

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства

Кафедра біології та захисту лісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ГЕРАСИМЕНКО ІВАН ЮРІЙОВИЧ

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

УДК 630*44:582.632.1(477.42)

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

«Патогенез *Betula pendula* Roth. у інфекційних осередках

ДП «Білокоровицьке 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 **Герасименко Іван Юрійович** захистив
(прізвище ,ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище ,ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Герасименко І. Ю. : «Патогенез *Betula pendula* Roth. у інфекційних осередках ДП «Білокоровицьке ЛГ. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Враховуючи негативний вплив біотичних, абіотичних і антропогенних факторів, останніми роками спостерігається порушення у деревних рослин фенологічних ритмів росту і розвитку, знижується їхня довговічність. Велика частина деревних рослин відмирає задовго до настання природного віку стиглості, особливо через поширення і розвиток інфекційних хвороб у глибоких патологічних осередках. У свою чергу, це призводить до порушення стабільності у лісових екосистемах. Високий рівень поширення інфекційних хвороб березових деревостанів підтверджений нашими результатами лісопатологічних обстежень та фітопатологічних досліджень.

Зокрема, нами на базі типових лісництв у ДП «Білокоровицьке ЛГ» закладено 9 тимчасових пробних площ для разових вимірів основних лісівничо-таксаційних показників у чистих і мішаних березових деревостанах. Встановлено, що на розвиток і поширення збудників хвороб впливають багато факторів, основними з яких є: погодні умови, породний склад, вік і біологічна стійкість насаджень; біоекологічні особливості патогенів; рівень сприйнятливості видів і форм деревних рослин до певних хвороб; ступінь антропогенного впливу на рослини і збудники хвороб.

На всій території України на березі виявлені практично всі відомі типи патологій (від в'янення і плямистостей до некрозів та гнилей). Нами виявлено широкий спектр інфекційних хвороб на вегетативних і генеративних органах берези повислої. Доведено, що інтенсивне всихання деревостанів, за участю берези повислої, асоціюється виключно з бактеріальною етіологією. Відомо, що збудники нематозів, вірозів, мікозів та вищі квіткові рослини не мають такого шкодочинного впливу, як фітопатогенні бактерії.

Рекомендовано проводити комплекс досліджень на предмет стійких до інфекційних хвороб, зокрема бактеріозів, форм *Betula pendula* із подальшим використанням посадкового матеріалу для лісорозведення.

Ключові слова : береза повисла, санітарний стан, бактеріозна патологія, патогенез, інфекція, етіологія, симптоматика, поширеність, шкодочинність.

ANNOTATION

Gerasimenko I.Y. : «Pathogenesis of *Betula pendula* Roth. in infectious foci of State enterprise «Bilokorovytske forestry». Qualification work to obtain an educational master's degree in specialty 205 – forestry. – Polissia National University, Zhytomyr, 2020.

Given the negative impact of biotic, abiotic, and anthropogenic factors, in recent years there has been a violation of phenological rhythms of growth and development in woody plants, reduced durability. Most woody plants die long before the natural age of «old age», especially due to the spread and development of infectious diseases in deep pathological foci. In turn, this leads to a violation of stability in forest ecosystems.

The high prevalence of infectious diseases of birch stands is confirmed by our results of forest pathological surveys and phytopathological studies. In particular, on the basis of typical forestries in the State Enterprise «Bilokorovytske forestry» we have set up 9 temporary trial plots for one-time measurements of the main forestry and taxational specifications of pure and mixed birch stands. It is established that the development and spread of pathogens are influenced by many factors, the main of which are: weather conditions, species composition of stand, age and biological stability of plantations; bioecological features of pathogens; the level of susceptibility of species and forms of woody plants to certain diseases; the degree of anthropogenic impact on plants and pathogens.

Almost all known types of pathologies (from wilting and spots to necrosis and rot) have been found on *Betula pendula* on the whole territory of Ukraine. We have identified a wide range of infectious diseases on the vegetative and generative organs of silver birch. It is proved that intensive dieback of stands, with the participation of silver birch, is associated exclusively with bacterial etiology. It is known that pathologies caused by nematodes, viruses, fungi, and higher flowering plants do not have such a harmful effect as phytopathogenic bacteria.

It is recommended to conduct a set of studies on resistance to infectious diseases, in particular bacteriosis, forms of *Betula pendula* with the subsequent use of planting material for afforestation.

Key words : silver birch, sanitary condition, bacterial pathology, pathogenesis, infection, etiology, symptoms, prevalence, harmfulness.

ЗМІСТ

Анотація.....	3
Перелік умовних позначень і скорочень.....	6
Вступ.....	7
РОЗДІЛ I. Аналіз наукових досліджень щодо фітосанітарного стану <i>Betula pendula</i> Roth. у інфекційних осередках.....	10
РОЗДІЛ II. Методика, програма та об'єкти досліджень.....	16
2.1. Розташування, природні кліматичні умови, характеристика лісового фонду досліджуваного регіону.....	16
2.2. Методи досліджень.....	18
РОЗДІЛ III. Результати власних досліджень.....	21
3.1. Симптоматика основних інфекційних хвороб на березі повислій.....	21
3.2. Поширення інфекційних хвороб берези повислої у залежності від різних лісівничо-таксаційних показників.	23
3.3. Рекомендації щодо обмеження шкодочинності збудників інфекційних хвороб на <i>Betula pendula</i>	27
Висновки і практичні рекомендації.....	29
Список використаних джерел.....	31
Додатки.....	36

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ЛГ – лісове господарство;

ДП – державне підприємство;

Бп – береза повисла;

Дз – дуб звичайний;

Ос – осика;

Сз – сосна звичайна;

Влч – вільха чорна;

Гз – граб звичайний;

кв. – квартал;

вид. – виділ;

табл. – таблиця;

рис. – рисунок;

І.с. – середньозважений індекс санітарного стану насаджень;

ВЛРЗ – вкриті лісовою рослинністю землі;

ТПП – тимчасова пробна площа;

ФПБ – фітопатогенні бактерії;

БВ – бактеріальна водянка.

ВСТУП

Як відомо, березі повислій належить дуже важлива роль у лісових біоценозах. Це і активна участь у первинних та вторинних сукцесіях, підвищення біорізноманіття лісових ценозів, їхньої стійкості, поліпшення структури і мінерального складу ґрунтів тощо [19]. Незважаючи на це, поширення гнилевих хвороб беріз вивчено значно менше, ніж на хвойних деревних рослинах [17].

Актуальність теми наукових досліджень підтверджена швидким епіфітотійним всиханням березових деревостанів, які, як правило, мають бактеріальну етіологію, що призводить до прогресування хронічних патологій на деревних рослинах і серйозних еколого-економічних збитків. Дослідження даних аспектів інфекційних процесів, враховуючи вплив абіотичних та біотичних чинників, однозначно є актуальними.

