

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології

Кафедра лісівництва, лісових культур та таксації лісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ГРИВА ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ

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

630*44:633.877:632.35(477.42)

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Пухлиновидний бактеріоз сосни звичайної у
ДП «Ємільчинське 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

Іванюк Ігор Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

д.с.-г.н., професор

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2022

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ __ від «__» грудня 2022 р.

Завідувач кафедри _____

К.С-Г.Н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Сірук Юрій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

«__» грудня 2022 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Грива Олександр Петрович** 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

Грива О. П. : «Пухлиновидний бактеріоз сосни звичайної у ДП «Ємільчинське ЛГ». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2022.

У випускній кваліфікаційній роботі наведено результати власних експериментальних досліджень щодо етіології, симптоматики та поширення пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної у насадженнях ДП «Ємільчинське ЛГ». Констатується, що патології, виявлені на деревах сосни звичайної у лісових насадженнях ДП «Ємільчинське ЛГ» мають як непаразитарну, так і паразитарну етіологію. Видовий склад інфекційних хвороб сосни звичайної ДП «Ємільчинське ЛГ»: шютте сосни звичайне та снігове шютте, песталоціоз, сосновий вертун, рак-сірянка, ценангієвий рак, пухлиновидний бактеріоз. Встановлено, що найбільш небезпечним захворюванням сосни звичайної у лісових насадженнях ДП «Ємільчинське ЛГ» є пухлиновидний бактеріоз. Збудником пухлиновидного бактеріозу є фітопатогенна грамнегативна бактерія *Agrobacterium tumefaciens*, яка являє собою рухливі палички. Типовими симптомами бактеріозу є загальне ослаблення уражених деревних рослин та формування у паренхімі пагонів і стовбурів пухлиноподібних наростів (галів). Рекомендовано тісне поєднання агротехнічних, лісогосподарських та хімічних заходів захисту, з безпосереднім урахуванням біологічних особливостей збудника хвороби, екологічних особливостей виду рослини та умов навколишнього середовища.

Ключові слова : фітопатогенна бактерія, фітосанітарний стан, соснові деревостани, етіологія, *Agrobacterium tumefaciens*.

ANNOTATION

Gryva O. P. : «Tumor-like bacteriosis of Scots pine in SE «Emilchinske forestry». Qualification work for a master's degree in specialty 205 – forestry. – Polissia National University, Zhytomyr, 2022.

The final qualifying work presents the results of our own experimental studies on the etiology, symptoms and spread of tumor-like bacteriosis of common pine in the stands of the State Enterprise «Emilchinske forestry». It is stated that the pathologies found on Scots pine trees in the forest stands of the SE «Emilchinske forestry» have both non-parasitic and parasitic etiology. The species composition of infectious diseases of Scots pine of the SE «Emilchinske forestry» is quite extensive. It has been established that the most dangerous disease of Scots pine in the forest stands is tumor-like bacteriosis. The causative agent of tumor-like bacteriosis is the phytopathogenic gram-negative bacterium *Agrobacterium tumefaciens*, which is a movable rod. Typical symptoms of bacteriosis are the general weakening of the affected woody plants and the formation of the shoots and trunks of tumor-like growths (hals). A close combination of agrotechnical, forestry and chemical protection measures is recommended, taking into account the biological characteristics of the pathogen, the ecological characteristics of the plant species and environmental conditions.

Key words: phytopathogenic bacterium, phytosanitary state, pine stands, etiology, *Agrobacterium tumefaciens*.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ		3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ		6
ВСТУП		7
РОЗДІЛ І.	ФІТОПАТОГЕННІ БАКТЕРІЇ У ПАТОЛОГІЇ ЛІСОВИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
РОЗДІЛ ІІ.	МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
	2.1. Коротка характеристика ДП «Ємільчинське ЛГ»	17
	2.2. Методика збору та обсяг експериментального матеріалу	21
РОЗДІЛ ІІІ.	ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБНИХ ПЛОЩ. НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
	3.1. Санітарний стан сосняків ДП «Ємільчинське ЛГ»	24
	3.2. Симптоматика та поширення пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної у насадженнях ДП «Ємільчинське ЛГ»	28
	3.3. Характеристика збудника пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної – <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	33
	3.4. Контроль захворювання	35
ВИСНОВКИ		36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		38
ДОДАТКИ		43

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ДП – державне підприємство;

Сз – сосна звичайна;

вид. – виділ;

Дз – дуб звичайний;

кв. – квартал;

Бп – береза повисла;

ЛГ – лісове господарство;

табл. – таблиця;

га – гектари;

рис. – рисунок;

ТПП – тимчасова пробна площа;

ФПБ – фітопатогенні бактерії.

ВСТУП

Актуальність теми. У даний час першочерговим завданням є поглиблення фітопатологічних досліджень не тільки хворої рослини, але і здорових лісів з метою з'ясування причин їхньої високої стійкості. Усе це необхідно враховувати при розробці комплексних систем лісозахисних робіт, що дозволили б вирощувати високопродуктивні, довговічні, цінні насадження, необхідні для повного забезпечення багатогранних потреб народного господарства.

Метою роботи було дослідження етіології, симптоматики та поширення пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної у насадженнях ДП «Ємільчинське ЛГ».

Для реалізації поставленої мети, згідно теми досліджень, було виконано наступне :

1. Ознайомлення та аналіз Пояснювальної записки проєкту організації і розвитку ДП «Ємільчинське ЛГ», матеріалів лісовпорядкування, Листків наземної сигналізації про появу шкідників, Актів попереднього лісопатологічного обстеження, Звітів «Динаміка осередків шкідників та хвороб лісу за 2021–2022 рр. та ін.

2. Встановлення фактичного санітарного стану насаджень ДП «Ємільчинське ЛГ» та ідентифікація видового складу найпоширеніших збудників хвороб сосни звичайної в умовах регіону дослідження.

3. Закладання тимчасових пробних площ, фотографування типових патологій, збір гербарного матеріалу.

Об'єкт дослідження – лісові насадження ДП «Ємільчинське ЛГ» із типовими ознаками інфікування бактеріозом.

Предмет дослідження – патогенез пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної у насадженнях ДП «Ємільчинське ЛГ».

Методи досліджень. Матеріалом для написання магістерської кваліфікаційної роботи стали: матеріали попередніх досліджень, дані, отримані при закладці пробних площ та аналізі польових досліджень. У ході досліджень

застосоване детальне лісопатологічне обстеження та взяття зразків для подальших спеціальних мікробіологічних досліджень.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Дорошук О. В., **Грива О. П.**, Яроцький Б. А., Гусаревич О. В. Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб лісових деревних рослин Житомирської області. Юність науки – 2022: *Соціально-економічні та гуманітарні аспекти розвитку суспільства*: матеріали міжнародної науково-практ. конференції студент., аспірантів та молод. учених. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. С. 628–629.

2. Швець М. В., Дорошук О. В., **Грива О. П.**, Яроцький Б. А., Гусаревич О. В. Бактеріальні патології лісових деревних рослин у Житомирському Поліссі України. *Ліси в умовах сучасних викликів* : мат. міжн. наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів. Харків, 2022. С. 60–61.

3. Doroshuk O. V., **Gryva O. P.**, Yarotskyi B. A., Gusarevich O. V. Symptomatics and pathogenesis of bacterial diseases of forest woody plants of the Zhytomyr Polissia. *Проблеми ведення та експлуатації ліс. і мисл. ресурсів* : збір. матеріалів учасн. Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : Поліський університет, 2022. С. 25–27.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати у процесі аналізу літературних джерел, узагальнення виробничого досвіду та власних досліджень можуть бути використані в лісозахисній практиці ДП «Ємільчинське ЛГ».

Структура та обсяг роботи. Робота має вступ, три основні розділи, висновки і додатки. Зміст включає 52 сторінки комп'ютерного тексту, у тому числі основна частина викладена на 41 сторінці. Список використаної літератури – 46 літературних джерел.

РОЗДІЛ I

ФІТОПАТОГЕННІ БАКТЕРІЇ У ПАТОЛОГІЇ ЛІСОВИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Охорона та захист лісів від шкідників та хвороб – важлива проблема у плані їхнього економічного значення, а також загальнобіологічного та географічного: ліси визначають стан багатьох видів природних ресурсів, водного балансу річкових басейнів [24], формують місцевий та світовий клімат, а також роблять внесок у цикл вуглецю [4, 22, 27–30, 35, 42, 44].

Попередження виникнення інфекційних хвороб та поліпшення росту та розвитку деревних рослин представляє сучасне завдання багатьох спеціалістів-біологів. Боротьба з втратами та збитками лісового господарства від масової загибелі лісових насаджень і зниження якості деревини в результаті бактеріальних та грибних захворювань, захист сіянців у розсадниках при вирощуванні стандартного посадкового матеріалу на промисловій основі повинні розглядатися з погляду екологічної безпеки застосовуваних методів [21].

