

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра лісового та садово-паркового господарства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

АГАПОВА МИРОСЛАВА ВІТАЛІЇВНА

УДК 630*416.16:630*412(477.42)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

САНІТАРНИЙ СТАН СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ У КОРОСТИШІВСЬКОМУ
ЛІСНИЦТВІ ФІЛІЇ «КОРОСТИШІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»

205 «Лісове господарство»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

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

_____ М. В. Агапова

Керівник роботи
Климчук Олександра Олександрівна
кандидат с.-г. н., доцент

Житомир – 2024

Висновок кафедри лісового та садово-паркового господарства
за результатами попереднього захисту:

Протокол засідання кафедри лісового та садово-паркового господарства
№ ____ від « ____ » _____ 2024 р.

Завідувач кафедри лісового та садово-паркового господарства

к. с.-г. н., доцент _____ Сірук Юрій Вікторович
« ____ » _____ 2024 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти Агапова Мирослава Віталіївна захистила кваліфікаційну
роботу з оцінкою:

Сума балів за 100 - бальною шкалою _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК _____ Дубницька Ірина Юріївна

АНОТАЦІЯ

Агапова М.В. Санітарний стан соснових насаджень у Коростишівському лісництві філії «Коростишівське лісове господарство» ДП «Ліси України» – кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – «лісове господарство» – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

У кваліфікаційній роботі наведено результати комплексного дослідження екологічного стану та стану лісової рослинності філії «Коростишівське лісове господарство» ДП «Ліси України», зокрема в межах Коростишівського лісництва. Дослідження включало детальну оцінку санітарного стану соснових деревостанів з особливим врахуванням поширеності хвороб та заселеності шкідниками. У соснових деревостанах були закладені експериментальні ділянки для систематичної оцінки їхнього стану та кількісного визначення ступеню пошкодження різними патогенами. На основі зібраних даних та дослідження було запропоновано ряд рекомендацій щодо покращення загального санітарного стану соснових насаджень у Коростишівському лісництві.

Ключові слова: соснові насадження, лісопатологічне обстеження, санітарний стан, хвороби лісу, ентомологічні шкідники, патогенез, індекс санітарного стану.

ANNOTATION

Agapova M. V. Sanitary condition of pine plantations in Korostyshiv forestry of the branch “Korostyshiv forestry” - qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 205 - forestry - Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work presents the results of a comprehensive study of the ecological condition and state of forest vegetation of the Korostyshiv Forestry Branch, in particular within the Korostyshiv Forestry. The study included a detailed assessment of the sanitary condition of pine stands, with special consideration of the prevalence of

diseases and pest infestation. Experimental plots were established in the pine stands to systematically assess their condition and quantify the degree of damage by various pathogens. Based on the data collected and the study, a number of recommendations were proposed to improve the overall sanitary condition of pine plantations in Korostyshiv forestry.

Key words: pine plantations, forest pathological survey, sanitary condition, forest diseases, entomological pests, pathogenesis, , sanitary condition index.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	9
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЛІЇ КОРОСТИШІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
2.1. Загальна характеристика території та кліматичних умов Коростишівського лісництва філії «Коростишівське лісове господарство» ДП «Ліси України	20
2.2. Методологія дослідження соснових деревостанів	23
РОЗДІЛ 3. ОПИС ПРОБНИХ ПЛОЩ, ІНДЕКС САНІТАРНОГО СТАНУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ КОРОСТИШІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА	28
3.1. Загальна характеристика соснових деревостанів Коростишівського лісництва	28
3.2. Опис пробних площ	34
3.3. Головні патогени та комахи-шкідники Коростишівського лісництва	35
3.4. Індекс санітарного стану соснових насаджень	38
3.5. Заходи покращення санітарного стану соснових насаджень Коростишівського лісництва	41
3.6. Моделювання санітарного стану за допомогою математичного аналізу	43
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50
ДОДАТКИ	56

ВСТУП

Актуальність обраної теми дослідження. У Коростишівському лісництві продуктивність соснових насаджень тісно пов'язана з їхнім санітарним станом, що зумовлює необхідність проведення комплексної лісопатологічної оцінки цих деревостанів. На основі цієї оцінки розробляються ефективні стратегії боротьби з хворобами та шкідниками. Упродовж останніх десятиліть фітосанітарний стан соснових насаджень Коростишівського лісництва стає дедалі більше складним. На ріст і продуктивність цих деревостанів значною мірою впливають поширеність хвороб, осередки шкідників та сукупний вплив природних і антропогенних факторів. Отже, дослідження фітосанітарного стану цих насаджень, а також розробка цільових заходів боротьби зі шкідниками та хворобами є надзвичайно важливими.

Мета і завдання роботи – проведення детальної оцінки поточного санітарного стану соснових насаджень Коростишівського лісництва філії «Коростишівське лісове господарство» ДП «Ліси України». Результатом дослідження стала розробка науково обґрунтованих та ефективних стратегій боротьби з поширеними хворобами та шкідниками в цьому регіоні. Дослідження також спрямоване на зменшення впливу цих факторів та покращення загального санітарного стану і підвищення продуктивності лісових насаджень.

Предметом дослідження шкідники та хвороби соснових насаджень на території Коростишівського лісництва філії «Коростишівське лісове господарство» ДП «Ліси України».

Об'єктом нашого дослідження є соснові насадження, розташовані на території Коростишівського лісництва, в яких були виявлені та зафіксовані спалахи хвороб та шкідників.

Методи дослідження. Під час дослідження було проведено детальний збір даних про санітарний стан соснових деревостанів з аналізом спалахів хвороб і шкідників, а також застосованих захисних заходів. Для оцінювання стану лісових насаджень під час розвитку хвороб застосовували як лабораторні, так і

польові методи дослідження. Дослідження проводилося в три етапи: підготовчий етап, який включав збір даних; польовий етап, що включав два підходи - рекогносцирувальні обстеження та детальні спостереження; і, власне, аналітичний етап, під час якого зібрані дані були оброблені та проаналізовані.

Для проведення польових досліджень ми провели всебічний огляд літератури про практики ведення лісового господарства, зосередившись на аналізі статистичних даних щодо стану лісів та ефективності заходів боротьби з хворобами та шкідниками в Коростишівському лісництві. Результати проведених нами попередніх досліджень надали важливу інформацію, яка стала основою для нашого дослідження та розробки стратегій пом'якшення впливу хвороб та шкідників соснових насаджень.

Публікації автора за темою дослідження

1. Kratiuk O., Ahapova M., Romaniuk R., EXPERIENCE OF CREATING FOREST CROPS IN THE «KOROSTYSHIV FORESTRY» BRANCH SECTION XIX. ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGIES 29 March 2024; Cambridge, United Kingdom 2024, Vol. 291 <https://doi.org/10.36074/logos-29.03.2024.061>

2. Ahapova M., DAMAGE TO PINE PLANTATIONS BY THE APICAL BARK BEETLE AND STEM PESTS IN THE BRANCH «KOROSTYSHIV FORESTRY» СЕКЦІЯ XV. ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, Міжнародний науковий журнал «Грааль науки» | № 36 (лютий, 2024) Вінниця – Відень, 2024 <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.16.02.2024.035>

3. Radchenko O., Ahapova M., PRIORITY MEASURES TO IMPROVE THE STATE OF FOREST ECOSYSTEMS IN ZHYTOMYR POLISSYA ABSCHNITT 14. ÖKOLOGIE- UND UMWELTSCHUTZTECHNOLOGIEN, 24 Mai 2024; Zürich, Schweiz <https://doi.org/10.36074/logos-24.05.2024.037>

4. Kratiuk O., Ahapova M., Romaniuk R., THE IMPACT OF FOREST FIRES ON PINE PLANTATIONS "IN THE BRANCH «KOROSTYSHIV FORESTRY» International scientific journal «Grail of Science» № 38 (April, 2024) <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.12.04.2024.026>

Практичне значення результатів дослідження – полягає у детальному аналізі санітарного стану соснових насаджень Коростишівського лісництва. На основі отриманих результатів розроблено науково обґрунтовані методи та заходи боротьби з хворобами та шкідниками для поліпшення загального санітарного стану даних насаджень.