Мета роботи – дослідження причин виникнення, симптоматики, інтенсивності поширення і шкодочинності інфекційних хвороб у березових деревостанах ДП «Білокоровицьке ЛГ». Для досягнення кінцевої мети сформовано наступні завдання:

1. Провести фітопатологічний моніторинг і оцінити санітарний стан деревостанів за участю берези повислої у ДП «Білокоровицьке ЛГ».
2. Визначити найшкодочинніші інфекційні патології *Betula pendula* Roth. і виявити осередки епіфітотійного розвитку.
3. Дослідити етіологію інтенсивного відмирання березових деревостанів.
4. Виявити видовий склад патогенів, що трапляються на території досліджуваного регіону, провести аналіз патогенної міко- і мікробіоти.
5. Дослідити динаміку поширення інфекційних хвороб на березі повислій у залежності від певних лісівничо-таксаційних показників.
6. Запропонувати заходи лісозахисту, які ґрунтуються на обмеженні поширення інфекційних патологій у березових деревостанах.

Об'єкт досліджень – береза повисла в інфекційних осередках ДП «Білокоровицьке ЛГ».

Предмет досліджень – шкодочинність та інтенсивність поширення інфекційних хвороб у березових деревостанах.

Методи дослідження. При проведенні рекогносцирувальних і детальних обстежень використовували загальноприйняті лісівничо-таксаційні і фітопатологічні методи: метод закладання тимчасових пробних площ на ділянці, візуальний метод – для встановлення зовнішніх симптомів хвороби на пробних площах шляхом огляду уражених рослин, анатомо-морфологічний метод – для встановлення зміни морфологічних ознак у хворих рослин, мікроскопічний метод – для визначення характеру змін в уражених тканинах рослин, виявлення збудника і, за наявності, його спороношення. Для аналізу отриманих даних застосовували статистичні методи.

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 : УкрНДІЛГА, 2020.

Практичне значення отриманих результатів

Узагальнені наукові результати можуть слугувати основою для планування теоретико-практичних заходів, моніторингу, здійснення лісозахисту у березових насадженнях та під час проведення санітарних заходів у Державному підприємстві «Білокоровицьке лісове господарство» Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків і додатків. Викладена на 51 сторінці комп'ютерного тексту, у тому числі основна частина – на 35 сторінках. Список використаної літератури – 44 літературні джерела.

РОЗДІЛ I

АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ *BETULA PENDULA* ROTH. У ІНФЕКЦІЙНИХ ОСЕРЕДКАХ

Стійке підвищення температури, збільшення кількості засушливих днів, інші супутні зміни у довкіллі призводять до специфічних умов, за яких березові насадження не встигають адаптуватися. Перш за все це стосується штучно створених лісів, які менш стійкі до несприятливих природних умов і вимагають більшої турботи і догляду з боку людини. Усунення держави від охорони і захисту таких лісів обертається катастрофічними екологічними наслідками, а саме пожежами, розвитком ерозійних процесів, а в подальшому – соціальними і серйозними економічними втратами. Це серйозний виклик для лісового господарства, який не можна недооцінювати. Варто звернути увагу на перехід від традиційних методів ведення лісового господарства до так званих адаптивних, коли необхідно прогнозувати реакцію і розвиток лісових екосистем в умовах високої динаміки патологічних змін у деревостанах.

Бактеріальний рак (водянка) дуба і берези – захворювання, яке може уражати дерева практично у будь-якому регіоні світу [30]. Наприклад, в середині 70-х років минулого століття бактеріоз був епіфітотійним на півдні Західного Сибіру, Зауралля і Казахстану. У 1976 році навесні на березах були виявлені характерні здуття. Після чого патологія була виявлена в Курганській області, знищивши близько 100 га лісу, у Челябінській області – понад 60 га лісу. Було відмічено, що осередок хвороби формувався в березняках, які ростуть на підвищеннях, за повноти 0,5-0,7 і віком дерев старше 20 років [29;37].

Щодо вивчення бактеріальних інфекцій у березняках Північного Казахстану, слід зазначити, що найпоширенішою виявився «рак-wetwood» з відсотком трапляння патології 35-40 % у різних досліджуваних регіонах, вік уражених рослин корелював від 4 до 75 років [38]. Місця з ранами були розстрісканими, бурого забарвлення. Деревина на завершуючих етапах хвороби загнивала і ставала трухлюю.

У 60-70-х рр. минулого століття бактеріальний рак фіксується на багатьох хвойних і листяних деревних видах у США і Європі, СРСР, в 1995 році – в Японії на ялиці сахалінській, дубі монгольському, а в 2017 р. бактеріоз виявлений на ільмових в Ірані [30;36]. Як збудник м'яких гнилей сільськогосподарських рослин, патоген *Bacillus carotovorus* (*Erwinia carotovora*) відомий з 1901 р. і до 1936 р. був виявлений у США, Європі, Далекому Сході, Східній Африці. Нерозуміння і незнання особливостей бактеріальних патологій призводить до того, що в лісовому господарстві розповсюджується уражений посівний і посадковий матеріал [27;30]. Всі види рубок головного користування, рубок догляду, догляду за лісовими культурами та лісосмугами, особливо обрізка, збір насіння, живців, відбір плюсових дерев, сприяють поширенню і клонування зараженого матеріалу. Всі види підсочки лісу, заготівля шишок, різні маркування створюють ворота інфекції для бактеріозів. У зв'язку з ураженням кореневих систем, зберігання зараженої деревини на верхніх і нижніх складах, порубкових залишків і пнів формуються резервуари інфекції [26;27;36].

У природному стані бактерії поширюються повітряно-крапельним шляхом з атмосферою вологою, ґрунтовими водами, тваринами і людиною. У рослини бактерії потрапляють через механічні пошкодження, природні отвори-чечевички, продихи, гідатоди, при запиленні, передаються через насіння в онтогенезі. Поширенню патогена сприяють висока вологість і температура 27-30 °С. Збудники бактеріозів задіяні в глобальні біосферні цикли кругообігу речовин в органічному світі. Кліматичні зміни, пов'язані з потеплінням клімату, сприяють просуванню патогенів у більш високі широти разом з рослинами-живителями.

Важливим фактором біологічної шкідливості патогена є здатність передавати інфекцію потомству в онтогенезі через насіння. Кінцевим підсумком помилкових підходів і дій стає загибель деревних рослин [22].

Відомим дослідником Черпаковим В.П. [30] зафіксована і описана бактеріальна водянка (БВ) на різних деревних видах на території Російської федерації, Казахстану та України (рис. 1).



Рис.1. Бактеріальна водянка на різних деревних видах (фото із наукових нарисів В. П. Черпакова та колективу авторів, 2017-2019 рр.)

Науковцем виявлений збудник БВ *Pectobacterium carotovorum* Gar. Представлені діагностичні ознаки бактеріальної водянки деревних рослин на листяних (А-Г) і на хвойних (Н-М) породах. (А) – багаторічна тріщина стовбура з патьоками, хронічна форма БВ на буці східному, Кавказький біосферний заповідник. (В) – патологічне ядро зірчастої форми на зрізі стовбура бука східного, Кавказький біосферний заповідник. (С) – тріщина стовбура з патьоками бактеріального ексудату на ясені маньчжурському, Приморський край. (D) – внутрішній розвиток патологічного ядра БВ у стовбурі ільмових порід без участі голландської хвороби в'язів; вихід газів із патологічного ядра по радіальних променях і формування тріщини на бересті, Західний Кавказ. (Е) – розрізане здуття БВ під берестою на береза повислій, Західний Кавказ. (F) – мацерація з розм'якшенням деревних волокон під впливом пектолітичних ферментів на осіці, Західний Кавказ. (G) – патологічне ядро БВ на стовбурі з перебігом у кореневу систему і розвитком

мокрої гнилі з мацерацією тканин на березі, Україна, Чернігівська область. (Н-М) – радіальні розриви на стовбурах хвойних порід у результаті дії газів від збудника БВ [30].