Бактеріальні захворювання описані для багатьох рослин, проте основна увага дослідників приділяється хворобам сільськогосподарських культур. Довгий час бактеріозам лісових порід дерев не приділялося належної уваги через недооцінку небезпеки таких захворювань для лісових масивів, а також через труднощі, пов'язані з виділенням збудників та доказом їхньої патогенності [2, 12]. До цього моменту описані такі захворювання хвойних бактеріальної етіології: бактеріальна водянка, пухлиноподібний бактеріоз, раково-виразкове захворювання, бактеріальний опік. Не для всіх вищеописаних хвороб точно відомий збудник, а якщо відомий, то описані лише його фізіолого-біохімічні властивості. Крім того, практично вся інформація про бактеріози сосни була отримана в 80-і роки минулого століття в одній фітопатологічній лабораторії та з того часу досліджень у цьому напрямі практично не проводилося [6, 8, 37].

У перелік уражуваних фітопатогенними бактеріями входять найголовніші види та роди лісових деревних рослин – сосна, ялина, ялиця, модрина, дуб, бук,

липа, тополя, береза, ясен та ін., дикі плодово-ягідні породи та їх культурні форми, а також дерева та чагарники, що використовуються у зеленому будівництві (у тому числі інтродуценти). Шкідливість є найсерйознішим аспектом бактеріозів [12].

Слабка поінформованість, невидимість фітопатогенних бактерій при лісопатологічних обстеженнях створювала видимість малозначності бактеріозів як таких. За кордоном бактеріозам деревних рослин у сфері сільського господарства надають більш важливого значення, які наносять збитки парковим та садовим насадженням, але загалом їх не пов'язують із масовими усихання лісів.

Шкідливість бактеріозів залежить від функціональності рослини-господаря, його тканин та органів. Найбільшою біологічною шкідливістю володіють поліфаги, що уражають тканини, які не відновлюються, і органи – коріння, камбій, флоему, хвою, робочі судини ксилеми, що спричиняє загибель деревних порід. Сапротрофний розвиток бактерій веде до втрат якості деревини при зберіганні, що породжує прояв вторинної шкідливості, не пов'язаної із живою рослиною. Підсилюють шкідливість епіфітотій монокультурні та одновікові насадження. Найбільшою шкідливістю володіють бактеріози, пов'язані з масовими усиханнями лісів [7, 11, 45].



Рис. 1.1. Бактеріальні форми: 1 – форми стафілококів, 2,3 – форми диплококів, 4 – форми стрептококів, 5 – форми тетракоків, 6 – форми сардин, 7,8 – форми неспорозосних паличок, 9 – форми спорозосних паличок, 10 – форми вібріонів, 11 – форми спірил, 12 – форми спірохетів.

Фітопатогенні бактерії зазвичай проходять першим ешеленом по живих тканинах та готують рослину до подальшої колонізації грибами. Між фітопатогенними бактеріями та грибами не виникає антагонізму, часто швидка загибель рослини – результат синергічного ефекту. Специфічність екології фітопатогенних бактерій відбивають специфічні, тільки їм властиві симптоми та характер патологічних процесів, у зв'язку з чим, для практики лісопатологічного нагляду та моніторингу потрібна розробка диференціальної діагностики лісових бактеріозів (рис. 1.2) [2, 16, 19, 34].

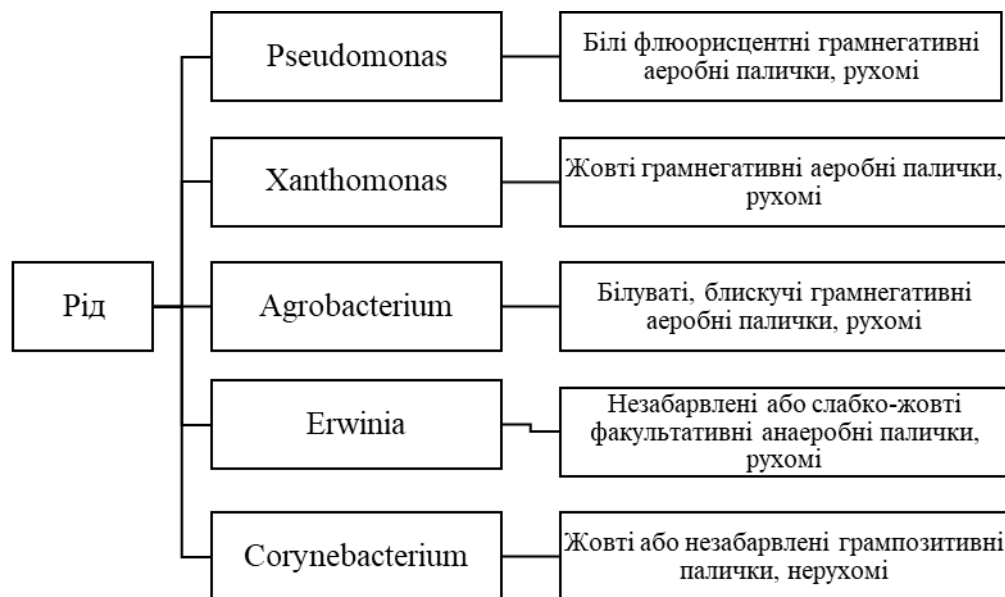


Рис. 1.2. Основні роди ФПБ та їхні морфологічні особливості [7]

Серед симптомів бактеріозів та ознак ураження рослин фітопатогенними бактеріями найбільш значущі наступні (рис. 1.3.) :

- «Вихоплювання» у деревостанах найкращих, високобонітетних дерев, часто плюсових;
- В'янення завжди раптове, за принципом апоплексичного удару, іноді листя або хвоя не встигає втратити зелене забарвлення, але після в'янення зазвичай набуває оранжевого або оранжево-бурого забарвлення;
- Різке падіння приросту по діаметру, раптове припинення діяльності камбію;
- Ексудат – різного кольору та консистенції: від рідкого, водянистого до тягучого, що застигає краплями; колір – прозорий, білий, жовтий, вишневий,

бурий, чорний, рідкий, чорний смолистий; у хвойних – це краплі смоли, смоляні підтьоки; проявляється в тріщинах кори, на шишках, насінні, плодах, зав'язях, пагонах, листі та ін;

- Пухирці, жовна та здуття під корою або перидермою, відшаровування перидерми;

- Патьоки, різного роду мокротиння, обводнення тканин, рясні витікання рідини з поздовжніх тріщин стовбурів та гілок, розвилок стовбурів та гілок із запахом кислого, масляно-кислого бродіння [5, 7, 8].

- Рясне насичення рідиною заболонної та ядрової деревини, формування «хибного» ядра; при валці дерева рідина фонтанує з виділенням метану, що горить;

- Закупорка судин та трахеїд, на відміну від грибних (гіфи, тили) – камеддю, смолою;

- Провальні заходження кори, зумовлені внутрішнім плямистим або кільцевим некрозом камбію;

- Склоподібність, «промасленість», тканин органів, плодів, насіння;

- М'які, мокрі гнилі коріння, шишок, плодів, насіння, розмочування лубу та кори;

- Приуроченість патогенних мікроорганізмів до точок зростання, весняна та осіння сезонні активності [2, 8, 11].



Рис. 1.3. Основні прояви бактеріальних хвороб рослин: 1 – бактеріальний рак коріння; 2 – бактеріальна водянка на стовбурах (виділення ескудату); 3 – бактеріальний опік листків; 4 – бактеріальна плямистість листків [10].

Перелічені симптоми та ознаки охоплюють далеко не всю специфіку бактеріального симптомогенезу та патологічних процесів, що не властиво біології грибів [7, 41]. Бактеріальні ракові рани, вияви, пухлини вимагають детальної диференціації, через свою схожість із грибними [9, 43].

Велика кількість робіт у даний час спрямована на вивчення грибних популяцій лісових дерев. Є дуже мало даних по фітопатогенним бактеріям і особливо їхнім функціям у тканинах дерев [7, 23, 31]. Фітопатогенні бактерії родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Erwinia* та *Burkholderia* виявлені практично у всіх деревних тканинах [7, 25, 46].

Більшість досліджень спрямовано на фітопатогенні бактерії, асоційовані з корінням деревних рослин, які, мабуть, відрізняються за різноманітністю та функціями від бактерій, асоційованих із пагонами [34]. Надземна частина дерев піддається ультрафіолетовому випромінюванню, швидкій зміні температури, вологості і має лімітовану кількість поживних речовин в порівнянні з корінням. Зазвичай фітопатогенні бактерії пагонів виявляються при використанні культури тканин, так як меристема пагонів або зародків дуже часто використовується як стартовий матеріал. Наприклад, фітопатогенні бактерії були виявлені в культурі тканин лісового горіха (*Corylus avellana* L., *C. contorta* C.), вишні (*Prunus cerasus* L.), різних видах тополь, модрини, білої акації (*Robinia pseudoacacia* L.), ялини звичайної (*Picea abies* Karst.) та сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) [7]. У досліджах Ульріха та співавторів [34] більша частина ендofітів 5-річних культур, вирощених з пагонів із зрілих та незрілих зигот тополь, модрини, білої акації та ялини, були ідентифіковані як представники роду *Paenibacillus*. Іноді у цих культурах траплялись бактерії родів *Methylobacterium*, *Stenotrophomonas* та *Bacillus* spp.