Загальний обсяг та структура дипломної роботи. Кваліфікаційна робота структурно складається з титульної сторінки, анотації, змісту, вступу, 3 розділів основної частини, висновків, списку використаної літератури і додатків. Обсяг кваліфікаційної роботи становить 59 сторінок. Кваліфікаційна робота становить 57 сторінок, з яких основний текст розміщено на 52 сторінках, ілюстровано 2 малюнками, укомплектована 4 таблицями та містить 4 додатки. Список використаної літератури налічує 52 джерела

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Лісові екосистеми Центрального Полісся характеризуються широким географічним поширенням сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), яка є домінуючим видом у лісових екосистемах Центрального Полісся, від 70° до 37° північної широти та від 7° до 126° східної довготи. Цей вид простягається від Шотландії до Норвегії та Охотського моря, поширений у Піренеях, на Балканах, в Альпах та Малій Азії. Він відіграє ключову роль у формуванні лісових екосистем у різних природних зонах, включаючи лісові, степові та лісостепові регіони.

В Україні відповідно до лісорослинного районування С. А. Генсірука виділено кілька рівнинних областей: Полісся, Лісостеп, Північний байрачний степ та Південний сухий (безлісий) степ. В межах Українського Полісся в лісових насадженнях переважають сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) та дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Сосна звичайна, будучи однією з найменш вибагливих до умов довкілля, залишається дуже цінним деревом. Це ксерофітна та оліготрофна порода, що характеризується швидким ростом. При дотриманні належних лісогосподарських заходів, таких як правильна техніка посадки, своєчасні та помірні рубки догляду, сосна звичайна демонструє високу біологічну стійкість, сильний ріст і сприяє створенню високопродуктивних деревостанів. У насадженнях, створених на свіжих ґрунтах, досягаються оптимальні механічні та фізичні властивості деревини.

Впродовж кількох останніх десятиліть вважалося, що зовнішнє середовище перебуває у стабільному стані, піддаючись лише відносно невеликим природним змінам. Однак сьогодні факти свідчать про те, що стабільність багатьох екосистем вже суттєво порушена, а їхня здатність до самовідновлення більше не є гарантованою. Це підкреслює актуальність нагальної потреби в активному підвищенні здатності екосистем підтримувати

соціально-економічний розвиток, що вимагає визначення шляхів управління екосистемами в умовах постійних змін довкілля.

Ліси, як складні адаптивні системи, демонструють нелінійну динаміку, проявляють порогові ефекти та виконують численні функції, критичні для забезпечення потреб людини, з обмеженою передбачуваністю щодо їхнього майбутнього стану. Екосистеми часто реагують на зміни навколишнього середовища не поступово, а демонструють порогові ефекти, коли відносно незначні порушення можуть спричинити незворотні зміни в структурі та функціях екосистеми. Це явище називають «переломним елементом», а момент переходу - «переломною точкою».

Дослідження показують, що глобальне підвищення температури на 6-7°C може призвести до широкомасштабних переломних подій у бореальних лісах і на великих територіях лісів помірного поясу з потенційно глибокими наслідками для їхніх екосистем.

На ріст та розвиток штучних соснових насаджень впливають декілька важливих факторів, серед яких видовий склад насаджень, лісорослинні умови, кліматичні впливи та діяльність людини. Ці елементи в сукупності взаємодіють з комплексом хвороб і шкідників, які за сприятливих обставин можуть мати значний вплив на продуктивність лісових насаджень, навіть призводячи до їх загибелі [37].

На ріст і розвиток штучних соснових насаджень впливають різні ключові фактори, зокрема видовий склад, лісорослинні умови, кліматичні чинники та антропогенні впливи. Ці фактори взаємодіють зі складним комплексом хвороб і шкідників, які за несприятливих умов можуть призвести до значного зниження продуктивності лісових насаджень, а у важких випадках - до повної загибелі деревостану.

У лісових насадженнях молоді сіянці та саджанці часто зазнають ранньої загибелі через несприятливі екологічні умови, недотримання оптимальних

лісорослинних параметрів, значне ураження численними хворобами та шкідниками.

Сосни можуть уражатися різними грибовими захворюваннями, такими як шютте та кореневі гнилі. Молоді сосни, що ростуть під старими деревами або в розсадниках, часто гинуть від хвороб, спричинених грибами *Fusarium*, *Aspergillus*, *Botrytis* та іншими. [32, 33, 34].

Соснові насадження, досягнувши стадії стиглості, зазнають впливу комплексу біотичних стресів, незважаючи на розвиток певних механізмів стійкості. . [4, 33].

У Поліському регіоні, поряд із загальновідомими збудниками хвороб і шкідниками, сосни можуть уражатися й іншими видами фітопатогенів та комах, хоча їхнє екологічне значення може бути різноманітним залежно від екологічних умов та віку насаджень.

Сіянці сосни, вирощені в лісових розсадниках і під наметом лісу, часто страждають від комплексу грибових хвороб. У молодих культурах і саджанцях першого року життя переважають хвороби хвої, такі як іржа, звичайний шютте та снігова плямистість. Пагони молодих дерев можуть пошкоджуватися сосновим веретеном і сосною паростковою гниллю, а також, рідше, ціанозом. У середньовікових насадженнях на окремих ділянках іноді спостерігається смоляний рак. [9, 17, 25, 32].

Безпосередній вплив зміни клімату на ліси та лісове господарство насамперед характеризується підвищенням температури повітря та зменшенням кількості опадів. У той час як навіть помірне підвищення температури може підвищити продуктивність лісів, надмірне потепління - особливо у поєднанні зі зменшенням кількості опадів - може призвести до стресу для дерев, підвищеної вразливості до природних та антропогенних стресів і навіть до скорочення лісових масивів.

Підвищення температури також спричинить зміну ареалів поширення деревних порід та пов'язаних з ними шкідників, зокрема комах і кліщів. Інвазійні

види отримують конкурентну перевагу над аборигенними видами, оскільки їм часто не вистачає природних хижаків у нових умовах, і вони можуть бути здатні давати більше поколінь на рік. Аборигенні види також зазнають збільшення швидкості зміни поколінь, що посилить їхній вплив на здоров'я лісу. Це явище було помітним під час нещодавньої хвилі масового всихання соснових лісів, в якому значну роль відіграло зараження короїдами.

В Україні все частіше спостерігаються випадки всихання соснових насаджень, спричинені грибом кореневої гнилі *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., особливо в насадженнях сосни звичайної (*Pinus sylvestris*), створених на колишніх орних та меліоративних землях. Оскільки значна увага приділяється штучному лісовідновленню та лісорозведенню, особливо за участю хвойних порід, таких як сосна, очікується, що шкода, спричинена цим патогеном, буде продовжувати зростати.

Осередки зараження кореневими гнилями зазвичай локалізовані в межах насаджень і характеризуються зонами загибелі дерев, включаючи всихаючі, мертві та повалені дерева. Заражені насадження часто мають розкидані ослаблені або вмираючі дерева, як поодинокі, так і в групах. З часом це призводить до утворення галявин і зрідження деревостану через прогресуючу втрату дерев.

Збудник *Heterobasidion annosum*, базидіоміцет з родини поліпорових, вражає понад 200 видів дерев і чагарників. Однак особливо чутливими є хвойні породи, тоді як листяні дерева та кущі уражаються рідше. Гриб продукує багаторічні плодові тіла неправильної форми, що утворюють бічні шапинки з концентричними кільцями на поверхні. Ці структури варіюють за розміром від 2-3 мм до 40 см. У міру старіння гриба колір його плодових тіл змінюється від білуватого до світло-коричневого, з часом стаючи темно-коричневим. Краї, спочатку білі, поступово стають кремовими і мають округлі або кутасті пори.