Бактеріальний рак (водянка) уражує дерева різних вікових груп. За думкою іншої групи вчених, збудником хвороби є бактерія *Erwinia multivora* Scz.-Parf., що викликає некроз тканин [5;9;16]. Діагностується бактеріальний рак на весні. На корі берези є багато здуттів, всередині яких збирається рідина з кислуватим запахом. Коли здуття розтріскуються – з них витікає спочатку безбарвна рідина, потім патьоки стають буро-іржавими. У місцях ураження жива рослинна тканина починає відмирати, утворюючи рани з так званими «рваними краями». Поступово, починаючи з верхівки, дерево засихає [11;21].

Причиною захворювання може бути дійсно засуха або якісь стресові фактори, що пов'язані із ущільненням ґрунтів чи пошкодженням кореневої системи. Іноді буває недостатньо тільки зовнішніх симптомів і виникає потреба в додатковому дослідженні. Бактеріальний рак берези є судинним захворюванням, у результаті якого бактерії розмножуються в судинах ксилеми, а потім проникають і в сусідні тканини. Уражені судини перестають функціонувати, дерево починає всихати. Якщо оглянути звалений стовбур ураженої рослини від бактеріального раку, то можна побачити, що судини пофарбовані неприродно, і зріз покритий слизистою масою бактерій. На березах є нехарактерні потовщення на стовбурі [7;34]. Також у хворої рослини листки дрібніші, ніж у здорової і мають жовтий відтінок. А в нижній частині рослини можуть з'явитися численні водяні пагони. Лікування дерев, уражених цією хворобою, досить складне [32].

У 2017–2020 рр. на територіях Татарстану, Адигеї, Прибалтики, Башкирії зафіксовані активні осередки бактеріальної водянки берези. Деревостани за участю берези перебувають у стадії деструкції, значно погіршуючи екологічні умови даних регіонів [36-38].

Успішне розмноження і розвиток збудника хвороби найбільш активно відбувається в першій половині вегетації. Часто розповсюдження інфекції відбувається за допомогою дощової води. Збудник проникає у стовбури через ракові рани, заруби та інші механічні пошкодження. Розвитку патології сприяють різноманітні біотичні і абіотичні фактори, що викликають ослаблення рослин, а саме стійка засуха, різкі перепади температури весною, масове об'їдання листків шкідниками тощо. Дотепер немає єдиної думки щодо поширення водянки. У багатьох наукових працях комахи-ксилофаги вважаються основним джерелом поширення патології [20;41;42]. Для берези повислої небезпечними шкідниками-дефоліантами є: *Phalera bucephala* L., комплекс п'ядунів-шовкопрядів, *Lymantria dispar* L., *Cimbex femoratus* L. У науковій літературі [29;37] також відмічено, що переносником водянки є *Xyleborus dispar* F., який поширений у мішаних деревостанах різної повноти і різного віку та надає перевагу, як візуально здоровим насінневим березам, так і часто зафіксований на об'їдених листогризучими фітофагами деревах.

Грибна біота лісів є невід'ємною частиною біогеоценозу, у якому дереворуйнівні гриби тісно пов'язані консортивними зв'язками з усіма структурами біогеоценозу. Збалансовані за видовим складом і живильною спеціалізацією мікоценози корінних лісів здійснюють контроль за поточним відпадом конкретної кількості деревних рослин із загального складу деревостану [40]. Втрата міцності деревини і її руйнування відбувається під дією інших чинників, і першу чергу – грибів [1].

Борошниста роса – найпоширеніше захворювання, якому «піддаються» практично всі листяні рослини. Збудники – *Phyllactinia suffulta* Saac., *Microsphaera betulae* Magn. Спори борошносторосяних грибів вибагливі. Як правило, зараження дерева відбувається на початку літа [2-4]. Саме в цей період можна виявити на листках берези білий павутиноподібний наліт. Листки поступово відмирають, а грибок перекидається на молоді пагони, зупиняючи їхній розвиток. У кінці літа грибниця утворює плодові тіла, які можна виявити на пошкоджених листках у вигляді темних крапок.

Разом з листками борошністоросяні гриби прекрасно переносять зиму, щоб навесні почати знову починати ураження [2-4].

Зокрема на *Betula pendula* виявлено і описано 182 види ксилотрофних макроміцетів широкого спектру дії із порядку *Aphyllphorales* [14]. Це піонерні гриби, які достатньо слабо ушкоджують лігніноцелюлозний комплекс беріз (*Schizophyllum commune* Fries., *Chondrostereum purpureum* Pers.), а також гриби, що функціонують на кінцевих стадіях руйнування деревини і до її гуміфікації (*Merulius tremellosus* Sch., *Phlebia radiata* Fr.). На окремих буреломних субстратах берези виявляли до 18 видів грибів [39].

На березі поширений гриб *Chondrostereum purpureum* Pers., який колонізує свіжу деревину до втрати нею своєї природної вологи. Гриб *Plicatura crispa* Pers. розвивається часто на пагонах берези, макроміцет *Gloeoporus dichrous* Fr. – на зламаному стовбурі і на пнях. Гриби із родини *Stereaceae* колонізують рослини на пізніх стадіях розкладу і на повалених деревах (*Stereum hirsutum* Willd., *Stereum subtomentosum* Fr., *Stereum gausapatum* Fr.) [25].

На ослаблених молодих березах часто трапляється руйнівник макроміцет *Thelephora terrestris* Ehrh [14;25]. На пагонах і стовбурах берези повислої, які мають порушені фізіологічні функції, оселяються гриби з роду *Cytospora* з телеоморфами типу *Valsa*, а також *Nectria cinnabarina* Tode (анаморфа – *Tubercularia vulgaris* Tode) [25].

Отже, враховуючи вищенаведене, можна стверджувати, що явища масового всихання лісів, зокрема березових деревостанів, спостерігаються періодично і зазвичай пов'язані з екстремальними погодними умовами. У кінці минулого століття ці явища проходили перманентно, а на даний момент – набувають масштабу екологічної катастрофи.

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Розташування, природні кліматичні умови, характеристика лісового фонду досліджуваного регіону.

Державне підприємство (далі ДП) «Білокоровицьке лісове господарство» знаходиться у північно-західній частині Житомирської області на території Білокоровицької сільської територіальної громади, Коростенського району (рис. 2). Фізична і юридична адреси: смт. Нові Білокоровичі, вул. Гагаріна, 1, 11054. Підприємство підпорядковується Житомирському обласному управлінню лісового та мисливського господарства.