Бьоркман із колегами [42] виявляли в хвої сосни звичайної наступні фітопатогенні грибні штами: *Cenangium ferruginosum* (64 % від загального числа виділених грибних ендofітів) та *Cyclaneusma minus* (12%). Також автори зазначають, що стара хвоя населена мікроорганізмами більше, ніж молода. Таким чином, є вікові відмінності в ендofітній мікрофлорі. Крім цього,

спостерігається і сезонна періодичність: кількість ендofітів у молодій хвої нарастає протягом літа, тоді як у старій хвої чисельність асоціативної мікрофлори не змінюється.

Зазначається, що найбільш поширеними бактеріальними ендofітами бруньок сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) є штами *Methylobacterium extorquens* і *Pseudomonas synxantha* [37].

Інші автори також повідомляють, що *Methylobacterium* spp. – домінуючі представники ендofітної мікрофлори бруньок сосни звичайної [34], симбіоз яких позитивно впливає на зростання та розвиток рослини-господаря. У досліджах було доведено, що інокуляція сіянців сосни звичайної штамом *Methylobacterium extorquens* збільшує утворення бічних коренів, стимулює їхнє зростання, а також збільшує надземну біомасу частини сіянців у порівнянні з контрольними зразками.

Деякі дослідники відзначають про наявність у бруньках сосни представників мікобактерій. Вивчено локалізацію та розподілу ендofіту *Mycobacterium* sp. у бруньках сосни [2, 8, 34].

Крім бактерій, у бруньках сосни виявлені представники мікроміцетів. Цими ж авторами з її бруньок було ізольовано 2 ендofітних гриба: *Hormoneta dematioides* та *Rhodotorula minuta* [8, 34].

Ендofітні бактерії також містяться і в репродуктивних органах хвойних дерев. Бактерія *Enterobacter cloacae* була виділена з пилку *Pinus halepensis* та *P. pinea* та запліднених яйцеклітинах *Pinus brutia* [37]. У пилку сосни звичайної ендofіти виявлені не були, проте спорогенні клітини чоловічих квіток містили ендofіти у вигляді біоплівкоподібних структур (за даними, отриманими методом *in situ* гібридизації) [8, 34]. Менша кількість ендofітів була виявлена в жіночих суцвіттях сосни звичайної, незважаючи на те, що зародки насіння були добре заселені бактеріальною мікрофлорою [37]. Були також виділені бактеріальні ендofіти роду *Rahnella* із зародка та ендосперму насіння ялини звичайної [2]. Зазначається, що кількість ендofітів у насінні ялини з часом знижується [7].

Пилок і насіння інших лісових дерев вивчені вкрай мало. Були виділені фітопатогенні бактерії таких родин, як *Bacillus*, *Enterococcus*, *Paenibacillus* і *Methylobacterium*, з насіння та сіянців евкаліптів (*Eucalyptus*) [34]. Специфічні штами *Bacillus*, *Paenibacillus* та *Enterococcus* були присутні відразу і в насінні та сіянцях, вирощених із насіння, що підтверджує вертикальний транспорт ендofітів. В аналогічних дослідках ендofітний штам *Pantoea agglomerans* був виділений з *E. grandis*, помічений GFP (від англ. «Green fluorescent protein» - зелений флуоресцентний білок).

Присутність ендofітної мікрофлори в насінні норвезької ялини було показано з використанням культуральних та молекулярно-генетичних методів [34]. Обидва підходи виявили непатогенних представників роду *Pseudomonas* та *Rahnella*.

Гвоздяком із співавторами [8] із насіння сосни звичайної (клас якості – I-III) були ізольовані obligатні фітопатогенні (*Pseudomonas syringae*, *Erwinia carotovora*, *E. nimipressuralis*), факультативні фітопатогенні (*Pseudomonas fluorescens*, *Pantoea agglomerans*) та сапротрофні (*Bacillus subtilis*, *B. rumilus*, *Paenibacillus polymyxa*) бактерії, а також гриби з родів *Mucor*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicilium*, *Alternaria*, *Acremonium* та дріжджі (р. *Torula*).

Таким чином, бактеріальні хвороби лісових порід через специфічність екології збудників відіграють особливу роль у патогенезі при усиханні незайманих та малопорушених лісів, лісових культур, лісових смуг, окремих видів лісових порід. А також причетні до масової загибелі підросту та самосіву, насінневого, посівного та посадкового матеріалу, у тому числі живців, прищеп, та підщеп у лісових розсадниках, охоплюючи багато видів рослин. Розвиток інфекції фітопатогенними бактеріями, завдяки їхній сапротрофній сутності, веде до втрати ділових якостей деревини не тільки на корені, але і при зберіганні [3, 18]. Фітопатогенні бактерії викликають загнивання та загибель плодів, шишок, насіння у природі, при зберіганні, і навіть насіння при стратифікації. Внутрішня безсимптомна ураженість насіння надзвичайно небезпечна, оскільки інфекція передається потомству в онтогенезі. За сприятливих умов (рН, вологість,

поживний субстрат, температура та ін.) зростання популяції піде у геометричній прогресії. Це сприяє накопиченню в деревостанах, розсадниках, теплицях, окремих частинах дерев та інших об'єктах бактеріальної атаки критичної маси інфекційного навантаження, при якій щільність бактеріальних популяцій неминуче викличе патологічний процес в органах та тканинах рослини. Інкубаційний період часто становить від 6-12 годин до 3-4 діб. Фітопатогенні гриби не здатні на таку швидкість атаки через свій циклічний розвиток (також і різні стадії спороношення та плодоношення).

При побудові заходів боротьби з бактеріальними хворобами, в першу чергу, слід враховувати способи збереження бактерій (джерел первинної інфекції) та розповсюдження інфекції. Головну увагу слід направити на знищення рослинних решток, дотримання сівозміни, відбір здорового садивного матеріалу та дезинфекцію насіння. Важливо дотримуватись правильної агротехніки (строки посіву, норми сівби, добрива, режими температури і вологості в захищеному ґрунті, тощо), направлену на створення оптимальних для рослин умов росту і розвитку. Велике значення має також хімічний метод – обприскування та обпилювання рослин у період вегетації, яке попереджає зараження або обмежує повторне розповсюдження інфекції. Важливе місце має система карантинних заходів.

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Коротка характеристика ДП «Ємільчинське ЛГ»

Ємільчинський лісгосп організований 1924 року, а у 1960 році на основі Постанови РМ УРСР (від 30.11.1959 р. № 1834) лісгосп пройшов реорганізацію у лісгоспзаг [33]. Постановою Міністерської ради УРСР від 12.07.1988 р. і відповідним наказом Міністерства ліс. господарства України від 31.10.1991 р. № 133 та об'єднання під назвою «Житомирліс» від 11.11.1991 р. № 162 «Про організацію і управління лісовим господарством» на основі якого створено держлісгосп [33, 36].

Відповідним наказом Державного комітету ЛГ України № 123 від 23.02.2005 року відбулась реорганізація підприємства у ДП «Ємільчинське лісове господарство» [33]. Адміністративно-організаційна структура наведена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Організаційна структура і площі лісництв ДП «Ємільчинське ЛГ»

Найменування лісництв	Площа, га
Барашівське лісництво	4280,0
Гартівське лісництво	4988,0
Глумчанське лісництво	7332,0
Жужельське лісництво	8378,0
Ємільчинське лісництво	7753,0
Королівське лісництво	7961,0
Кочичинське лісництво	7368,0

Територія ДП «Ємільчинське ЛГ» належить до зони Центрального Українського Полісся [36]. Клімат району розміщення підприємства помірно-континентальний. Зима малосніжна, порівняно тепла, а літо спекотне, з частими

суховіями. Стисла характеристика умов клімату, що мають вагоме значення для ведення господарства, наведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Кліматичні фактори

Фактори	Одиниці вимірів	Значення	Дата
Температура повітря: <i>середньорічна</i> <i>абсолютна максимальна</i> <i>абсолютна мінімальна</i>	градус	+9,0 +40,0 -24	
Кількість опадів на рік	мм	458	
Тривалість вегетаційного періоду	днів	220	
Пізні весняні заморозки			перша декада травня
Перші осінні заморозки			третя декада вересня
Замерзання рік			друга декада грудня
Початку паводку			перша декада березня
Покрив снігу: <i>інтенсивність</i> <i>час з'явлення</i> <i>час танення</i>	см	6	перша декада грудня друга декада березня
Глибина промерзання ґрунту	см	23	
Переважаючі вітри : <i>взимку</i> <i>навесні</i> <i>влітку</i> <i>восени</i>	румб	Пн С Пд Пнз	
Швидкість переважаючих вітрів : <i>взимку</i> <i>навесні</i> <i>влітку</i> <i>восени</i>	м/сек	5,0 5,0 4,0 4,0	
Відносна вологість повітря	%	60-77	

Із шкочочинних кліматичних чинників слід відзначити заморозки рано навесні та пізно восени. У цілому клімат району розміщення ДП «Ємільчинське ЛГ» сприятливий для створення і вирощування соснових деревостанів.