Швидке поширення збудника *Heterobasidion annosum* зумовлене різними джерелами інфекції, включаючи базидіоспори, конідієносці та міцелій, що забезпечує його присутність майже у всіх соснових насадженнях, незалежно від

їх походження. Патоген зазвичай проникає через рани, спричинені механічними пошкодженнями або вітром. У той час як спори поширюються переважно повітряними потоками, міцелій поширюється переважно за допомогою механічних переносників, таких як шкідники, гризуни, інструменти для обробітку ґрунту та інші засоби.

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) має порівняно низьку генетичну стійкість до *Heterobasidion annosum* порівняно з іншими видами дерев. Однак на інтенсивність розвитку хвороби впливає категорія земель та стан лісової ділянки, на якій створено плантацію сосни звичайної. Хвороба найбільш поширена в чистих соснових насадженнях на нелісових землях, насамперед через недостатній розвиток зрілого лісового середовища в першому поколінні деревостану [25].

Осередки хвороб виявляються не тільки в культивованих лісах, а й у природних лісових екосистемах. Зокрема, коренева губка є основним патогеном для соснових насаджень, що зростають на свіжих ґрунтах борів та суборів. Найбільшим ризиком для санітарного стану соснових лісів є нестійкість водного режиму ґрунту. [24, 25].

Лісогосподарські технології, такі як вибір порід дерев, щільність посадки, системи догляду та лісозаготівлі, мають значний вплив на стійкість соснових насаджень до інфекції, спричиненої *Heterobasidion annosum*. Ці фактори визначають ресурсну базу патогена та його поширення в лісових екосистемах. Зокрема, зменшення щільності посадки сосни звичайної може підвищити стійкість дерев, особливо за рахунок збільшення вмісту захисних речовин у лубі. Інтенсивні лісозаготівлі, особливо в період вегетації, сприяють поширенню інфекції. Наукові дослідження підтверджують, що змішані лісові насадження демонструють вищу стійкість до кореневої губки ніж соснові монокультури [16, 25, 33].

Інтенсивність розвитку та поширення кореневої губки в соснових насадженнях суттєво залежить від типологічних умов місцезростання (ТЛУ).

Найбільш сприятливі умови для патогену створені в свіжих суборах (B2), де рівень ураження насаджень може перевищувати 25%. В свіжих судібрових (C2) хвороба поширена меншою мірою.

Поєднання інфекції кореневою губкою та заселення дерев стовбуровими шкідниками (зокрема, малим та великим сосновим лубоїдом, чорним сосновим вусачем, синьою сосною златкою, стовбуровим сосновим смолюхом та рогахвістом малим) значно прискорює відмирання соснових насаджень. Шкідники, як правило, заселяють ослаблені або пошкоджені дерева, але можуть також атакувати здорові рослини.

Модифікація ґрунтових умов шляхом регулювання рівня рН, мінерального складу та вмісту органічних речовин розглядається як потенційний метод підвищення стійкості лісових насаджень до корневих гнилей. Варто зазначити, що незважаючи на теоретичну обґрунтованість такого підходу, експериментальні дані, що підтверджують його ефективність, є обмеженими. Слід зазначити, проведені в Польщі та Німеччині дослідження впливу мінеральних добрив на молоді культури сосни звичайної показали, що хоча застосування добрив не знизило рівень ураження корневими гнилями, воно сприяло покращенню фізіологічного стану хворих дерев, що відобразилося на їх зовнішньому вигляді та стану санітарному деревостану [17, 25, 34-45].

Існує обмежена кількість експериментальних даних щодо ефективності хімічних препаратів, які використовуються для боротьби з кореневою губкою. Деякі дослідження припускають, що фумігація ґрунту та обприскування хвойних дерев сірковуглецем і хлорпікрином можуть бути ефективними. Лабораторні випробування системних фунгіцидів, таких як гексаконазол, флутріяфол і фенпропідин, показали багатообіцяючі результати, продемонструвавши пригнічення росту грибів. Однак ці результати обмежуються лабораторними дослідженнями і ще не були застосовані в практичних польових умовах.

Застосування препаратів на основі міді в ризосфері показало частковий успіх у зменшенні поширення інфекції. Незважаючи на це, збудник як був та

залишався життєздатним у коренях, що свідчить про збереження інфекції, незважаючи на застосування цих препаратів [25, 33].

Можливості використання хімічних фунгіцидів для боротьби з кореневими гнилями культур обмежені через їхню високу токсичність, вартість та негативний вплив на екосистеми. Їх альтернативою є біологічний метод захисту, заснований на антагонізмі певних видів грибів. Одними з найбільш вивчених антагоністів є роди *Trichoderma*, *Penicillium* та *Peniophora*. Попри ефективність цих грибів *in vitro*, їх використання в польових умовах стикається зі значними труднощами, що обмежує успіх біологічного контролю корневих гнилей. Отже, перспективним напрямком є використання препаратів на основі грибів-базидіоміцетів для захисту ділянок насаджень від інфікування збудниками корневих гнилей [24-30, 40].

Наслідки корневих гнилей для соснових лісів є комплексними і мають значний вплив на економічні та екологічні аспекти ведення лісового господарства. Окрім безпосередніх матеріальних втрат, пов'язаних зі зниженням приросту, погіршенням якості деревини та втратами смоли, зараження кореневою губкою призводить до деградації лісових екосистем, збільшення витрат на лісозаготівлю та лісовідновлення, а також загострення проблем, пов'язаних зі шкідниками лісу.

Використання грибів-антагоністів є перспективним способом боротьби з кореневими гнилями. Дослідження, проведені в країнах Європи, показали високу ефективність *Peniophora gigantea* та *Pleurotus ostreatus* у пригніченні розвитку збудників корневих гнилей. Варто зазначити що крім того, види *Phanerochaete velutina*, *Hypholoma fasciculare* та *Steccherium fimbriatum* демонструють значний потенціал у біологічному розкладанні зараженої деревини, конкуруючи з патогенами за поживні речовини.

Використання грибів-антагоністів є перспективним методом біологічного контролю корневих гнилей сосни, оскільки зменшує використання хімікатів і мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище [24, 33].

У лісових насадженнях сосни, починаючи з третього класу віку, а також у стиглих соснових деревостанах на Поліссі часто спостерігається виникнення смоляного раку. Для цього захворювання характерні смолисті виділення та нарости, які зазвичай утворюються на верхній частині стовбура або на бічних гілках. Смоляний рак є хронічним захворюванням, яке може прогресувати протягом 30-35 років. Згодом у місцях зараження розвиваються витягнуті, ступінчасті виразки, що в кінцевому підсумку призводить до відмирання верхівки та бічних гілок дерева.

Хвороба викликається іржастими грибами, причому перший гриб використовує кілька видів трав'янистих рослин, таких як чистотіл, пролісок і жовтець, як проміжних господарів. Сосни заражаються через базидіоспори, які осідають на поверхні хвої. Другий гриб є специфічним для стовбура сосни. Смоляний рак, як правило, вражає насамперед дерева, що мають високі темпи росту [17, 32, 37, 46-50].

Смоляний рак сосни значно знижує товарність деревини, що призводить до зменшення обсягів заготівлі ділової деревини. Одним із найефективніших методів боротьби з цим захворюванням є своєчасне виявлення та видалення уражених дерев під час рубок догляду та санітарних рубок. Вказані заходи спрямовані на обмеження розповсюдження інфекції в деревостані.

Щоб попередити розвиток смоляного раку в молодих насадженнях, рекомендується використовувати садивний матеріал, отриманий з насіння стійких форм місцевих сосен. Морфологічними ознаками таких стійких форм є вузька крона та шишки з характерною структурою апофіза (гачкувато-бульбоподібною) [17, 18, 33, 38].

Динаміка популяцій ентомошкідників у лісових культурах та необхідність розробки ефективних методів захисту

Спостереження за динамікою популяцій ентомошкідників у лісових культурах свідчать про їх значну чисельність та шкідливість, особливо на ранніх стадіях розвитку насаджень. Варто зазначити що природна сукцесія

ентомокомплексів у лісових культурах призводить до періодичних спалахів масового розмноження окремих видів, що негативно впливає на приживлюваність і ріст молодих дерев.