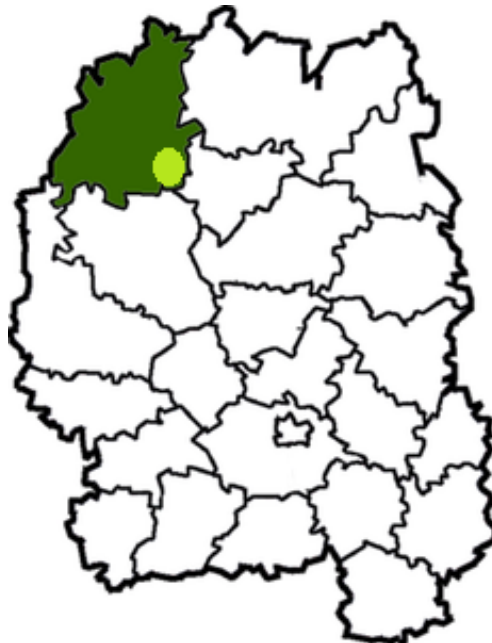


Рис. 2. Розташування досліджуваного регіону

Площа досліджуваного лісгоспу – 59745 га, у тому числі ВЛРЗ – 51994 га. Із площі ВЛРЗ хвойні деревостани становлять 27684 (53,2 %), дубові – 8829 га (17,0 %) та інші 15481 га (29,8 %). За віковою структурою поділ наступний: молодняки – 11115 га (21,4 %), середньовікові – 18936 га (36,4 %), пристигаючі 11272 га (21,6 %), стиглі та перестійні 10671 га (20,6 %) [15]. Середній запас на 1 га ВЛРЗ – 192 м³, у т.ч. стиглих і перестійних – 233 м³. Загалом 69 % насаджень відносяться до I і II класів бонітету. Розрахункова лісосіка для рубок

головного користування (РГК) становить 102,3 тис.м³, для рубок, пов'язаних із веденням лісового господарства – 32,0 тис.м³.

На територіях лісгоспу існує 11 об'єктів природно-заповідного фонду загальною площею 1494,1 га, в тому числі, заказники загальнодержавного значення «Поясківський» (113 га), «Плотниця» (460 га). Заказник «Камінне село» Замисловицького лісництва загальновідомий серед туристів в усій Україні і користується значним попитом. До складу лісгоспу належать 8 лісництв, автотранспортний цех, Жубровицький і Поясківський проміжні цехи, якими керують досвідчені спеціалісти (табл. 1). На територіях лісництв протікає немала кількість річок, до головних з них відносяться Уборть та Перга [15].

Таблиця 1

Площі лісництв у ДП «Білокоровицьке ЛГ»

Лісництво	Адміністративний район	Площа, га
Білокоровицьке	Коростенський	7757,5
Жубровицьке	Коростенський	7277,8
Замисловецьке	Коростенський	8573,6
Озерянське	Коростенський	7802,9
Поясківське	Коростенський	6988,7
Радовельське	Коростенський	6751,8
Зубковицьке	Коростенський	4042,4
Тепеницьке	Коростенський	5740,4

Відповідно до порядку поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних ділянок наведено діючий поділ лісів підприємства (Дод. Б). Вікова структура лісового фонду наступна: найбільшу частку 44,3 % займають середньовікові дровостани, молодняки – 24,6 %, пристигаючі – 16,9 %, стиглі та перестійні – 14,2 % [15].

У досліджуваному регіоні за 2019 рік лісовими пожежами пройдено понад 80 га (Дод. Є). Лісівниками постійно проводиться комплекс робіт щодо попередження виникнення лісових пожеж. Лісовою охороною і фітопатологами регулярно проводиться нагляд за появою збудників хвороб. Санітарний стан

насаджень у ДП «Білокоровицьке ЛГ» вважається незадовільним, враховуючи постійний систематичний контроль.

У цілому, діяльність підприємства є невиснажливою, ефективною та раціональною, базується на відтворенні лісів, підвищенні продуктивності, покращення видового складу деревостанів, враховуючи потужне застосування комплексу лісогосподарських заходів.

2.2. Методи досліджень

Програмою досліджень було передбачено: ознайомитись з матеріалами лісовпорядкування за попередні роки; вивчити дані щодо результатів лісопатологічних обстежень (карти, звіти, плани); у межах досліджуваного підприємства визначити загальний фітосанітарний стан деревостанів за участю берези повислої; виявити видовий склад, поширеність і шкодочинність збудників інфекційних хвороб на *Betula pendula*; розробити пропозиції виробництву щодо профілактики обмеження патогенної дії основних збудників берези.

Оцінку стану березових деревостанів проводили за 6 класами [23;28], біологічною стійкістю до всихання, абіотичними і біотичними чинниками, характером відпаду, поточним станом лісового середовища (табл. 2).

Таблиця 2

Методика визначення категорій стану берези повислої в інфекційних осередках

Категорія стану	Стан дерева	Характеристика деревостану
I	здорове	Візуальні ознаки ослаблення відсутні, листки зелені, нормально розвинені, стандартних розмірів, крона здорова, густа, приріст звичайний, кореневі лапи і стовбур візуально не уражені.
II	ослаблене	Крона помітно зріджена, листки дрібні, зеленого забарвлення, восени жовтіють на 3 тижні раніше, ніж здорові дерева. У поодиноких випадках відмічені водяні пагони.

III	сильно ослаблене	У беріз ажурна крона, листки світло-зелені. У кроні трапляються поодинокі сухі пагони, верхівка починає всихати. Відмічається поселення рогохвостів (на нижніх пагонах). На стовбурах наявні водяні пагони і бурі плями, з яких витікає ексудат. За активної фази хвороби відбувається помітне здуття кори.
IV	усихаюче	Інтенсивна ажурність крони, приросту на березах немає, на стовбурах багаточисельні патьоки від ексудату. Листки дрібні, світло-жовті. Крона ламається на 2/3 висоти. На стовбурі значна кількість водяних пагонів, частина з яких всихає. У місцях витікання слизу відмічено поселення рогохвостів. Наявні плодові тіла дереворуйнівників.
V	свіжий сухостій	Живі листки вже відсутні у кроні, лише частково зберігаються на водяних пагонах. На рослинах спостерігається щільне заселення стовбуровими шкідниками.
VI	давній сухостій	Кора відлущується і опадає. Листків і пагонів у кроні немає. На стовбурі виявляються базидіоми трутовиків і чисельні отвори з ходами заболонників. Під залишками кори – міцеліальні плівки дереворуйнівників.

Обстеження березових деревостанів проводили за загальноприйнятими методами [9, 22, 24].

Під час рекогносцирувальних обстежень оглядали візуально уражені (пошкоджені) деревостани по ходових лініях, використовуючи дороги і просіки, для кожного таксаційного виділу окомірно встановлювали відсоток уражень. Характер розташування уражених (пошкоджених) рослин визначали за наступними показниками: поодинокі ураження – окремі екземпляри уражених (пошкоджених) рослин; групові осередки – від 3 до 10 уражених екземплярів у деревостані; куртинні осередки – більше 10 екземплярів або ж осередок зафіксований на площі до 0,25 га; суцільні осередки – відповідно на площі понад 0,25 га. При обстеженнях враховували рослини, уражені вітровалами, буреломами, сніголамами, шкідниками тощо. Слабким вважали ураження, коли рослин з патологіями менше 10 %, середнім – 10-25 % і сильним – вище 25 %. Зразки органів деревних рослин (з явними ознаками пошкодження) відбирались для подальшого визначення збудників хвороб.

Ураження листків рослин збудниками плямистостей проводили за шкалою Е. Е. Гешеле (Дод. Г). Обстежували березові деревостани з березня по листопад включно.