Рельєф території господарства хвилястий, він сформувався, як правило, під дією ерозійних процесів, що підтверджується наявністю значної кількості ярів та балок. Територія підприємства розташована в басейнах річок Уж і Уборть, Перга [33, 36].

Фактичний розподіл площ лісгоспу на категорії відповідний до господарського призначення, природних та економічних умов району розміщення ДП «Ємільчинське ЛГ» (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Поділ лісів ДП «Ємільчинське ЛГ» на категорії

Діяльність лісгоспу зосереджена на раціональному та ефективному використанні ресурсів лісу, підтриманні і покращенні ґрунтозахисних, санітарно-гігієнічних, естетичних, оздоровчих та інших корисних функцій лісостанів.

Аналізуючи вікову структуру насаджень основних лісотвірних видів в умовах ДП «Ємільчинське ЛГ» бачимо, що основна частина деревостанів віднесена до середьовікової групи, що займає близько 60 % у всій віковій структурі. Площа і запас стиглих лісів, порівнюючи із даними проведеного минулого лісовпорядкування, зменшились відповідно на 417,2 га і 68,5 тис.м³, або 15,8 % і 12,3 %. Ключовими причинами зміни площ і запасу стиглих

лісостанів є зміна вікової структури внаслідок природного росту та ведення господарської діяльності.

Середні таксаційні показники головних лісотвірних видів по підприємству наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Середні таксаційні показники основних лісоутворювальних порід

Панівна порода	Вік, років	Клас бонітету	Повнота	Запас на 1 га, м ³	Зміна запасу на 1 га, м ³
Сосна звичайна	56	1,4	0,66	206	3,7
Дуб звичайний	75	2,4	0,68	194	2,6
Ясен звичайний	66	1,5	0,69	216	3,3
Граб звичайний	59	2,7	0,70	173	2,9
Клен гостролистий	51	1,4	0,65	162	3,2
Берест	29	2,2	0,56	50	1,7
Акація біла	40	2,0	0,62	98	2,4

Лісові ділянки в практичній діяльності ДП «Єсмільчинське ЛГ» використовуються ефективно. Про це свідчить невелика питома вага невикритих лісовою рослинністю лісових земель (4,4 %).

Щодо обсягів заготівлі деревини та її реалізації, то 2021 р. підприємство заготовило 19,4 тис.м³ ліквідної деревини, із них ділової – 1,7 тис.м³. Із всього об'єму отриманої деревини – твердолистяні породи становлять 19,4 тис. м³ (1,7 тис.м³).

Основні сортименти, які заготовлюються в лісгоспі це пиловник – 9,0 %, техсировина – 11,0 %, дрова – 80,0 %.

Найбільшими споживачами деревини є приватні підприємці області і сусідніх областей (9,0 %), для потреб населення (81,0 %), на власні потреби (10,0 %). Найбільшим попитом в споживачів користуються пиловник, техсировина [33, 36].

Лісове господарство в економіці району розташування ДП «Єсмільчинське ЛГ» займає важливе місце. Основні напрямки його розвитку – це комплексне

виконання лісогосподарських, лісовідновних, рекреаційних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання лісових ресурсів.

2.2. Методика збору та обсяг експериментального матеріалу

Із розширенням знань про бактеріальні хвороби рослин паралельно йде процес удосконалення методів та методик, а також технологічних особливостей збору та дослідження експериментального матеріалу по вивченню фітопатогенних бактерій. Діагностування бактеріозів лісових деревних рослин може мати лише загальнопатологічний фон. Але аналізуючи наявні факти усихання та загибелі лісових видів деревних рослин, можна зіткнутися з великою кількістю візуальних ознак, характерних для мікозів, які одночасно схожі або повністю збігаються з типовою симптоматикою бактеріальних хвороб, особливо якщо це хронічний патологічний процес. Тому до процесу діагностування бактеріозів у межах лісових деревостанів необхідно застосовувати особливі підходи на базі спеціальних мікробіологічних досліджень [1, 15].

Загалом, бактеріальні хвороби рослин характеризуються деякі типовими відмінностями та особливостями від інших збудників паразитарних хвороб, зокрема грибного походження, які необхідно враховувати при їхньому діагностуванні:

1 – інфекція бактеріального походження зазвичай характеризується системним характером, тобто інфекційний агент розповсюджується по судинній системі рослинного організму, одночасно заселяючи практично всі її частини і навіть проникає безпосередньо в насіння;

2 – фітопатогенні бактерії (ФПБ), головним чином, не мають форм стану спокою, що вагомо від рослинного субстрату. Навіть при переважанні фази сапротрофної їхня властивість виживати на неживому субстраті дуже обмежена;

3 – успішне інфікування рослин збудниками бактеріозів вагомо залежить від присутності краплинної вологи (роси або опадів за високої вологості повітря), а перенесення їх на великі відстані вітром (порівняно зі спорами фітопатогенних грибів) має досить обмежене значення. Окрім того, масове формування

інфекційного початку, тобто поява ексудату на окремих уражених ділянках інфікованих рослин, можливе зазвичай лише за відносно високої вологості повітря;

4 – на протигагу грибам та грибоподібним організмам, ФПБ не можуть проникати в рослинний організм безпосередньо через клітинні оболонки;

5 – у ФПБ переважає пасивний спосіб поширення, оскільки у них практично відсутній активний ріст клітин (як при багатьох хворобах грибного походження), і активне розповсюдження можливе тільки на короткі відстані [7].

Дослідження фітосанітарного стану здійснювалося на території ДП «Ємільчинське ЛГ» Житомирської області, протягом вегетаційного періоду 2021–2022 років. Завдяки рекогносцирувальному обстеженню було виявлено первинні осередки ослаблення соснових деревостанів [38, 40].

На території ДП «Ємільчинське ЛГ» було закладено 8 тимчасових пробних площ, на яких проведено детальне лісопатологічне обстеження та взяття зразків для подальших мікробіологічних досліджень. Пробні площі закладені на основі загальних принципів таксаційних і лісопатологічних обстежень. Об'єктами дослідження стали дерева сосни звичайної із типовими симптомами, інфікування пухлипоподібним бактеріозом на території Барашівського, Гартівського, Жужельського та Ємільчинського лісництв [39].

Гербарний матеріал зібраний на ТПП за маршрутно-експедиційним методом у лісовому середовищі на території підприємства [40].

Бактерії виділяли із зразків сосни звичайної, що мають симптоми (описаних у літературі бактеріозів) шляхом висіву різними способами на картопляний агар. Із загальної маси ізолятів для подальшої роботи відбирали бактерії, що мають ознаки фітопатогенів – наявність пектолітичної, целюлолітичної активностей, здатності викликати реакцію гіперчутливості при інокуляції листків тютюну.

Виділення бактерій здійснювали з кори, хвої та насіння сосни звичайної. Із досліджуваних зразків спочатку було виділено 16 ізолятів бактерій. Для чистих культур цих ізолятів проводили опис морфології колоній на картопляному агарі,

визначали грамприналежність та форму клітин. Для виявлення серед виділених ізолятів потенційних фітопатогенів, застосовували такі критерії: індукція реакції гіперчутливості на листках тютюну, здатність до гідролізу карбоксиметилцелюлози та пектинових речовин.

Фізіолого-біохімічну характеристику відібраних штамів (тест Хью-Лейфсона, Ковака на оксидазу, розрідження желатину, утворення кислоти з вуглеводів, зростання в 5%-ном NaCl, утворення редуруючих цукрів з сахарози та ін.) проводили в відповідно до стандартних протоколів [34].

Тестування патогенності виділених ізолятів проводилося на окремих гілках. Хвою в дослідах інокулювали легкими уколами в краплю суспензії однодобової культури бактерій титром 10^8 кл/мл. На одній гілці одним ізолятом інфікували 25–30 хвоїнок. Після ураження гілки поміщали в судини з водою та накривали плівкою для підтримки високої вологості. Хвою одного віку інокулювали у вершину, середню частину та в основу. Це необхідно для обліку неоднакової сприйнятливості частин хвої до бактеріальної інфекції. Результати враховувалися щотижня протягом трьох тижнів. Ураження вегетуючих 2-х літніх рослин сосни здійснювали під кору дерева.

Обробку зібраних матеріалів та їх визначення здійснювали на кафедрі лісівництва, лісових культур та таксації лісу Поліського національного університету відповідно до загальновідомих методик (лісознавства, екології, мікробіології тощо), використовуючи спеціальні визначники [13, 14, 17, 20 26, 32] для окремих таксонів фітопатогенних бактерій.