Найбільш чутливими до пошкодження шкідниками та збудниками хвороб є лісові культури на ранніх стадіях онтогенезу, від моменту посадки до повного укорінення. У цей період молоді насадження найбільш чутливі до несприятливих умов навколишнього середовища та біотичних факторів. Ефективність заходів захисту лісових культур значною мірою залежить від своєчасності їх проведення та комплексного підходу до реалізації проблеми.

З урахуванням зазначеного слід зазначити, важливою є розробка нових та удосконалення існуючих методів боротьби зі шкідниками та хворобами лісових культур. Створення раціональної системи ведення лісового господарства, спрямованої на підвищення стійкості насаджень до біотичних стресових факторів, є передумовою забезпечення високої продуктивності та стабільності лісових екосистем [17, 34, 35-38].

Зміни кліматичних умов у бік континенталізації клімату, що проявляються у підвищенні температури повітря та збільшенні тривалості посушливих періодів, суттєво впливають на фізіологічний стан соснових насаджень та динаміку популяцій шкідливих організмів.

Дефіцит вологи в ґрунті призводить до зниження водного потенціалу в тканинах дерев, що проявляється у в'яненні крони, зменшенні розмірів хвої та зниженні інтенсивності фотосинтезу. Ослаблені дерева стають більш вразливими до комплексного пошкодження різними видами шкідників, такими як верхівковий короїд та малий сосновий короїд. Поширення цих шкідників по вертикальному профілю стовбура і гілок свідчить про загальне ослаблення дерев.

Сильні вітри, які нерідко супроводжують посушливі періоди, ще більше пошкоджують кореневу систему дерев, що призводить до порушення водопостачання і подальшого ослаблення рослин. Підвищена температура

повітря стимулює інтенсивну транспірацію, що призводить до дефіциту води в тканинах дерев, які не встигають адаптуватися до нових умов.

Отже, комплексний вплив зміни клімату, який проявляється у підвищенні температури повітря, дефіциті вологи та посиленні вітрового режиму, призводить до зниження стійкості соснових насаджень до шкідників і хвороб. Послаблені дерева стають легкою здобиччю для різних видів комах, що прискорює деградацію лісових екосистем.

В рамках комплексного дослідження динаміки популяцій членистоногих було проведено детальний аналіз багаторічних даних щодо виникнення спалахів масового розмноження цих шкідників. Метою досліджень було виявлення ключових екологічних та фізіологічних факторів, які сприяють розвитку популяційних спалахів [27]. Аналіз даних щодо динаміки чисельності популяцій рогаців у Поліському регіоні, проведений Мешковою (2002), свідчить про порівняно низьку ймовірність виникнення масових спалахів у Західному Поліссі. Зокрема, для Волинської області цей показник становить 0,9%, а для Житомирської та Рівненської областей - 1,1%. У цих областях середня площа лісових насаджень, уражених шкідниками, також відносно невелика і становить 53 га, 46 га та 426 га відповідно [24-42].

Однак, попри низьку частоту масових спалахів, проблема санітарного стану соснових насаджень на Поліссі залишається актуальною. Вплив шкідливих організмів на продуктивність лісу - це лише частина комплексу проблем, пов'язаних з веденням лісового господарства. Тому ефективне вирішення проблем лісопатології вимагає системного підходу, який включає не тільки заходи боротьби зі шкідниками, а й оптимізацію лісогосподарських практик, спрямованих на підвищення стійкості лісових екосистем.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЛІЇ «КОРОСТИШІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ» ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика території та кліматичних умов Коростишівського лісництва філії «Коростишівське лісове господарство» ДП «Ліси України»

Коростишівське лісництво, загальною площею 4936,5 га, є структурним підрозділом філії "Коростишівське лісове господарство" ДП «Ліси України». Його територія розкинулася на землях Коростишівського та Житомирського районів і охоплює квартали, що належать до Коростишівської міської ОТГ, Козіївської, Старосільської, Гуменницької, Харитонівської та Глибочицької сільських рад. Для зручності управління лісництво поділено на 2 майстерські ділянки та 8 обходів. Лісовпорядні роботи на площі 4936,5 га були проведені в 2018 році Українською лісовпорядною експедицією Українського державного проектного лісовпорядного виробничого об'єднання. Процес лісовпорядкування здійснювався відповідно до Лісового кодексу України, чинної лісовпорядної інструкції та рішень першої лісовпорядної наради. Територія лісництва була розділена на вісім планшетів, при цьому квартальна мережа та нумерація кварталів залишилися без змін. Інвентаризація лісового фонду проводилась методом окомірно-виміральної таксації з використанням ортофотопланів масштабу 1:10 000, виготовлених на основі аерофотозйомки 2017 року.

З 1998 року в лісгоспі ведеться систематичне лісовпорядкування, яке передбачає щорічну інвентаризацію лісових масивів. Цей процес охоплює всі лісові землі, включаючи ті, що зазнали антропогенного чи природного впливу. Отримані дані заносяться до електронної бази даних, що забезпечує оперативне оновлення інформації про стан лісового фонду.

Ведення обліку лісів у 2018 році здійснювалося відповідно до чинного законодавства України та внутрішніх нормативних документів лісогосподарського підприємства. Для оцінки лісових ресурсів використовувався метод класів віку, який дозволяє детально проаналізувати лісові насадження за віковими категоріями. Основними одиницями обліку є таксаційний виділ та господарська секція.

Лісництво розташоване на території, що охоплює дві різні лісорослинні зони: Полісся та Лісостепу, згідно з «Комплексним лісорослинним районуванням України і Молдови» (Генсірук, 1981). Це розташування зумовлює значну різноманітність природних умов і вимагає диференційованого підходу до ведення лісового господарства.

Більша частина території лісництва належить до Центрального Полісся, яке характеризується помірно-континентальним кліматом з достатнім зволоженням. Середньорічна температура становить близько $+6,9^{\circ}\text{C}$, а вегетаційний період триває близько 200 днів. Незважаючи на відносно м'яку зиму, для регіону характерні пізні весняні та ранні осінні заморозки, що обмежує вегетаційний період рослин.

Південна частина лісництва, розташована в зоні Лісостепу, має дещо тепліший клімат і коротший вегетаційний період. Однак в цілому кліматичні умови всього лісгоспу сприятливі для розвитку лісових екосистем, хоча і з певними обмеженнями, пов'язаними з пізніми заморозками та періодичними посухами.

Опади досить рівномірно розподіляються протягом року, з максимумом у вегетаційний період. Середньорічна кількість опадів становить близько 510 мм, що забезпечує достатню кількість вологи для більшості деревних рослин.

Коростишівське лісництво займає полого-хвилясту моренну рівнину з підвищеними пагорбами, які мають довгі пологі схили, що перетинаються струмками та потічками. Ліс охоплює слабохвилясту моренну рівнину з підвищеними пагорбами, які мають довгі пологі схили, що перетинаються

струмками та потічками. Серед кліматичних факторів, які негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень, - пізні весняні та ранні осінні заморозки, які шкодять молодим пагонам, а також сильні вітри в окремі дні, які можуть спричиняти буреломи та вітровали. Незважаючи на ці особливості, загальний клімат регіону сприяє зростанню різних порід дерев, зокрема сосни, дуба, ясеня, клена, берези, вільхи, осики та липи. Цьому сприяє наявність високоякісних лісових насаджень (1-го і вищих класів бонітету).

Рельєф місцевості переважно рівнинний, зі злегка хвилястою поверхнею, з висотами від 200 до 280 метрів над рівнем моря. Геологічна структура складається переважно з гранітів, які наближаються до поверхні або виходять на неї. Ці ґрунти часто вкриті тонкими четвертинними відкладеннями, переважно флювіогляціальними пісками.

Різноманітність материнських порід, складні геоморфологічні умови, різноманітний рослинний покрив і різна глибина залягання ґрунтових вод призвели до появи широкого спектру типів ґрунтів. Хоча окремі типи ґрунтів не займають великих площ, вони часто переходять від одного типу до іншого в різних частинах ландшафту.