Макроскопічний (візуальний) метод використовували для попередньої діагностики захворювання, де до основних ознак відносили плодові тіла, ракові нарости, виразки, пухлини, тріщини, зміни забарвлення деревних тканин, витікання слизу, деформацію органів, всихання листків, суховершинність тощо.

Екземпляри рослин із найбільш характерними симптомами фотографували. Оцінку фітосанітарного стану березових насаджень здійснювали за інтегрованим показником – І.с., який обчислювали в балах (сума добутків кількості деревних рослин окремої категорії стану до загальної кількості дерев).

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

де: I_c – індекс стану деревостану;

$K_1 \dots K_6$ – категорії стану дерев;

$n_1 \dots n_n$ – кількість дерев кожної категорії стану;

N – загальна кількість врахованих дерев [9;22].

Облік ран від бактеріозу і поселення шкідників проводили за методикою аналізу модельних дерев на гнилеві хвороби і заселення шкідниками [16;22]. Видову класифікацію грибів встановлювали за спеціальною літературою [2-4].

Обробку статистичних матеріалів з наступним науковим обґрунтуванням проводили за допомогою *Microsoft Excel*.

Отже, відповідно до методик проводили детальні лісопатологічні обстеження на 9 закладених ТПП, які були різними за складом, віком і повнотою. Це дало змогу дослідити особливості утворення, розвитку та поширення основних інфекційних хвороб в умовах господарства. Описи ТПП робили у відомостях. У великих виділах підрахунки проводили в 2-3 місцях.

РОЗДІЛ III РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Симптоматика основних інфекційних хвороб на березі повислій

Бактеріальна водянка. Збудник – *Lelliottia nimipressuralis* Brad. [43;44]. Найпершою помітною ознакою хвороби є передчасна зміна забарвлення листків. Спочатку вони стають світло зеленими, а потім досить швидко набувають жовто-оранжевого забарвлення. Суховершинні берези стають добре видимими в лісових масивах. На стовбурах спостерігаються специфічні ознаки патології. Одним з таких є короткі водяні пагони, які «сидять» поодинокі або пучками. Інколи біля основи сучків на стовбурі діагностуються вчавлені ракові рани різних розмірів від 7 см до 60-70 см. Іноді відмирання кори спостерігається в нижній частині стовбурів беріз з так званим «окільцюванням» стовбура. Виявити таке відмирання можна тільки після зняття коркового шару. Також однією із найтипівіших ознак ураження стовбурів берези є наявність овальних плям іржаво-бурого забарвлення, з яких згодом витікає слиз (ексудат) із характерним запахом олійно-кислого бродіння. Деревина під ранами сильно зволожена і зруйнована [18;35].

На ранніх стадіях розвитку патології деревні тканини ще не порушені деструктивними процесами метаболізму бактерій і деревина може використовуватися як неуразена. За середнього ступеня ураження луб частково зруйнований, а деревину слід використовувати після попередньої обробки – шляхом зняття верхнього шару близько 1 см (середня глибина проникнення ран всередину дерева) [6;36]. На пізніх стадіях розвитку бактеріозу луб стає повністю зруйнованим, у деревині є активною діяльність бактерій і дереворуйнівних грибів, ділові технічні якості практично втрачені. Найчутливішими до бактеріальної інфекції є поздовжньотріщинувата, шершавокора і груботріщинувата форми берези повислої (Дод. Г). Доведено, що поширеність бактеріальної водянки зростає з віком дерев [33].

Бактеріальний опік. Збудник – *Erwinia amylovora* Burr. При розвитку бактеріозу у дерев відбувається утворення довгих сухобочин на стовбурах.

Набухання кори і відшарування перидерми особливо виявляється у деревних видів із м'яким лубом. Суха кора розтріскується поперек і вздовж і відшаровується від стовбура, оголюючи загиблу заболонь. При спільному ураженні бактеріальним опіком і водянкою одного дерева з деревини виділяється змішана культура бактерій-збудників [31]. При діагностиці і диференціації бактеріозів слід мати на увазі, що опік частіше відбувається за верхівковим типом, де уражується крона і стовбур. Для водянки характерніший більше низовий тип, за якого відбувається ураження окоренкової частини стовбурів і коренів. Опік кори сухіший, мацерація тканин виражена слабше, розвиток відбувається швидко, тоді як для водянки більш характерний хронічний перебіг хвороби, за якого тканини поступово відмирають [31]. Бактерії функціонують у прилеглих до кори шарах деревини.

Омела біла (*Viscum album* L.) Рослини-напівпаразити, використовують живителя як джерело вологи і мінеральних речовин. При цьому омела біла сама забезпечує себе органічними сполуками, які отримує у процесі фотосинтезу, однак розвивається в кілька разів швидше організму-живителя і абсолютно знесилює його. Являє собою вічнозелений кущ з густо-розгалуженими від основи і злегка звисаючими донизу стеблами, що утворюють в просторі майже правильної форми кулю. Цвіте та плодоносить з березня і до осені. Ентомофіл і анемофіл. Розмноження виключно насіннєве. Насіння на клейкій основі разносять птахи на собі. Омела вражає дерево системно, проникаючи гаусторіями всередину структури деревини. Інтенсивне поширення омели пов'язано з підвищенням середньомісячних температур.

Березова губка (*Fomitopsis betulina* Bull.). У досліджуваному регіоні достатньо часто трапляється даний вид. Гриб вважається паразитом, відає перевагу березам. Піддаються ураженню ослаблені дерева, які всього за 4 місяці втрачають до 50 % деревної маси [8]. Розвивається гниль дуже активно, найкраща температура для росту патогена +23-25 °С, але плодові тіла здатні успішно розвиватися і до -5 °С. Якщо на березі вже з'явився грибок, то дерево

почне всихати, «вивести» трутовик практично неможливо. Разом з тим, нами відмічені базидіоми *F. betulina* на зовнішньо непошкоджених стовбурах.

Трутовик скошений (*Inonotus obliquus* Ach.). Спричинює стовбурову гниль, синонім «чага». Зазвичай нарости чаги утворюються в середній і нижній частинах стовбурів дерев. Форма і частково розміри наростів залежать від характеру ураження стовбурів і розміру ран, через які відбулося зараження [14]. Вага трутовика коливається в залежності від віку та розміру і може становити від декількох грамів до 10 кг. У довжину виростає до 60 см.

Трутовик справжній (*Fomes fomentarius* L.). Гриб утворює величезне плодове тіло, іноді вага якого сягає до 9-11 кг. Уражує більшість листяних видів. Біотроф, хоча його біотрофність має не фізіологічний, а екологічний характер [14]. У природних умовах спричинює білу стовбурову гниль, де пошкоджена деревина поступово втрачає міцність і на кінцевій стадії гниття починає відшаровуватись та розпадатись на окремі пластини.

Трутовик облямований (*Fomitopsis pinicola* Sw.). Гриб починає свій життєвий цикл як паразит на пошкоджених деревах, а потім продовжує функціонувати як сапротроф. Спричинює буру стовбурову гниль, відрізняється відсутністю ніжки. На поверхні плодового тіла чітко видно концентричні області у вигляді кілець. За механічного впливу темніє, набуваючи сірого чи темно-бурого забарвлення.