РОЗДІЛ III

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБНИХ ПЛОЩ. НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Санітарний стан сосняків ДП «Ємільчинське ЛГ»

Патології, виявлені на деревах сосни звичайної у лісових насадженнях ДП «Ємільчинське ЛГ» за 1,5-річний період спостережень, різноманітні та мають як непаразитарну, так і інфекційну етіологію (табл. 3.1). Неінфекційні (або непаразитарні) хвороби обумовлені змінами умов навколишнього середовища, порушують процеси обміну речовин у рослинах, що призводить до патологічних змін у тканинах та органах. Вони не передаються від рослини до рослини. Такі хвороби викликаються, з однієї сторони, несприятливими екологічними умовами росту рослин, з іншої – порушеннями вимог агротехніки. Так, ґрунтово-кліматичні умови лісостанів ДП «Ємільчинське ЛГ» (весняні та літні посухи, пізні заморозки, нерівномірне випадання опадів протягом вегетаційного періоду, загазованість та запиленість повітря та ін.) негативно впливають на приживлюваність, ріст та розвиток хвойних видів деревних рослин, зокрема сосни звичайної.

Серед неінфекційних хвороб сосни звичайної обстежуваного регіону виділено: висушування надземної частини рослин внаслідок інтенсивної весняно-літньої транспірації, морозобоїни стовбурів та гілок, сонячні опіки хвої, пошкодження молодих пагонів ранньо- та пізньовесняними заморозками, пошкодження хвої аерополітанатами, порушення гідрологічного режиму (хвоя набуває світло-зеленого відтінку, потім буріє, коріння загниває і відмирає). Часто ці симптоми можна сплутати з проявами інфекційних хвороб, зокрема, мікозів.

Інфекційні хвороби обумовлені життєдіяльністю патогенних організмів – грибів, вірусів, бактерій, мікоплазм. Вони можуть передаватися від рослини до рослини. Найбільш поширеними є грибні хвороби (мікози), проте останніми роками все частіше лісівники почали відмічати нетипову для грибних

захворювань симптоматику. За період досліджень на деревах сосни звичайної було виявлено та визначено 9 хвороб, які викликають ті чи інші патології у межах лісових масивів. Не було відзначено хвороб, що мали характер епіфітотії.



Рис. 3.1. Осередки всихання сосни звичайної у ДП «Смільчинцьке ЛГ»

Видовий склад інфекційних хвороб сосни у обстежених насадженнях наступний: хвороби хвої (шютте сосни звичайне та снігове шютте, фомоз), хвороби пагонів та гілок (песталоціоз, сосновий вертун, рак-сірянка, ценангієвий рак, пухлиновидний бактеріоз). Перелічені патології, як правило, відзначали на ослаблених екземплярах, що ростуть у несприятливих умовах (надмірно загущені посадки, сильне притінення, важкі ґрунти та ін.), пошкоджених шкідниками. Інтенсивність їхнього розвитку, як правило, була не високою (1-2 бали), але у випадках із шютте досягала іноді 3 бали.

Таблиця 3.1

**Видовий склад та поширення хвороб сосни звичайної у
ДП «Смільчинське ЛГ»**

Назва хвороби	Типові симптоми	Збудник	Поширення (від 1 до 5 балів)
Неінфекційні хвороби			
Висушування надземної частини рослин внаслідок інтенсивної весняно-літньої транспірації	Після холодної зими хвоя набуває світло-коричневого або бурого відтінку, втрачає природний блиск, згодом зазвичай засихає.	-	1
Морозобоїни стовбурів та гілок	На пагонах та стовбурах південної експозиції утворюються поздовжні тріщини, краї яких все більше розходяться.	-	1
Сонячні опіки хвої	Наприкінці зими на початку весни при зміні похмурих періодів сонячними хвоя на кінцях пагонів бронзовіє або набуває рівномірного червонувато-бурого забарвлення.	-	1
Пошкодження молодих пагонів ранньо- та пізньовесняними заморозками	Верхівки пагонів або бруньки, що розпустилися буріють та відмирають у квітні – на початку травня після нічних заморозків.	-	1
Пошкодження хвої аерополітанатами	Хвоя втрачає природний блиск, кінчики хвоїнок жовтіють і відмирають, хвоя всихає дифузно, по всій кроні; біотрофні гриби на пагонах та хвої відсутні.	-	1
Порушення гідрологічного режиму	Хвоя набуває світло-зеленого відтінку, потім буріє, коріння загниває і відмирає.	-	2

Продовження таблиці 3.1

Назва хвороби	Типові симптоми	Збудник	Поширення (від 1 до 5 балів)
Інфекційні хвороби			
Шютте звичайне	На минулорічній, рідко на молодій хвої з'являються жовті локалізовані плями, хвоя засихає і опадає, на опалій хвої формуються чорні апотеції, зазвичай розділені поперечними темними смугами	<i>Lophodermium pinastri</i>	3
Шютте снігове	Симптоми патології фіксуються навесні після танення снігу. Голки уражених рослин стають бурі, а на їхній поверхні спостерігається спочатку утворення чорних грибних крапок, а згодом білого нальоту.	<i>Phacidium infestans</i>	1
Песталоціоз	В уражених деревних рослин на пагонах формується перетяжка, вище якої уворюється потовщення. В місцях інфікування утворені кулясті (інколи плоскі чи опуклі) спороложа.	<i>Pestalotia hartigii</i>	1
Сосновий вертун	На молодих інфікованих пагонах формуються жовті здуття, потім пагони S-подібно викривлюються, а на їхній поверхні є рани із смолою.	<i>Melampsora pinitorqua</i>	2
Рак-сірянка	На уражених гілках та стовбурах утворюються здуття, на яких формуються жовті бульбашки – весняна ецидіальна стадія гриба, кора руйнується, розтріскується, спостерігається смолотеча, крона зріджується, усихає вище місця ураження.	<i>Cronartium flaccidum</i>	2

Продовження таблиці 3.1

Назва хвороби	Типові симптоми	Збудник	Поширення (від 1 до 5 балів)
Ценангієвий рак	Верхівкові бруньки пагонів усихають, навесні хвоя червоніє, засихає, влітку обсыпається, у вологу прохолодну погоду на місці рубців опалої хвої виступають чорні блюдцеподібні апотеції, зазвичай тісно скупчені	<i>Cenangium abietis</i>	1
Пухлиновидний бактеріоз	Формування на гілках і пагонах пухлиноподібних наростів	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	2

Таким чином, на основі професійного рекогносцирувального та спеціальних детальних обстежень у межах соснових деревостанів ДП «Смільчинське ЛГ» встановлено, що загальний фітосанітарний стан дерев сосни звичайної характеризується як ослаблений. Серед причин ослаблення і всихання дерев сосни виокремлено ряд чинників біотичного та абіотичного походження. Зокрема, в ході досліджень зареєстровано хвороби як паразитарного (інфекційного), так і непаразитарного походження, які в більшій чи меншій мірі мають вплив на нормальний ріст та продуктивність лісових насаджень. Особливо небезпечною є хвороба бактеріальної етіології – пухлиновидний бактеріоз сосни звичайної.

3.2. Симптоматика та поширення пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної у насадженнях ДП «Смільчинське ЛГ»

Характерними симптоматичними ознаками ураження пухлиновидним бактеріозом є утворення на пагонах і стовбурах дерев сосни спочатку дрібних (діаметром 1–3 мм) наростів, які протягом року збільшуються до розмірів 5–15 мм, досягаючи з часом 4–5 см у діаметрі, а іноді й більше (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Первинні симптоми ураження гілок сосни звичайної пухлиновидним бактеріозом

На ранніх етапах розвитку нарости з'являються у вигляді пухлин, які мають майже сферичну форму, білого забарвлення, грубі, губчасті (відносно м'які), як бородавки. Як правило, вони формуються в кінці весни або на початку літа і можуть виникати щороку. Влітку нарости набувають від темно-коричневого до чорного забарвлення, поверхня стає жорсткою, грубою. Деякі з них з часом руйнуються, а деякі, навпаки, залишаються на весь період життя рослини (рис. 3.3).

Для інфікування здорової рослини та ініціювання розвитку пухлиновидного бактеріозу безпосередньо збуднику необхідно потрапити в середину тканини здорової рослини. Як правило, вона потрапляє в рослину через «ворота інфекції» – відкриті ділянки (рани). Рани, через які інфекційний агент потрапляє в тканини рослини, можуть виникати під час механічних пошкоджень гілок чи стовбурів, через зимове підмерзання, пошкодження кори стовбуровими комахами, і будь-якими іншими чинниками навколишнього середовища, які викликають пошкодження тканин рослин.