У цьому лісництві бідні на поживні речовини ґрунти, на яких ростуть соснові деревостани низьких бонітетів, поступово змінюються багатшими суглинками, на яких зростають дуби II і III бонітетів. Домінуючим типом ґрунтів у регіоні є дерново-підзолистий, який сформувався насамперед завдяки широкому розповсюдженню піщаних і глинисто-піщаних без карбонатних відкладів легкого механічного складу, а також теплому і вологому клімату регіону. Характер мішаних лісів, що характеризується добре розвиненим трав'янистим ярусом під пологом лісу, сприяв утворенню на цих опідзолених ґрунтах чітко вираженого деревного ярусу.

Відповідно до механічного складу дерново-підзолисті ґрунти поділяються на піщані, супіщані та суглинисті різновиди. Переважно піщані дерново-підзолисті ґрунти зустрічаються на вершинах дюнних пагорбів і незначних

підвищеннях, часто в поєднанні з болотними ґрунтами. Вони формуються на давніх алювіальних або флювіогляціальних пісках, а їхній легкий механічний склад зумовлює специфічні характеристики. До них відносяться низька насиченість катіонним комплексом і обмежений вміст гумусу (1-1,5%), що зумовлює їх відносно низькі фізичні властивості.

У безструктурних ґрунтах розпад на механічні компоненти призводить до зниження капілярної здатності утримувати вологу, яка зазвичай коливається в межах 12-15%. Як наслідок, опади швидко просочуються в ґрунт, що призводить до вимивання розчинних поживних речовин і викликає висихання ґрунту до критичного рівня вологості (до 1%) навіть під час короточасних посушливих періодів. Це суттєво впливає на продуктивність лісових насаджень, створених на таких ґрунтах.

Піщані дерново-підзолисті ґрунти домінують на більшій частині території регіону. Супіщані варіанти мають вищий вміст гумусу (2,2-2,5%) і більшу здатність до катіонного обміну, що підвищує їхню здатність утримувати вологу до 25%. Ці ґрунти, як правило, формуються під наметами лісів, особливо тих, де домінує сосна звичайна.

Суглинисті дерново-підзолисті ґрунти, хоч і менш поширені, але відрізняються від супіщаних більшою часткою дрібних мулистих частинок. Ці глинисто-піщані ґрунти мають кращі фізичні властивості порівняно з чистими пісками і вищий вміст гумусу (2,6-3,0%), з переважанням середньо- і сильно опідзолених різновидів.

Болотні ґрунти, або торфовища, зазвичай зустрічаються в заплавах річок, струмків або в улоговинах між піщаними пасмами.

2.2. Методологія дослідження соснових деревостанів

Для збору необхідних даних по Коростишівському лісництву, зокрема щодо стану соснових насаджень, було проведено комплексне лісопатологічне обстеження. Спочатку було проведено вивчення лісовпорядної документації та

попередні лісопатологічні обстеження. Особлива увага була приділена виявленню вогнищ конкретних хвороб та шкідників. Крім того, було проведено ретельний аналіз облікової та звітної документації, а також даних про загальну виробничу діяльність філії, щоб отримати повне уявлення про досліджувану територію.

У відповідності до технічного завдання було проведено ряд досліджень з оцінки санітарного стану соснових насаджень Коростишівського лісництва. Дослідження було структуровано у три основні етапи: підготовчий, польові роботи та аналітичний (камеральний).

На етапі підготовки було зібрано велику кількість даних про санітарний стан соснових насаджень Коростишівського лісництва на основі наявної облікової документації лісництва.

Польові роботи були проведені у два етапи: рекогносцировка та детальне обстеження. Рекогносцирувальний етап включав візуальну оцінку вздовж заздалегідь закладених трансект, де шляхом безпосереднього спостереження оцінювали наявність та поширення хвороб і шкідників, а також ступінь їхнього впливу.

Поширення хвороб і шкідників оцінювали на основі характерних ознак пошкодження, що спостерігалися під час цих обстежень. На етапі детальних польових робіт на спеціально відведених прямокутних ділянках за допомогою компаса для точного орієнтування були закладені пробні ділянки, які були позначені візирними позначками. Кожна пробна площа мала містити щонайменше 200 дерев, головним чином сосни та інших супутніх порід.

На цих пробних ділянках була проведена повна інвентаризація для оцінки породного складу, діаметру (товщини) та загального стану дерев. Особливу увагу було приділено виявленню дерев з ознаками хвороб, зараження шкідниками або будь-якими іншими нетиповими ознаками пошкодження. Такий ретельний збір даних дозволив провести комплексну оцінку санітарного стану досліджуваних соснових насаджень.

У ході дослідження здійснювали лісопатологічну обстеження соснових насаджень. Для оцінки фітосанітарного стану дерев використовували комплексний підхід, заснований на візуальному огляді та порівнянні з діагностичними ознаками, визначеними в «Санітарних правилах в лісах України».

I – без ознак ослаблення - дерева в цій категорії не мають жодних видимих ознак ослаблення. Дереву характеризуються густою кроною зі світлою зеленою хвоєю. Приріст поточного року відповідає встановленим фізіологічним нормам для даного виду, віку та умов зростання. Стовбури та кореневі шийки візуально не пошкоджені;

II – ослаблені - ці дерева демонструють незначне зменшення крони, спостерігається незначне відмирання гілок. Приріст у висоту знижений приблизно на 50% від норми. Спостерігаються незначні механічні пошкодження кори та кореневої системи, що не перевищують третини периметра. Ступінь дефоліації - до 30% у молодняках і середньовікових деревостанах;

III – дуже ослаблені - дерева цієї категорії мають значно пошкоджену крону, приблизно дві третини листя мають ознаки відмирання. Пошкоджено як стовбур, так і кореневу систему, дерева можуть бути заселені стовбуровими шкідниками. Дереву мають ознаки суттєвого ослаблення: ажурна крона з короткою хвоєю, різке зменшення приросту, сухі гілки та численні кущі омели. Виявлено значні механічні пошкодження кори та кореневої системи, ракові утворення, нахил стовбура, обламування верхівки. Обгорання кореневої системи призвело до загибелі значної частини камбію. Спостерігається інтенсивне об'їдання хвої шкідниками.

IV – відмираючі - ці дерева мають розріджену, відкриту крону, з ознаками всихання більше двох третин листя. Дереву перебувають у найбільш уразливому стані, що проявляється у вираженій ажурності крони, знебарвленні хвої, повній відсутності приросту та масовому всиханні гілок. Спостерігаються значні механічні пошкодження кори та кореневої системи, глибокі ракові рани,

обгорання нижньої частини стовбура та обламування верхівок. Дереву сильно заселені шкідниками (омелою, стовбуровими шкідниками) та уражені гнилями. Рівень дефоліації перевищує оптимальні значення, що свідчить про значне ослаблення дерев;

V – свіжий сухостій - дерева цієї категорії загинули впродовж поточного або попереднього вегетаційного періоду й уражені стовбуровими шкідниками.

VI – старий сухостій - ці дерева відмерли в попередні роки. Вони втратили хвою, а кора може бути частково або повністю відшарована. Однак, на даний момент вони не заселені стовбуровими шкідниками. Під корою можна побачити білі грибкові волокна, які руйнують деревину.

Для оцінки біологічної стійкості лісових насаджень була застосована градація за ступенем їх пошкодження.

Перший клас – це насадження з високим життєвим потенціалом. Вони мають густі крони, добре розвинену кореневу систему та стабільний ріст. Відсоток сухостійних дерев і смертність дуже низькі, що свідчить про сприятливі природні умови зростання.

Другий клас – Лісові насадження, віднесені до цієї категорії, демонструють значне порушення фізіологічної стійкості. Рівень морталітету дерев у них перевищує природні показники більш ніж удвічі.

До третього класу належать лісостани, що повністю втратили свою біологічну стійкість. Вони характеризуються високим рівнем всихання дерев (понад 40%), що свідчить про значне пошкодження. Такі насадження, як правило, інфіковані патогенами та пошкоджені шкідниками. Після видалення відмерлих дерев, лісостан стає розрідженим і має низьку або нерівномірну густоту.