3.2. Поширення інфекційних хвороб берези повислої у залежності від різних лісівничо-таксаційних показників.

Індекс санітарного стану на закладених ТПП варіює в діапазоні від I,34 до III,97 балів, тобто деревостани, уражені збудниками інфекційних хвороб, поступово переходять від категорії «здорове» до «сильно ослаблене». У віці 27 років зафіксовано значно менше уражених рослин, а це 15,9 % на ТПП 3, ніж у віці 90 років – 80,0 % на ТПП 9. Склад деревостану практично не впливає на відсоток ураження. Не виявлено закономірності впливу походження деревостану на ступінь ураження інфекціями (табл. 3).

**Фітосанітарний стан березових деревостанів у ДП «Білокоровицьке ЛГ» в осередках інфекційних хвороб
(зведена таблиця за даними тимчасових пробних площ)**

№ п/п	Назва лісництва	Квартал, виділ	Площа, га	Походження, деревостану, породний склад	Вік, років	Бонітет	Повнота	Кількість дерев, шт	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану						І.с.	% ураження
									I	II	III	IV	V	VI		
1	Білокоровицьке	3/13	0,8	Природне поновлення 10Бп	85	II	0,70	207	87	18	31	41	12	18	II,65	58,0
2	Білокоровицьке	51/37	2,6	Природне поновлення 9Бп1Дз	76	I	0,65	183	89	52	10	11	9	12	II,10	51,3
3	Білокоровицьке	68/3	3,0	Лісові культури 5Бп4Ос1Влч	27	II	0,90	195	164	12	10	4	3	2	I,34	15,9
4	Жубровицьке	14/12	0,9	Природне поновлення 4Бп4Ос1Дз1Гз	91	I	0,70	201	41	49	24	17	34	36	III,67	79,6
5	Жубровицьке	3/6	0,8	Лісові культури 9Бп1Ос	52	I	0,75	198	99	23	27	18	22	9	II,33	50,0
6	Жубровицьке	48/45	1,1	Лісові культури 8Бп1Дз1Сз	69	I	0,65	184	71	15	8	36	44	10	II,98	61,4
7	Замисловецьке	22/9	2,5	Лісові культури 7Бп3Сз	33	I	0,85	196	153	20	9	7	2	5	I,47	21,9
8	Замисловецьке	61/26	1,8	Лісові культури 5Бп3Дз2Сз	71	I	0,70	211	73	31	44	27	16	20	II,73	65,4
9	Замисловецьке	72/48	1,9	Природне поновлення 10Бп	90	II	0,50	190	38	32	29	26	32	33	III,97	80,0

Виявлено, що деревостани за повноти 0,50 більше уражуються збудниками інфекційних хвороб (80,0 %), ніж за повноти 0,90 (15,9 %). Показник кореляції становить -0,861. Можна стверджувати про те, що за період спостережень виявлено значний лінійно-обернений взаємозв'язок (рис. 3).

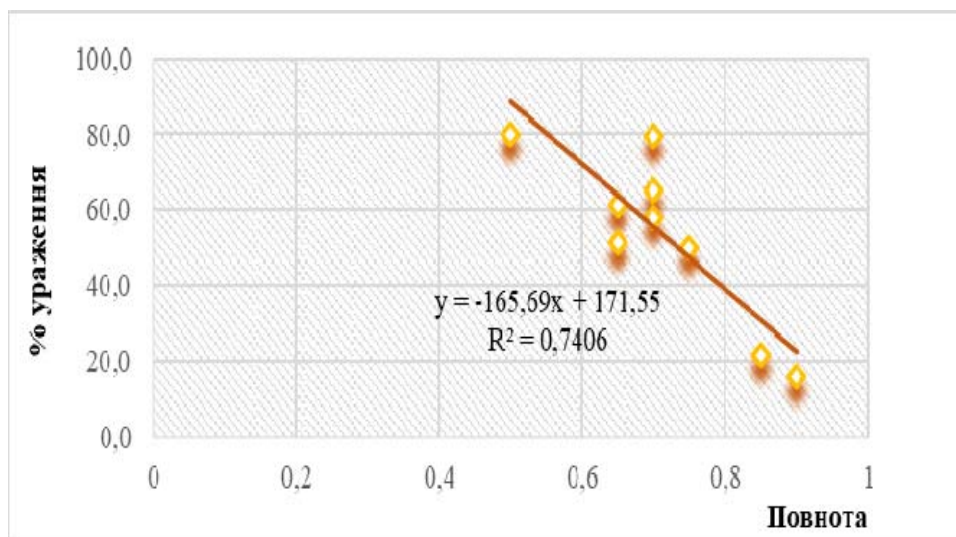


Рис. 3. Ураженість інфекційними хворобами березових деревостанів у залежності від повноти насадження

Коефіцієнт детермінації $R^2=0,741$ перевищує значення 0,332, що підтверджує істотність даного зв'язку. Санітарний стан березових деревостанів поліпшується зі збільшенням повноти насадження.

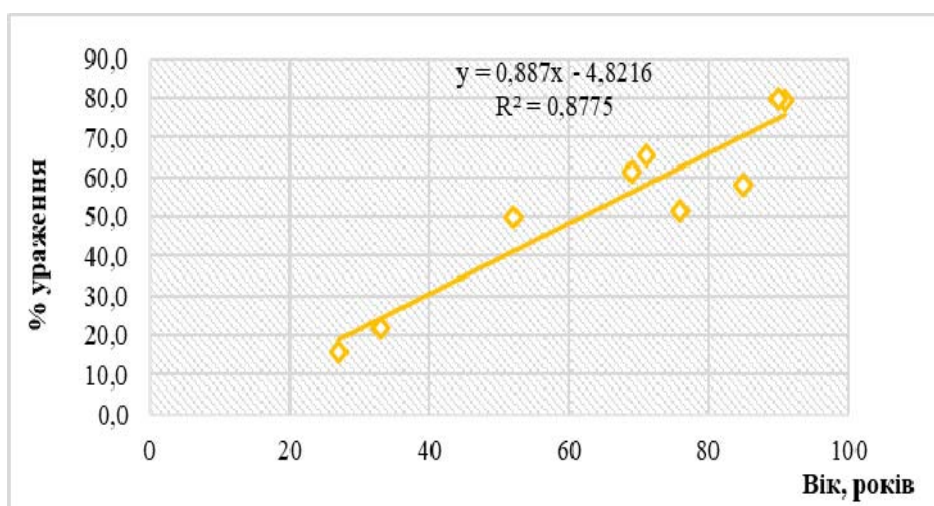


Рис. 4. Ураженість інфекційними хворобами березових деревостанів у залежності від віку насадження

Коефіцієнт кореляції має значення 0,938 (рис. 4). Отже, можна стверджувати, що за час спостережень виявлено залежність лінійного прямого взаємозв'язку між віком насадження та відсотком ураження. Коефіцієнт детермінації $R^2=0,877$ перевищує 0,332, що свідчить про істотність даного зв'язку.

На зрубаних уражених моделях заміряли довжину поперечних і поздовжніх ран від патології (рис. 5). Уражені ділянки деревини мали вигляд плям, тріщин і здуттів. Довжина виразок становила від 1,5 см (тріщина) до 36,0 см (пляма), відповідно ширину зафіксували від 2,1 см (тріщина) до 32,4 см (пляма). Глибина проникнення виразок у луб становила 9–11 см.