ФПБ можуть зимувати в середині рослин (системно) в наростах, або в ґрунті. При безпосередньому контакті з пораненими тканинами сприйнятливої рослини-господаря, збудники бактеріозу проникають в рослинний організм і

спричиняють утворення пухлиноподібного наросту, завершуючи тим самим цикл розвитку хвороби.



Рис. 3.3. Формування пухлиновидного наросту на стовбурі сосни (ТПП № 2)

Загалом виділяють два типи ураження пухлиновидним бактеріозом: при першому типі формуються поверхневі нарости у парнехімі кори, при другому типі – нарости глибокі, проникають у клітини вторинної меристеми, яка, при цьому, розпочинає інтенсивно ділитися в радіальному напрямку. Такі бактеріальні нарости розростаються у діаметрі протягом 5-10 років, при цьому, судинні пучки в них розташовуються хаотично. Варто зауважити, що за будь-якого типу ураження, при досягненні наростами великих розмірів, перидерма покривається дрібними тріщинами, через які, ймовірно, проникають інші фітопатогенні мікроорганізми, що дещо сповільнює некротизацію тканин, проте сприяє утворенню різноманітних вад деревини – раковин, каверн, порожнин. Формуванню пустот різних розмірів сприяють ФПБ, які руйнують клітини тканин сосни звичайної. Це дає підстави віднести пухлиновидний бактеріоз до захворювань туберкульозного типу.



Рис. 3.4. Типова симптоматика пухлиновидного бактеріозу сосни (ПП № 7)

Збудник пухлиновидного бактеріозу уражає дерева різного віку. Зокрема, вдалося зареєструвати типові симптоми інфікування, як на деревах віком до 10 років, так і на деревах стиглого віку.

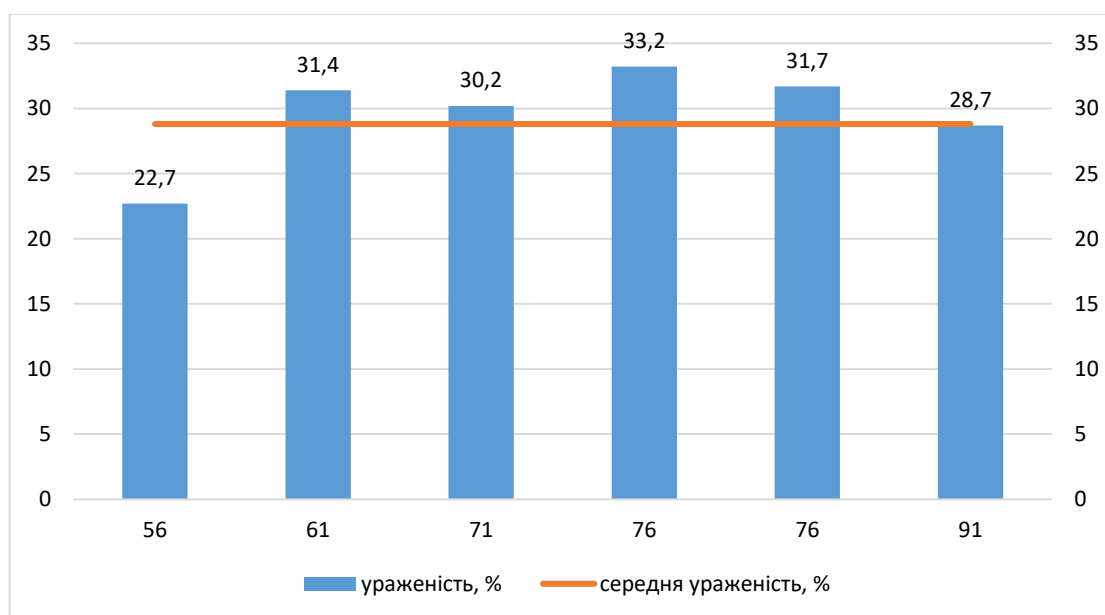


Рис. 3.5. Поширення сосни звичайної у насадженнях ДП «Смільчинське ЛГ» різного віку

При цьому, найчастіше пухлиновидний бактеріоз сосни звичайної зареєстрований у лісових насадженнях ДП «Смільчинське ЛГ» на 10–20-річних деревах, проте і в стиглих та перестійних сосняках виявлено істотне (24–26 %) ураження стовбурів дерев.

Проаналізувавши залежність ураженості сосни звичайної пухлиновидним бактеріозом від віку (рис. 3.5), відмічаємо, що саме на пробній площі 2 зі складом 10Сз у насадженні 56-річного віку – найменший показник поширення бактеріозу (22,7 %) серед всіх обстежених. А найвищий показник поширеності хвороби (33,2 %) зареєстрований у насадженні 76-віку.

Також було проаналізовано ураженість пухлиновидним бактеріозом на ТПП, залежно від складу насаджень (рис. 3.6).

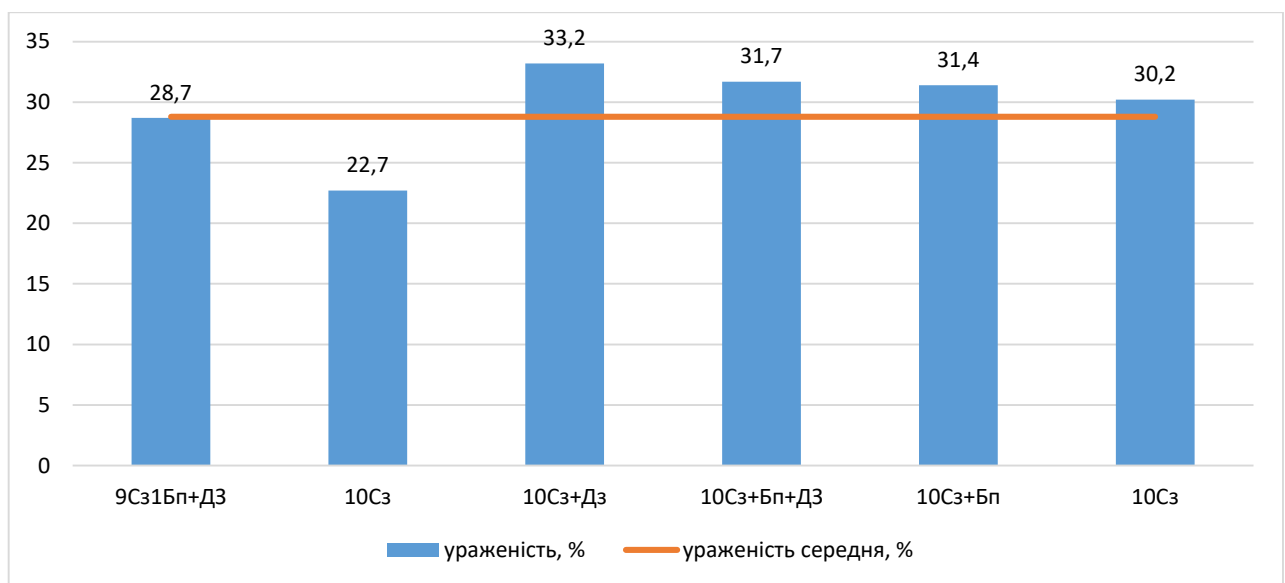


Рис. 3.6. Поширення пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної у насадження ДП «Смільчинське ЛГ» різного складу

Як видно з наведених даних, пробні площі було закладено, головним чином, в чистих насадженнях сосни звичайної та у насадженнях із домішкою берези в кількості 1 одиниця або дуба звичайного. Відзначаємо, що поширення пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної у обстежуваних лісостанах коливалося в межах від 22,7 % (10 Сз) до 33,2 % (10Сз+Дз) і практично не варіювало від складу насаджень.

3.3. Характеристика збудника пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної – *Agrobacterium tumefaciens*

Із уражень сосни звичайної, які за типовими ознаками віднесені до пухлиновидного бактеріозу, виділені бактерії, які за фізіологічними та морфологічними характеристиками (згідно літературних джерел) віднесені до *Agrobacterium tumefaciens*. Дана бактерія є відомим патогеном багатьох видів рослин, у т.ч. лісових деревних і сільськогосподарських, викликаючи хворобу «корончастих галлів» (типу рослинної пухлини).