Запропонована система класифікації дозволяє провести комплексну оцінку фітоценотичної стійкості лісових екосистем, враховуючи їх здоров'я та здатність протистояти різноманітним абіотичним та біотичним стресорам.

[22, 24, 35-42]. Після розподілу дерев за класами діаметрів наступним кроком є розрахунок середнього діаметру дерева шляхом обчислення показників площі поперечного перерізу стовбурів. Паралельно, використовуючи дані про висоту дерев, будується діаграма розподілу висот для оцінки бонітету ділянки та щільності деревостану, а також для оцінки загального об'єму деревини.

Після комплексного обстеження деревостану визначається відсотковий розподіл дерев за всіма категоріями стану, що дозволяє визначити ступінь пошкодження патогенами, комахами-шкідниками, абіотичними стресовими факторами та антропогенними чинниками.

Для визначення ступеня пошкодження патогенами та шкідниками ми використовуємо індекс стану, який розраховуємо за спеціальною формулою.

[22, 33]. Цей індекс дозволяє систематизувати оцінку ступеня пошкодження та його впливу на розвиток і стійкість насаджень.

$$Y_c = (q_1n_1 + q_2n_2 + \dots + q_6n_6) / N,$$

де: Y_c – індекс стану;

$q_1 \dots q_6$ – категорія стану (від 1 до 6);

$n_1 \dots n_6$ – число дерев даної категорії стану;

N – загальне число дерев на пробній площі.

Ми розраховуємо розповсюдженість хвороб та щільність шкідників у деревостані за наступною формулою:

$$P = n / N * 100\%,$$

де: P – поширеність хвороб чи ураженість ентомошкідниками;

n – кількість пошкоджених дерев;

N – загальне число дерев на ПП.

РОЗДІЛ 3

ОПИС ПРОБНИХ ПЛОЩ, ІНДЕКС САНІТАРНОГО СТАНУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ КОРОСТИШІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА

3.1 Загальна характеристика соснових деревостанів

Коростишівського лісництва

Під час наших досліджень у Коростишівському лісництві, в межах філії «Коростишівське лісове господарство» ДП «Ліси України», було закладено сім пробних площ для проведення детальної оцінки поточного санітарного стану соснових насаджень. Дослідження передбачало комплексну оцінку ступеня та характеру пошкодження соснових насаджень різними патогенами та комахами-шкідниками у різних вікових когортах насаджень.

Одним з найважливіших компонентів застосованої методики було рекогносцирувальне обстеження, яке дозволило нам систематично дослідити стан соснових деревостанів на різних ділянках Коростишівського лісництва. Дослідження враховувало відмінності у складі, віці та походженні деревостанів, забезпечуючи основу для визначення ключових факторів, що загрожують санітарному стану лісу. Завдяки цьому процесу вдалося виявити широкий спектр хвороб та шкідників, що сприяють погіршенню санітарного стану лісостанів. Варто зазначити, що результати були використані при закладанні наших пробних площ, що забезпечило їх вдале розташування для збору репрезентативних даних про здоров'я та стан соснових насаджень.

Дана методика дозволяє нам всебічно дослідити біотичні стресові фактори, що впливають на насадження, і дав нам змогу проаналізувати просторовий розподіл та інтенсивність проблем зі санітарним станом лісів у цьому лісництві.

Фітопатогенні фактори як одна з основних причин погіршення санітарного стану соснових насаджень Полісся

Серед усього комплексу чинників, які негативно впливають на санітарний стан соснових лісів Полісся, особливу увагу слід приділити фітопатогенним

організмам. Збудники хвороб хвойних порід завдають значних санітарних втрат, знижуючи продуктивність лісових екосистем та порушуючи їхню стабільність.

Одним з найпоширеніших патогенів сосни в регіоні є *Lophodermium seditiosum*, збудник звичайного шютте, який провокує масове опадання хвої у дорослих дерев. Інший небезпечний патоген, *Cenangium abietis*, спричиняє некроз верхівок та молодих пагонів, що призводить до пригнічення росту та деформації крони.

Значну загрозу для молодих соснових насаджень та самосіву становить *Hypodermella pinastri*, збудник сірої шютте. Особливо небезпечною для саджанців є *Herpotrichia nigra* - збудник бурої снігової плісняви, яка активно розвивається в умовах підвищеної вологості. Деформацію гілок сосни спричиняє іржастий гриб *Melampsora pinitorqua*.

Згадані вище фітопатогени, окремо та в комплексі, є основними чинниками, що спричиняють погіршення санітарного стану соснових насаджень на Поліссі, знижуючи їх стійкість до інших несприятливих впливів.

Проведено детальне обстеження 769,6 га соснових лісів Коростишівського лісництва. В результаті обстеження було виявлено кілька хвороб сосни звичайної, зокрема шютте, що викликається грибами роду *Lophodermium*, та іржа хвої, що викликається грибом *Coleosporium*. Варто зазначити, що крім цього було виявлено, що вплив хвороб на посіви сосни посилюється несприятливими умовами навколишнього середовища, такими як дефіцит вологи та елементів живлення.

Зазвичай некротичні хвороби в лісових насадженнях виникають спорадично і часто виявляються на ділянках, раніше ослаблених несприятливими ґрунтово-кліматичними умовами, а також механічними пошкодженнями внаслідок лісогосподарських заходів. У молодих насадженнях сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) однією з таких проблем є скручування сосни, спричинене патогеном *Melampsora pinitorqua*, що призводить до деформації гілок. Також значну стурбованість викликає захворювання некроз, спричинене

Cenangium abietis, що призводить до відмирання крони та всихання верхівок дерев у молодих сосен.

У Коростишівському лісництві кореневі гнилі є однією з найпоширеніших хвороб, що спричиняються різними патогенами. Основними збудниками в дубових насадженнях є коренева губка (*Heterobasidion* spp.), медовий гриб (*Armillaria* spp.), трутовик Шваніца (*Phaeolus schweinitzii*) та плоский трутовик (*Ganoderma* spp.). Крім того, у стиглих і перестійних соснових і дубових деревостанах за сучасних екологічних умов значного поширення набула стовбурова гниль. На розвиток і поширення стовбурових гнилей у Коростишівському лісництві значний вплив має наявність соснової губки (*Phellinus pini*), яка в поєднанні з екологічним стресом та стовбуровими шкідниками сприяє погіршенню загального санітарного стану деревостанів.

Під час моніторингу соснових і дубових деревостанів було виявлено кілька ентомологічних шкідників, які завдають шкоди сосновим насадженням. Значний вплив на ранній ріст і розвиток соснових насаджень мають шкідники, зокрема, травневий хрущ (*Melolontha melolontha*). Також на досліджених територіях було виявлено соснового клопа (*Aradus cinnamomeus* Panz.), який є однією з ключових ентомологічних загроз для санітарного стану цих лісів.

Варто зосередити особливу увагу на шкідниках хвойних порід, особливо на сосновому шовкопряді (*Dendrolimus pini*), сосновому п'ядуні (*Panolis flammea*) та сосновому пильщику (*Diprion pini*). Ці шкідники періодично розмножуються, але загалом мають відносно низький рівень шкодочинності за нинішніх умов навколишнього середовища.

Серед осередків стовбурових шкідників широко поширені чорний сосновий пильщик (*Monochamus galloprovincialis*), великий сосновий короїд (*Blastophagus piniperda*) та малий сосновий короїд (*Blastophagus minor*). Ці види ентомофагів зазвичай зустрічаються у вікових лісах, ослаблених екологічним стресом, хворобами та шкідниками, особливо кореневими гнилями, або на

територіях, що постраждали від лісових пожеж. Окрім того, соснові насадження наразі зазнають впливу соснового пагонового жука та шестизубого короїда.