Рис. 5. Модельні дерева *B. pendula* з поздовжніми і поперечними ранами всередині

Форми беріз за корою відрізняються різною чутливістю до бактеріозів. Як ослаблені оцінювались шаруватокорі і неясно-тріщинуваті форми берези (в умовах виявлення бактеріальної інфекції). Грубо-тріщинуваті форми були більш в ослабленому стані, там ми фіксували індекс санітарного стану «сильно ослаблене» насадження. Активними і пасивними переносниками бактеріальної інфекції є здебільшого стовбурові комахи [10]. Відомо, що більшість комах-ксилофагів заселяють виключно фізіологічно ослаблені деревні рослини в другій половині

літа, тобто в період, коли дерева є резистентними до бактеріальної інфекції [12;13]. У нас є підстави вважати стовбурових шкідників вторинними організмами в епіфітотійних процесах. Поширення бактеріальної інфекції відбувається через найменші рани на рослині за участю комах-переносників, і в першу чергу великого березового рогахвоста *Tremex fuscicornis* Fab. (ми в усіх випадках відмічали бактеріальну патологію у місцях його проникнення). Експериментально встановлено, що плямистості на листках берези відчутної загрози не становлять, середній бал ураження по господарству дорівнює 3 бали.

3.3. Рекомендації щодо обмеження шкодочинності збудників інфекційних хвороб на *Betula pendula*

Для прогнозування заходів захисту необхідно знати біологічні особливості збудника хвороби (цикл розвитку патогена, особливості розмноження, способи його збереження), стійкість рослин за формовим різноманіттям. Потрібно враховувати фактори зовнішнього середовища, що впливають на збудника і розвиток хвороби (температурний діапазон життєдіяльності патогена, відношення до вологи), для цього необхідно моніторити дані про метеорологічні умови конкретної місцевості в минулий сезон і знати прогноз температур на майбутнє.

Заходи захисту деревних рослин від збудників інфекційних хвороб відносять до 2 категорій: попереджувальні (профілактичні) і лікувальні (терапевтичні). Вирішальна роль належить профілактичним заходам, які спрямовані на не допущення появи хвороби, а за її виникнення обмежити безперешкодне поширення. Профілактичні заходи поєднуються у групи: заходи, спрямовані на знищення джерел первинної інфекції; заходи, що обмежують поширення патогена від рослини до рослини; заходи, що підвищують стійкість рослин до збудника хвороби. Захисні заходи можна здійснювати за допомогою різних методів: селекційно-насінневого, агротехнічного, фізико-механічного, біологічного, хімічного, інтегрованого.

Заходи, які пропонуються для запобігання появи і розвитку осередків інфекційних патологій берези повислої:

- організація безперервного лісопатологічного моніторингу;
- проведення ретельних лісопатологічних обстежень та фітопатологічних досліджень протягом кожного року з періодичністю 2-3 рази в рік;
- першочергове проведення обстежень березових деревостанів у засушливі роки;
- прогнозування розвитку патології на основі аналізу середніх температур і кількості опадів у вегетаційний період;
- відбір здорового посадкового матеріалу при створенні лісу;
- видалення уражених рослин за початкових ознак будь-якої бактеріальної патології;
- спалювання лісосічних залишків взимку при очищенні лісосік;
- переформування березняків у мішані насадження, які складні за видовою структурою, за врахування достатньої кількості підросту цінних деревних видів;
- зниження віку головної рубки у прогресуючих місцях діяльності збудників інфекційних патологій;
- введення в культури стійких до бактеріальної інфекції видів і форм берези з подальшим використанням з них посадкового матеріалу;
- використання бактерій і грибів-антагоністів, бактеріофагів та ентомофагів;
- проведення рубок догляду першочергово на рослинах з тими формами кори, які сприятливі для розвитку бактерій;
- вивезення ураженої зрубаної деревини з подрібненням і протруюванням.

Отже, враховуючи вище наведене, можна зробити висновок, що патологія берези є багатогранним явищем, у якому системно взаємопов'язані процеси інфекційного і неінфекційного характеру, що може суттєво ускладнювати діагностику першопричин і актуалізує нагальність детальних досліджень. Необхідний комплекс ефективної боротьби з патологіями, який поєднуватиме ранню діагностику, можливості сучасних технологій, які дозволять на глибокому рівні вивчити дію збудників і розробити ефективні заходи боротьби.

ВИСНОВКИ І ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У ході проведених досліджень було виконано усі поставлені завдання. Станом на 2020 рік санітарний стан у ДП «Білокоровицьке ЛГ» є незадовільним. Масове відмирання березових деревостанів здебільшого асоціюється із бактеріальними інфекціями, а саме – з бактеріальною водяною. Кількість уражених березових насаджень має тенденцію до збільшення із року в рік, особливо у посушливі сезони.

2. На відміну від багатьох грибних інфекцій, які викликають практично повне руйнування клітинних стінок серцевини, бактеріози порушують міжклітинні контакти, що призводить до деградації серединних пластинок, мацерації тканин, відшарування деревини. За первинного ураження бактеріальною інфекцією створюються сприятливі умови для розвитку мікро- і макроміцетів. Саме гриби і завершують процес розпаду деревини, розкладаючи целюлозу і лігнін клітинних стінок.

2. Мокра деревина берези «wetwood» – це вже мертва деревина, незалежно від її місцерозміщення. За дефіциту вологи у стовбурі бактерії не втрачають свою життєдіяльність, але їхній розвиток значно уповільнюється. Шкодочинність бактеріозів залежить від функціональності рослини-живителя. Найбільшою біологічною загрозою є поліфаги, які уражують невідновлювані деревні тканини і органи.

3. У зв'язку з тим, що вторинні шкідники – рогахвости, вусачі, короїди, златки є переносниками бактеріальних інфекцій, необхідно вживати своєчасні заходи попередження розповсюдження інфекцій, за можливості ліквідувати осередки шкідників, обробляючи рослини інсектицидами, проводити ретельну очистку місць рубок, своєчасно вивозити лісоматеріали.

4. Встановлено, що індекс санітарного стану на закладених ТПП варіює в діапазоні від I,34 до III,97 балів, тобто деревостани, уражені збудниками інфекційних хвороб, поступово переходять від категорії «здорове» до «сильно

ослаблене». У віці 27 років зафіксовано значно менше уражених рослин, а це 15,9 % на ТПП 3, ніж у віці 90 років – 80,0 % на ТПП 9. Склад деревостану практично не впливає на відсоток ураження. Санітарний стан березових деревостанів поліпшується зі збільшенням повноти насадження. Не виявлено закономірності впливу походження деревостану на ступінь ураження інфекціями.

7. Так як мокрий мокрий бактеріоз є осередковою хворобою, то санітарні рубки можна пов'язувати за часом із звичайними рубками догляду. Уражені дерева (незалежно від віку) підлягають негайному видаленню при всіх видах рубок. Хімічний спосіб боротьби з інфекційними хворобами має ряд великих недоліків. Увагу варто звернути на біологічний метод з використанням бактеріофагів, бактерій та грибів-антагоністів.