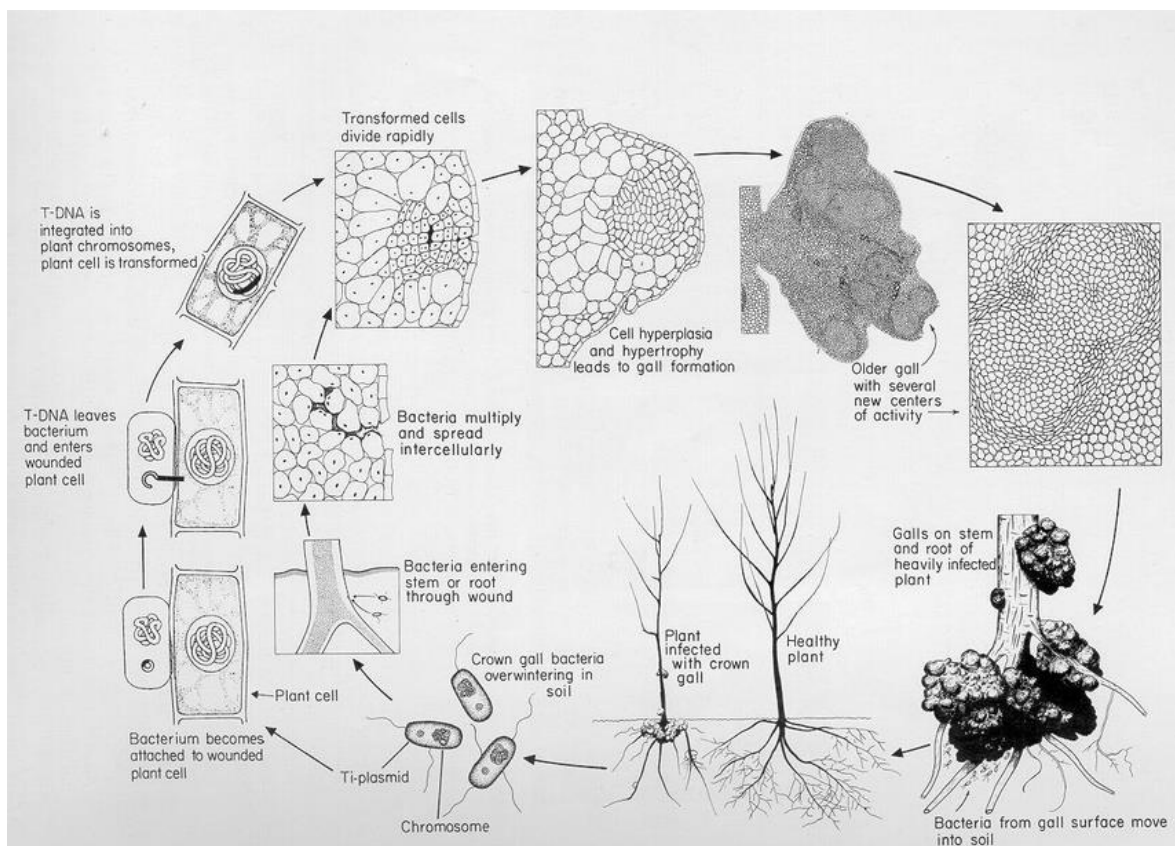


Рис. 3.7. Цикл розвитку *Agrobacterium tumefaciens*

За систематичним положенням фітопатогенна бактерія *Agrobacterium tumefaciens* (синоніми: *Bacterium tumefaciens*, *Agrobacterium radiobacter*, *Bacterium tumefaciens*, *Pseudomonas tumefaciens*, *Phytomonas tumefaciens*, *Polymonas tumefaciens*) належить до типу Протеобактерії (*Proteobacteria*) класу Альфа-протеобактерії (α *Proteobacteria*) ряду *Rhizobiales* родини *Rhizobiaceae* роду *Agrobacterium*.

Agrobacterium tumefaciens являє собою рухливі палички розміром 0,6–1,0x1,5–3,0 мкм, з 1-3 перитрихально розміщеними джгутиками. Грамнегативні, не утворюють спор. Клітини зазвичай мають значну кількість фімбрій. Аероби. Деякі штами здатні до анаеробного дихання за наявності нітратів. На картопляному агарі утворюють волого-блискучі, світло-бежеві з рівним просвітленим краєм та дещо припіднятим центром колонії. Колонії не пігментовані, з віком стають боріздатими. Іноді утворюються колонії з шорсткою поверхнею. Ріст на середовищах з вуглеводами зазвичай супроводжується утворенням рясного позаклітинного полісахардного слизу.



Рис. 3.8. Колонія бактерій *Agrobacterium tumefaciens*

Бактерії не розріджують желатин або розріджують дуже повільно. Реакція на каталазу, оксидазу, уреазу, зазвичай, позитивна. У якості джерел вуглеводного живлення використовують численні прості вуглеводи і амінокислоти. Не використовують целюлозу, крохмаль, агар, хітин. Ріст бактерій прискорюється на живильних середовищах з м'ясним бульоном або дріжджевим екстрактом пептону.

3.4. Контроль захворювання

Для профілактики та захисту лісових видів деревних рослин, зокрема сосни звичайної, від хвороб інфекційного походження необхідне тісне поєднання агротехнічних, лісогосподарських та хімічних заходів захисту, з безпосереднім урахуванням біологічних особливостей збудника хвороби, екологічних особливостей виду рослини та умов навколишнього середовища.

1. Для створення нових лісових насаджень необхідно використовувати виключно високо оздоровлений безвірусний насіннєвий та посадковий матеріал від надійних постачальників. Перед висаджуванням посадкового (висіванням посівного) матеріалу необхідно дуже ретельно оглянути його кореневу систему та крону, щоб переконатися у відсутності галів (перших типових симптомів пухливидного бактеріозу). Окрім того, рекомендовано уникати висаджування безвірусного посадкового (посівного) матеріалу на ділянки, які в попередні роки були інфіковані будь-якими іншими типами захворюванням.

2. Необхідно уникати пошкодження кореневої системи, пагонів, крони і стовбурів, які можуть виникати при недбалому агротехнічному процесі, зокрема в ході вирощування та при роботі механізованого обладнання в насадженні. Особливу увагу необхідно приділяти заходам боротьби з ґрунтоживучими комахами та іншими шкідниками, зокрема фітонематодами. Також, доцільно робити все можливе для попередження зимового травмування рослин.

3. Для контролю появи і поширення гал можна застосовувати відносно новий агент біологічного контролю, ефективний для плодових дерев, зокрема яблуні, груші, кісточкових, чорниці високорослої, ожини, і багатьох декоративних рослин. Даний біоагент являє собою штам непатогенних бактерій (*Agrobacterium radiobacter* штам 84), який захищає рослини від інфікування штамми фітопатогенних ґрунтоживучих бактерій, що трапляються в природі. Перед посадкою саджанці рослин занурюють у суспензії комерційного препарату *Agrobacterium radiobacter* штам 84. Ця антагоністична бактерія здатна захистити здорові рослини від інфікування в майбутньому.

ВИСНОВКИ

Загальний фітосанітарний стан дерев сосни звичайної ДП «Ємільчинське ЛГ» характеризується як ослаблений. Серед причин ослаблення і всихання дерев сосни було виокремлено ряд чинників біотичного та абіотичного походження. Патології, виявлені на деревах сосни звичайної у лісових насадженнях ДП «Ємільчинське ЛГ» різноманітні та мають як непаразитарну, так і паразитарну етіологію. Встановлені наступні неінфекційні (або непаразитарні) хвороби сосни звичайної у обстежуваних лісах: висушування надземної частини рослин внаслідок інтенсивної весняно-літньої транспірації, морозобоїни стовбурів та гілок, сонячні опіки хвої, пошкодження молодих пагонів ранньо- та пізньовесняними заморозками, пошкодження хвої аерополітанатами, порушення гідрологічного режиму. Вони негативно впливають на приживлюваність, ріст та розвиток хвойних видів деревних рослин, зокрема сосни звичайної. Серед інфекційних хвороб сосни звичайної ДП «Ємільчинське ЛГ» виділено: шютте сосни звичайної (*Lophodermium pinastri*) та снігове шютте (*Phacidium infestans*), песталоціоз (*Pestalotia hartigii*), сосновий вертун (*Melampsora pinitorqua*), рак-сірянка (*Cronartium flaccidum*), ценангієвий рак (*Cenangium abietis*), пухлиновидний бактеріоз (*Agrobacterium tumefaciens*).

Встановлено, що найбільш небезпечним захворюванням сосни звичайної у лісових насадженнях ДП «Ємільчинське ЛГ» є пухлиновидний бактеріоз. Характерна симптоматика пухлиновидного бактеріозу наступна: загальне ослаблення уражених деревних рослин (відставання у рості, ажурність крони, дехромація, зниження продуктивності); формування на пагонах і стовбурах дерев спочатку дрібних наростів (галів) у паренхімі, які протягом року збільшуються до розмірів 5–15 мм, досягаючи з часом 4–5 см у діаметрі. Як правило, вони формуються в кінці весни або на початку літа і можуть виникати щороку. Хвороба носить хронічний характер, тому бактеріальні нарости розростаються у діаметрі протягом 5-10 років, внаслідок чого спостерігається деформація ураженого органа (стовбура). При досягненні наростами великих

розмірів, перидерма покривається дрібними тріщинами. Згодом можна відмітити утворення в районі первинного інфікування бактеріозом різноманітних вад деревини – раковин, каверн, порожнин.