Табл. 3.1

розподіл Коростишівського лісництва за класами
біологічної стійкості, га

Клас віку	I	II	III
I	36,5	14,2	
II	28,5		
III	38,5	25,2	
IV	92,2	39,8	15,2
V	56,8	14,5	2,2
VI	202,1	34,5	
VII	65,9	12,5	
VIII	54,7	15,2	
IX	49,2		
Всього	624,4	155,9	17,4

Аналіз даних, наведених у таблиці 3.1, показує, що більшість обстежених насаджень на площі 624,4 га належать до першого класу біологічної стійкості. Ці насадження характеризуються високим рівнем збереженості та непорушності, з поточним відпадом дерев менше 5%, а рівень запасу деревини - менше 2%. Немає ознак пошкодження шкідниками чи хворобами, а загальне лісове середовище залишається стабільним, що свідчить про сприятливі та оптимальні умови для росту.

Для порівняння, другий клас біологічної стійкості охоплює меншу площу в 155,9 га в досліджуваному регіоні. У деревах цієї категорії спостерігаються ознаки ослаблення, такі як гниття крони та всихання окремих дерев. Темпи росту цих дерев значно знизилися і становлять менше половини від очікуваних. Крім того, деякі дерева демонструють пошкодження окремих коренових систем і часткове пошкодження стовбура, що сприяє погіршенню стану здоров'я і стабільності цих лісонасаджень.

Третій клас біологічної стійкості займає обмежену площу 17,4 га і складається переважно з монокультур сосни звичайної віком орієнтовно 48 років. Дані насадження були уражені кореневою гниллю, спричиненою кореневою губкою (*Heterobasidion* spp.), що свідчить про погіршення їхнього загального стану та стійкості.

Отримані результати обстеження насаджень за класами біологічної стійкості і наведені в таблиці у 3.2

Табл. 3.2

Площа обстежених насаджень за класами віку
Коростишівського лісництва

Клас віку	Площа обстежених насаджень	
	га	%
I	20,1	3,5
II	14,5	2,5
III	23,7	4,1
IV	95,5	16,4
V	51,3	8,8
VI	211,8	36,4
VII	62,6	10,8
VIII	77,3	13,3
IX	25,4	4,4

Аналіз насаджень різних вікових класів показує, що найбільше постраждали насадження четвертого та шостого вікових класів, згідно наших досліджень 16,4% та 36,4%. Основними факторами, що сприяють їхньому занепаду, є наявність і поширення корневих гнилей (*Heterobasidion* spp.) та сірої гнилі, які згодом сприяють появі вторинних шкідників. Однак у ході дозрівання соснові насадження мають тенденцію розвивати певну стійкість до корневих гнилей, що з часом пом'якшує їхній вплив. Для зменшення шкоди, спричиненої сірою гнилизною, достатньо проведення рубок проріджування та вибіркових санітарних рубок.

У стиглих деревостанах випадки кореневих гнилей зустрічаються рідко, і загалом добре сформовані стиглі насадження демонструють низький відсоток ураження. Значна частка стійких деревостанів свідчить про успішне та своєчасне проведення лісогосподарських заходів, спрямованих на поліпшення санітарного стану соснових та дубових деревостанів філії «Коростишівське лісове господарство» ДП «Ліси України». Зокрема, вибіркові санітарні рубки, видалення сухостою та прохідні рубки є одними з ключових лісогосподарських заходів, які сприяють досягненню такого сприятливого результату. Всі ці заходи є важливими для забезпечення довготривалого здоров'я, стійкості та стійкості лісових екосистем до різних шкідливих факторів.

При розробці практик ведення лісового господарства для вирощування сталих лісів важливу роль відіграє регіональна стратегія ведення лісового господарства. Перша зосереджена на створенні різновікових або відносно різновікових лісів, тоді як друга стратегія наголошує на вирощуванні довговічних корінних лісів з різноманітним видовим складом.

При плануванні управління лісами важливо враховувати багатофункціональну роль лісів, а також природні та економічні характеристики конкретних лісових територій. Вибір підходу до управління має забезпечити ефективне досягнення довгострокових цілей сталого розвитку лісових екосистем.

3.2. Опис пробних площ

У результаті детального обстеження Коростишівського лісництва було відібрано сім дослідних ділянок у соснових насадженнях і з домішкою дуба. Кожна ділянка складалася з 10 експериментальних пробних площ, розміром від 0,2 до 0,4 га. Вони мали переважно прямокутну форму і були обрані таким чином, щоб на кожній ділянці було не менше 250 дерев.

Табл. 3.1

Пробні площі Коростишівського лісництва

№п /п	кв	вид	Площа	Вік, рокі в	Н, м	D, см	Боніте т	Повнота	Запас на 1 га, м3
ПП 1	17	39	2.4	69	28	36	1А	0.70	420
ПП 2	21	12	2.8	76	28	36	1А	0.70	440
ПП 3	21	11	4.0	69	28	32	1А	0.70	400
ПП 4	17	33	9.0	72	28	36	1А	0.65	390
ПП 5	15	28	3.0	79	25	32	1	0.60	320
ПП 6	12	5	3.8	67	25	32	1А	0.70	380
ПП 7	12	4	13.7	71	26	32	1А	0.60	340

На всіх ділянках була проведена комплексна оцінка дерев, зі збором даних про видову приналежність та діаметр стовбура. Крім того, кожне дерево було оцінене за санітарним станом відповідно до вимог «Санітарних правил в лісах України». Завдяки такому ретельному підходу вдалося точно оцінити загальний стан соснових деревостанів Коростишівського лісництва

3.3 Головні патогени та комахи-шкідники у Коростишівському лісництві

Основною причиною послаблення санітарного стану соснових і деревостанів, виходячи з отриманих даних, є патогенні мікроорганізми.

Рак-сірянка сосни (*Cronartium flaccidum*)

Варто зазначити, гриб передусім пошкоджує гілки та стовбури сосни звичайної (*Pinus sylvestris*), зазвичай вражаючи місця приблизно на третину вище

рівня від ґрунту. Слід відзначити, що це спостерігається з наближення дерев до стиглості. Грибниця гриба завдає значної шкоди флоемі та смоляним протокам, спричиняючи витікання смоли на уражених ділянках. Це призводить до утворення видимої ексудації соку. З часом уражена ділянка розширюється, оскільки верхня частина стовбура опоясується або відмирають бічні гілки, що призводить до прогресуючого збільшення рани.

Заходи боротьби зі смоляним раком насамперед передбачають ретельний відбір і видалення заражених дерев шляхом вибіркових санітарних рубок. Такий підхід має на меті обмежити поширення хвороби та зменшити її вплив на загальний стан соснових насаджень на уражених ділянках лісу.

Сірчаний рак насамперед вражає сосну звичайну (*Pinus sylvestris*), хоча також може паразитувати на сосні чорній (*Pinus nigra*) та сосні гірській (*Pinus mugo*). Захворювання типово проявляється на стовбурах і гілках сосен у будь-якому віці, але найбільшу загрозу становить у віці 21-40 років. Міцелій гриба розвивається у флоемі навколо гілки або стовбура, що призводить до локальних ущільнень, які зазвичай називають раковими утвореннями.

У результаті цього процесу порушуються смоляні протоки, що призводить до надмірного виділення смоли, через що хвороба отримала альтернативну назву - смоляний рак хвойних дерев. Над місцем зараження пагони і ділянки крони значно ослаблюються, а коли грибниця оточує стовбур, верхня частина дерева врешті-решт руйнується.

Життєвий цикл розвитку гриба відбувається наступним чином: упродовж 2-3 років після зараження базидіоспорами. Слід зазначити на уражених гілках з'являються дуже дрібні, майже непомітні спермогонії, що нагадують жовті крапельки. Згодом на заражених ділянках кора опадає, оголюючи перидерми, які у свою чергу містять ецидіоспори. Після дозрівання перидерма лопається, вивільняючи з неї ецидіоспори овальної форми, які розташовуються ланцюжками всередині перидерми.

Ецидіоспори також проростають на листках проміжних рослин-господарів. Серед інших потенційних хазяїв - види з родів *Paeonia*, *Verbena* та *Pedicularis*, на яких утворюються блідо-коричневі скупчення уражених уредоспор.

Коренева губка (*Heterobasidion annosum*)

Грибниці цього збудника мають значну варіабельність за формою і розміром, коливаючись від 2-3 мм до 40 см. У процесі дозрівання колір плодових тіл поступово змінюється від білого до світло-коричневого, з часом набуваючи темно-коричневого кольору.