8. Для попередження масових уражень беріз збудниками інфекційних хвороб необхідний регулярний моніторинг фітосанітарного стану насаджень. Рекомендовано виявляти стійкі (особливо до бактеріозів) форми беріз для подальшого використання посадкового матеріалу у лісорозведенні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондар О. О., Білоус В. П. Захист лісу від шкідників та хвороб. Боярка : 2007. 82 с.
2. Визначник грибів України / гол. ред. Д. К. Зеров. Київ : Наукова думка, 1969. Т.2. 517 с.
3. Визначник грибів України / гол. ред. Д. К. Зеров. Київ : Наукова думка, 1971. Т.3. 696 с.
4. Визначник грибів України / гол. ред. Д. К. Зеров. Київ : Наукова думка, 1971. Т.4. 316 с.
5. Гвоздяк Р. И., Яковлева Л. М. Бактериальные болезни лесных древесных пород. Київ: Наукова думка, 1979. 244 с.
6. 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.
7. Лісова фітопатобактеріологія / Гвоздяк Р. І. та ін. Київ : ВД «Вініченко», 2014. 252 с.
8. Генсірук С. А. Ліси України. Львів : УкрДЛТУ, 2002. 495 с.
9. Гниненко Ю. И., Жуков А. М. Научно-методические рекомендации по выявлению очагов и диагностике бактериальной водянки березы. Пушкино: ВНИИЛМ, 2006. 18 с.
10. Гойчук А. Ф., Дрозда В.Ф., Кульбанська І. М., Швець М. В. Лісорослинні умови як каталізатори активізації ендofітних вітальних облігатів аутомікробіоти деревних рослин. *Лісова типологія як основа наближеного до природи лісівництва* : зб. матер. міжнар. наук.-практич конф. Київ : НУБіП, 2019. С. 22-23.
11. 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.
12. Гойчук А. Ф., Дрозда В. Ф., Кульбанська І. М., Швець М. В. Бактеріозидеревних рослин у лісах Полісся та Лісостепу України. *Ukrainian journal of forest and wood science*. 2019. № 10 (2). С. 14–25.
 13. 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.
 14. Журавлев И. И., Селиванова Т. Н., Черемисинов Н. А. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников. Москва: Лесная промышленность, 1979. 246 с.
 15. Зведений проект організації розвитку лісового господарства Житомирського ОУЛМГ. Ірпінь : Укр. лісовпорядне підприємство, 2009. 300 с.
 16. Краснобаева К. В., Сингатуллин И. К. Рекомендации по ведению хозяйства в березняках подзоны смешанных лесов и лесостепи (на примере Республики Татарстан). Казань, 2002. 32 с.
 17. Кузьмичев Е. П., Соколова Э. С., Мозолевская Е. Г. Болезни древесных растений. *Справочник*. Москва: ВНИИЛМ, 2004. 120 с.
 18. Кульбанська І. М., Швець М. В., Марков Ф. Ф. Етіологія і симптоматика бактеріозидеревних рослин у насадженнях зеленої зони м. Києва. Наукові горизонти. 2019. № 12 (85). С. 84–95.
 19. Литвак П. В. Лесные экосистемы Полесья Украины: монография. Житомир : Полісся, 2001. 340 с.
 20. 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.

21. Мешкова В. Л., Кошеляева Я. В. Санитарное состояние березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в различных лесорастительных условиях Левобережной лесостепи Украины. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2017. Вып. 220. С. 155–168.
22. Мозолева Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э.С. Методы лесопатологических обследований очагов стволовых вредителей и болезней леса. Москва: Лесная промышленность, 1984. 152 с.
23. Офіційний архів погоди (WMO ID) 33415. URL: <http://rp5.ua>. (дата звернення 12.07.2020).
24. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання : СОУ 02.02-37-476:2006 від 26 груд. 2006 р. Київ : Мінагрополітики України, 2007. 13 с.
25. Сафонов М. А., Сафонова Т. И. Дереворазрушающие грибы, обитающие на древесине *Betula pendula* в Южном Приуралье (Оренбургская область). *Вестник ОГУ*. 2012. № 6 (142). С. 66–71.
26. Селочник Н. Н. Факторы деградации лесных экосистем. *Лесоведение*. 2008. № 5. С. 52–60.
27. Татаринцев А. И. Эколого-ценотические особенности пораженности березняков бактериальной водяжкой в южной части Средней Сибири (Красноярская группа районов). *Сиб. экол. журнал*. 2014. № 2. С. 273–281.
28. 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 20. 08. 2020 р.).
29. Федоров Н. И., Ковбаса Н. П., Ярмолович В. А. Бактериальная водяжка березы – новое заболевание в лесах Беларуси. *Белорусский государственный технологический университет*. 2004. № 12. С. 277–279.
30. Черпаков В. В. Этиология бактериальной водяжки древесных растений. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2017. Вып. 220. С. 125–139.

31. Швець М. В. Бактеріальні хвороби березових насаджень в Україні та світі (теоретико-прикладний аспект). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. № 26.7 С. 179-185.
32. Швець М. В. Патогенез «wetwood» берези повислої в насадженнях Житомирського Полісся. Проблеми екології та еволюції екосистем в умовах трансформованого середовища : зб. матер. міжнар. наук.-практич. конф. Київ : НУБіП, 2017. С. 174–176.
33. 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. І Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : ЖНАЕУ, 2020. С. 35–36.
34. 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.
35. Швець М. В., Марков Ф. Ф., Галєв Е. Н., Піціль А. О., Кульбанська І. М. Фітосанітарний стан рослин роду *Betula* в ботанічному саду ЖНАЕУ. *Наукові горизонти*. 2020. № 2 (87). С. 43–52.
36. Шелухо В. П. Исследование причин усыхания березовых насаждений в Дятьковском опытном лесхозе и разработка рекомендаций по защите березняков. *Отчет о НИР*. Брянск: БГИТА, 2004. С. 18–54.
37. Shelukho V.P. Diagnosis of infection of birch plantations with bacterial dropsy. *Forest science, ecology and biological resources: international materials. scientific production. conf.* Bryansk: BGITA, 2005. P. 73–75.
38. Шелухо 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.

39. Шкудор В. Д., Глобець В. Р., Усцький І. М. Патологічні процеси в берези повислої в лісах Полісся. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2004. № 105. С. 189–195.
40. Dudley Nigel. Deadwood – living forests. The importance of veteran trees and deadwood to biodiversity. Gland, Switzerland: WWF, 2004. 16 p.
41. Goychuk A.F., Drozda V.F., Shvets M.V., Kulbanska I.M. Bacterial wetwood of silver birch (*Betula pendula* Roth): symptomology, etiology and pathogenesis. *Folia Forestalia Polonica*. 62.3. 2020. P. 145–159.
42. Jacobi W. R. Bacterial wetwood. *Report on Plant disease*. 2009. № 2.910. P. 81-83.
43. Jance J. D. Phitobacteriology principles and practice. Cambridge: CABI Publishing, 2005. 360 p.
44. Kalinichenko A, Pasichnyk L, Osypenko S, Patyka V, Usmanova H. Bacterial Diseases of Energy Plants. *Ecological Chemistry and Engineering*. 2017; 24 (2): 169-191.