Збудником пухлиновидного бактеріозу сосни звичайної є фітопатогенна бактерія *Agrobacterium tumefaciens*, яка являє собою рухливі палички розміром 0,6–1,0x1,5–3,0 мкм, з 1-3 джгутиками. Грамнегативні, спор не формують. Аероби. На картопляному агарі утворюють волого-блискучі, світло-кремові з рівним просвітленим краєм та дещо припіднятим центром колонії.

Для профілактики та захисту лісових видів деревних рослин, зокрема сосни звичайної, від хвороб інфекційного походження необхідне тісне поєднання агротехнічних, лісогосподарських та хімічних заходів захисту, з безпосереднім урахуванням біологічних особливостей збудника хвороби, екологічних особливостей виду рослини та умов навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атраментова Л. А., Утевська О. В. Статистичні методи в біології. Горлівка, 2008. 148 с.
2. Бактеріальні хвороби *Pinus Sylvestris* L. та мікрофлора насіння / Р. Гвоздяк, А. Гойчук, В. Розенфельд, Л. Пасічник. Житомир : Полісся, 2011. 230 с.
3. Борисенко О. І. Прогнозування поширення пожеж та осередків шкідників у соснових лісах засобами ГІС: автореферат. дисертації. Харків, 2018. 23 с.
4. Буджак В. В., Літвіненко С. Г. Фітопатологія: навчальний посібник. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2016. 400 с.
5. Всихання соснових деревостанів URL: https://ztlis.gov.ua/no_cache/pres-sluzhba/novina/article/vsikhannja-sosnovikh-derevostaniv.html (дата звернення: 20.03.2021)
6. Гвоздяк Р. І. Перспективні напрями дослідження фітопатогенних бактерій // Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія (Київ, 4-6 жовтня 2005 р.). Житомир : Вид-во ДАУ, 2005. С. 3-8.
7. Гвоздяк Р. І., Гойчук А. Ф., Розенфельд В. В. Ліс. фітопатобактеріологія : посіб. / За ред. проф. А. Ф. Гойчука. Житомир „Полісся”, 2014. 223 с.
8. Гвоздяк Р. І., Розенфельд В. В., Ващенко Л. М. Фітопатогенні бактерії насіння сосни звичайної. *Вісник державного агроекологічного ун-ту* : зб. наук. пр. Житомир : Вид-во ДАУ, 2005. № 2. С. 156-162.
9. Гетьманчук А. І., Кичилюк О. В., Бородавка В. О. Зміни клімату як причина всихань сосняків Волинського Полісся *Вісник НЛТУ*. 2017. № 27(1). С. 120–124.
10. Гойчук А. Ф. Кульбанська І. М. Атлас-визначник «Інфекційні хвороби лісових деревних і декоративних рослин». К. : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2021. 144 с.

11. Гойчук А. Ф. Туберкульоз ясен звичайного в Україні. *Науковий вісник НАУ* : зб. наук. праць. Сер.: Лісівництво. К. : Вид-во НАУ. 1998. № 8. С. 202-206.
12. Гойчук А. Ф., Кульбанська І. М. Патології *Fraxinus excelsior* L. у лісах Західного Поділля України: монограф. Видавничий дім "Кондор", 2020. 168 с.
13. Гойчук А. Ф., Решетник Л. Л. Довідник-визначник базидіом основних дереворуйнівників : посібн. Житомир: Полісся, 2011. 53 с.
14. Гойчук А. Ф., Решетник Л. Л. Лісова фітопатологія у рисунках і схемах. Житомир : Полісся, 2010. 186 с.
15. Гойчук А. Ф., Решетник Л. Л., Максимчук Н. В. Лісопатологічні обстеження. Навчальний посібник. Житомир: Полісся, 2010. 136 с.
16. Дмитрик П. М. Фітопатологія : консп. лекцій. І. Франківськ, 2015. 128 с.
17. Зерова М. Я. Атлас грибів України. К.: Наукова думка, 1974. 252 с.
18. Інтегрований захист рослин. Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Поспелова Г. Д., Горб О. О., Коваленко Н. П., Шерстюк О. Л. Полтава, 2020, 245 с.
19. Косилович Г. О., Коханець О.М. Інтегрований захист рослин : навч. посіб. Львів : Львівський національний аграрний університет, 2010. 165 с.
20. Краснов В. П. Довідник із захисту лісу. Київ : Видавнич. дім «ЕКО–інформ», 2011. С. 291-295.
21. Леонтьєв Д. В., Акулов О. Ю. Загальна мікологія. Харків: Основа, 2007. 229 с.
22. Лісова ентомологія : підручник / М. М. Завада, А. І. Гузій, М. В. Білоконь. Київ : Аграр Медіа Груп, 2010. 404 с.
23. Марченко А. Б. Біоекологічні підходи до управління фітосанітарним станом агробіоценозів *Callistephus chinensis* L. монографія Біла Церква, 2016. 226 с.

24. Марченко А. Б., Хахула В. С. Інфекційні хвороби деревних порід. Посібник для студ. ВНЗ агроном. факульт. за напрямом підготовки лісове та садово-паркове господ. Біла Церква, 2014. 160 с.
25. Марченко А. Б., Хахула В. С. Лісова фітопатологія. Методичні вказівки для с/р студентів аграрн. ф-ту. Біла Церква, 2012. 80 с.
26. Методичні вказівки з нагляду, обліку та прогнозування поширення шкідників і збудників хвороб лісу України / В. Мешкова та ін. Харків: ТОВ Прінт, 2020. 94 с.
27. Мешкова В. Л. Вплив ЛГ діяльності на поширення осередків стовбурових шкідників. *Лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 2006. Випуск 31. С. 228–238.
28. Мешкова В. Л. Сезонний розвиток хвоєлистогризучих комах. Харків: Нове слово, 2009. 396 с.
29. Мешкова В. Л., Кочетова А. І., Зінченко О. В. Верхівковий короїд у Північно-Східному Степу України. *Віст. Харків. ентомолог. товариства*. 2015. вип. 2. С. 64–69.
30. Мешкова В. Л., Соколова І. М. Стовбурові шкідники соснових культур у Придонецьких борах: моногр. Харків: Планета-Прінт, 2017. 160 с.
31. Мусієнко С. І. Конспект лекцій із дисципліни «Фітопатологія» для студентів 1 курсу ДФН за спеціальністю 206 Садово-паркове господарство. Харків : ХНУМГ, 2018. 295 с.
32. Остапенко Б. Ф., Воробйов Д. В. Основи лісової типології. Харків: ХНАУ, УкрНДЛГА, 2014. 362 с.
33. Офіційна сторінка Державного підприємства «Ємільчинське лісове господарство» URL: <https://dpelg.com.ua/pro-nas/korotka-dovidka.html> (дата звернення: 20.11.2022)
34. Патица В.П., Пасічник Л.А., Гвоздяк Р.І., Петриченко В.Ф. Фітопатогенні бактерії. Методи дослідження. Вінниця: Вінддрук, 2017. 432 с.
35. Патологія дібров / А. Ф. Гойчук, М. І. Гордієнко, Н. М. Гордієнко і ін. К. : Вид-во ННЦ ІАЕ, 2004. 470 с.

36. Проект організації та розвитку ЛГ державного підприємства «Смільчинське лісове господарство» ЖОУЛМГ Державного агентства лісових ресурсів. Пояснювальна записка. Покотилівка. 2020. С. 150.
37. Розенфельд В. В. Мікрофлора насіння сосни звичайної. *Лісівництво і агролісомел.* Випуск. 110. С. 271-278.
38. Санітарні правила у лісах України : Постанова КМУ 555-95-п, від 12.12.2020, Київ. 20 с.
39. Сірук Ю. В., Печенюк Є. П. Вплив ТЛУ і походження на санітарний стан соснових деревостанів Житомирщини. *Contribution of young scientists on forestry : тез. доп. учасн. Міжнарод. науково-практич. конфер. студент., аспіран. та мол. учених.* 2017. Київ: НУБіП України, 2017. С. 28–29.
40. СОУ (02.02–37–476:2006). Лісовпорядні пробні площі. Метод закладання. Київ: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.
41. Andreieva O. Y., Goychuk A. F. Spread of Scots pine stands decline in SE Korostyshivske forestry. *Forestry.* 2018. Is. 132, pp. 148–154.
42. Bjorkman C., Niemela P. et al. Climate change and insect pests. CABI, 2015. 267 p.
43. Davydenko K., Vasaitis R., Menkis A. Fungi associated with *I. acuminatus* in Ukraine. *Europ. Journ. of Entomology.* 2017. Vol. 114. P. 77–85.
44. Forrest J. R. K. Complex responses of insect phenology to climate change // *Current opinion in insect science.* 2016. Vol. 17. P. 49–54.
45. Krakovska S., Buksha I., Shvidenko A. Climate change scenarios for an assessment of vulnerability of forests in Ukraine. *Componente ale Mediului.* 2017. P. 387–394.
46. Shvidenko A., Buksha I., Krakovska S., Lakyda P. Vulnerability of forests to climate change. *Sustainability.* 2017. № 9. P. 1152.