагов и диагностике бактериальной водянки березы. Пушкино: ВНИИЛМ, 2006. 18 с.
9. Зведений проект організації розвитку лісового господарства Житомирського ОУЛМГ. Ірпінь : Укр. лісовпорядне підприємство, 2009. 300 с.
10. Журавлев И.И. Диагностика болезней леса. Москва: Сільськогосподарська література, 1962. 192 с.
11. Кузьмичев Е. П., Соколова Э. С., Мозолевская Е. Г. Болезни древесных растений: Том I. [Справочник]. Москва: ВНИИЛМ, 2004. 120 с.
12. Литвак П. В. Лесные экосистемы Полесья Украины : монографія. Житомир : Полісся, 2001. 340 с.
13. Матюк, И. С. Устойчивость лесонасаждений. Москва: Лесная промышленность, 1983. 132 с.
14. Методы мониторинга вредителей и болезней леса / под общ. ред. В.К. Тузова. Москва: ВНИИЛМ, 2004. 200 с.

15. Мешкова В. Л., Кошеляева Я. В. Береза повисла у лісовому фонді Лівобережного Лісостепу України. *Лісівнича наука в контексті сталого розвитку: матеріали наукової конференції*. Харків : УкрНДІЛГА, 2015. С. 125–126.
16. Мозолевская Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологических обследований очагов стволовых вредителей и болезней леса. Москва : Лесная промышленность, 1984. 152 с
17. Офіційний архів погоди (WMO ID) 33415. URL: <http://rp5.ua>. (звернення 12.03.2019).
18. Патологія дібров: [монографія] / Гойчук А. Ф. та ін. Київ: ННЦ ІАЕ, 2004. 470 с.
19. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання : СОУ 02.02-37-476:2006 від 26 груд. 2006 р. Київ : Мінагрополітики України, 2007. 13 с.
20. Полякова, Г.А. Рекреация и деградация лесных биогеоценозов. *Лесоведение*. 1979. № 3. С. 70-80.
21. Савенкова И. В., Загыпарова Н. И. Бактериальная водянка березовых колочных лесов СКО. *География и геология*. 2012. № 6. С. 17-21.
22. Сагитов А. О., Исин М. М., Джаймурзина А. А. Бактериальная водянка березы в северном Казахстане. *Державний агроекологічний університет*. 2005. С. 79-83.
23. Сидоров В.А. Ландшафтно-лесотипологическая приуроченность бактериальной водянки березы (*Erwinia multivora* Scz.-Parf.) и эффективность санитарно-оздоровительных мероприятий по борьбе с ней в лесонасаждениях Брянской области. Брянск: БГИТА, 2009. 173 с.
24. Состояние лесов в Европе, 2011 год: резюме доклада для директивных органов. Анталья, 2011. 13 с.
25. Стороженко В. Г. Устойчивые лесные сообщества. Тула: Гриф и К, 2007. 190 с.
26. Про затвердження Санітарних правил в лісах України: Постанова Кабінету міністрів від 27.07.1995 р. № 555. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/555-95-п> (дата звернення 09. 02. 2019 р.).
27. Татаринцев А. И., Скрипальщикова Л. Н. Эколого-фитопатологическое состояние березняков на территории Красноярской группы районов. *Сибирский лесной журнал*. Новосибирск: 2015. № 2. С.8–19.
28. Татаринцев, А.И. Лесопатологическое состояние березняков на территории

- Красноярской группы районов. *Вредители и болезни древесных растений* : мат. межд. конф. СПб.: СПбГЛТУ, 2013. С. 92-93.
29. Татаринцев А.И. Эколого-ценотические особенности пораженности березняков бактериальной водянкой в южной части Средней Сибири (Красноярская группа районов). *Сибирский экологический журнал*, Новосибирск: 2014. № 2. С. 273-281.
 30. Федоров Н. И., Ковбаса Н. П., Ярмолович В. А. Бактериальная водянка березы – новое заболевание в лесах Беларуси. *Белорусский государственный технологический университет*. 2004. № 12. С. 277–279.
 31. Черпаков В. В. Бактериальная водянка: поражаемые виды хвойных пород России. *Актуальные проблемы лесного комплекса*. Брянск: БГИТА, 2012. № 33. С. 111–115.
 32. Швець М. В. Бактеріальна водянка берези повислої в насадженнях Житомирського Полісся України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. № 25.9 С. 89-96.
 33. Швець М. В. Бактеріальні хвороби березових насаджень в Україні та світі (теоретико-прикладний аспект). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. № 26.7 С. 179-185.
 34. Швець М. В. Про ситуацію березових насаджень в лісах Житомирського Полісся України. Екологічні, економічні та соціальні проблеми розвитку аграрної сфери в умовах глобалізації : зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф. Харків : ХНАУ, 2015. С. 193-196.
 35. Швець М.В., Герасименко І.Ю., Серпутько Р.М. *Lelliottia nimipressuralis* у патогенезі березових деревостанів, уражених інфекційними патологіями. *Лісові екосистеми : сучасні проблеми і перспективи досліджень* : зб. матеріалів доп. учасн. I Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : ЖНАЕУ, 2020. С. 35-36.
 36. Шелуха В. П., Сидоров В. А. Бактериальная водянка березы и эффективность мероприятий по борьбе с ней в насаждениях зон смешанных и широколиственных лесов. Брянск : БГИТА, 2009. 117 с.
 37. Cherpakov V.V. Bacteriosis of wood species: diagnostics and specificity of pathological processes. *Diseases and Pathogens in the Russian Forests in XXI Century*. Krasnoyarsk: Academy of Sciences. 2011. P. 96–98.
 38. Ivanova A., Velicova V. Bio-indication of stress in *Betula pendula* in conditions of pollution in Sofia. *Fiziologiya Rasteniya*. 1990. Vol. 16. № 3. P. 76.

39. Gninenko Yu.I., Bezruchenko A.Ya. Bacterial dropsy in birch forests of South Trans-Ural area and Northern Kazakhstan. *Vestn. S-kh. Nauki Kaz.* 1983, №. 1. P. 77–79.
40. Goychuk A., Shvets M., Kulbanska I. Monitoring of condition of birch stands in Zhytomyr Polissya of Ukraine. *Proceedings of International scientific and practical conference Addressing Ecological and Social Challenges for Forests and Forest Management.* зб. матер. міжнар. наук.-практич конф. Київ: NULES. 2018. P. 24.
41. Jacobi W. R. Bacterial wetwood. *Report on Plant disease.* 2009. № 2.910. P. 81-83.
42. Przybyl K. Fungi and bacteria associated with the wet and brown wood in trunk of *Betula pendula* trees. *Asta societatis botanicorum Poloniae.* 2001. Vol. 70. № 2. P. 113–117.
43. Smirnov S.I., Kotov, A.S. Bacterial dropsy in birch forests of Kaluga oblast. *Forest Science, Ecology, and Biological Resources.* Bryansk. 2005. P. 182–183.
44. Shekhovtsev V.P. Bacterial dropsy of birch in Buzuluk coniferous forest, in Agrarian Russia. Moscow: FOLIUM, 2009. 34 p.
45. Shvets M.V., Gerasimenko I.Y., Serputko R.M. Birch stands of Zhytomyr Polissya of Ukraine in the conditions of climate change. Лісівнича наука : стан, проблеми, перспективи розвитку : зб. матеріалів учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. Харків : УкрНДІЛГА, 2020. С. 32.