Інфекційна біологія збудника має кілька характерних особливостей. Він використовує численні джерела інфекції, включаючи базидіоспори та міцелій, що дозволяє йому ефективно поширюватися майже у всіх соснових насадженнях.

Коренева губка, спричинена *Heterobasidion annosum*, є одним з найбільш поширених та економічно значущих патогенів, що вражають хвойні дерева, особливо в центральному Поліссі. Цей патоген викликає загнивання коренів і загальну кореневу гниль у соснових деревостанів, які є особливо вразливими, хоча інші хвойні породи також уражаються в меншій мірі. Ураження *Heterobasidion annosum* часто спричиняє подальше заселення вторинними шкідниками, такими як сосновий короїд.

Наразі існує ціла низка захисних заходів для зменшення пошкодження сосни кореневою губкою. Вони включають санітарні рубки, застосування фунгіцидів та використання засобів біоконтролю.

Багаторічна практика ведення лісового господарства та дані лісовпорядкування в зоні Полісся України демонструють недостатній потенціал природного поновлення соснових лісів. Як наслідок, зусилля лісового господарства значною частиною зосереджені на штучному лісовідновленні. Проте широке використання штучних насаджень порушує природні процеси зміни поколінь, знижуючи біологічну стійкість екосистем. Це спричинило

збільшення кількості спалахів комах-шкідників та хвороб, зокрема корневих гнилей, спричинених *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.

Суттєвим наслідком цих спалахів корневих гнилей, поряд із всиханням деревостанів, є невизначеність щодо потенціалу природного поновлення хвойних порід. Тому вивчення процесів природного поновлення та визначення санітарного стану на уражених корневими гнилями територіях, особливо з різним ступенем зараження, є своєчасним і важливим. Кореневі гнилі, спричинені *Heterobasidion* spp. є одними з найнебезпечніших і найпоширеніших лісових патогенів у світі. На сьогодні відомо, що рід *Heterobasidion* включає чотири види, два з яких зустрічаються в Україні. Зараження стовбурів дерев корневими гнилями є особливо шкідливим для стану санітарному та стійкості лісів.

Верхівковий короїд (*Ips acuminatus*)

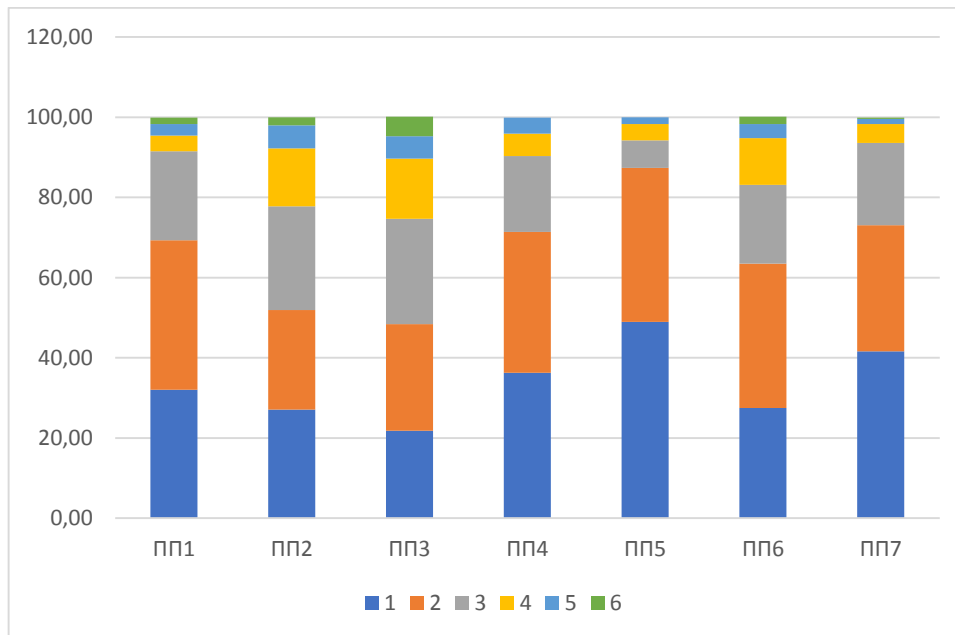
Верхівковий короїд (*Ips acuminatus*) заселяє переважно верхню частину стовбура та гілки хвойних дерев. У минулому столітті він вважався другорядним шкідником з обмеженим впливом, який завдавав меншої шкоди порівняно з такими шкідниками, як сосновий короїд і шестизубий короїд. Однак на початку 21 століття *Ips acuminatus* перетворився на одного з найбільш значущих короїдів у Європі з широким розповсюдженням на території України, Польщі та Литви.

Явище, відоме як «всихання короїдне сосни», набуло значного поширення і характеризується заселенням верхівковим короїдом майже всіх відмираючих дерев на уражених територіях. Цей випадок контрастує з іншими випадками, коли основними винуватцями є різні стовбурові шкідники. *Ips acuminatus* переважно заселяє верхню частину стовбура біля крони, що ускладнює його виявлення, оскільки ознаки активності короїда на деревах з почервонілою хвоєю часто важко помітити.

3.4. Індекс санітарного стану соснових насаджень

Результати досліджень вказують на те, що основні причини пошкодження соснових насаджень пов'язані з конкретними хворобами та шкідниками. Особливо значну роль відіграє коренева гниль (*Heterobasidion annosum*), особливо у деревостанах віком 30-50 років, яка часто вражає високопродуктивні, стиглі ліси першого класу. Іншою ключовою проблемою є поява сірчаного раку, який зазвичай проявляється у стиглих деревостанах перед проведенням рубок догляду та вибіркових санітарних рубок. Натомість стиглі та перестійні деревостани менш схильні до пошкодження кореневою гниллю, оскільки її вплив у цих умовах є відносно незначним.

В цілому, інші хвороби мають мінімальний вплив і не становлять значної загрози для стану насаджень. Із ентомологічних шкідників найпоширенішими є стовбурові комахи, які переважно вражають насадження, ослаблені екологічними та антропогенними стресами.

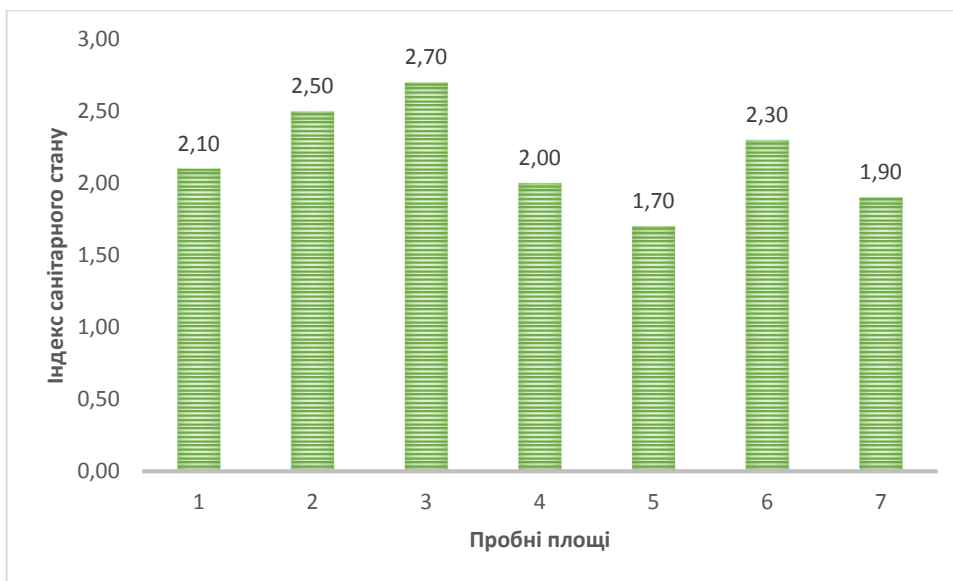


Мал. 3.3 Розподіл дерев за категоріями стану Коростишівського лісництва

Аналіз даних, наведених на рисунку 3.3, показує, що всі пробні площі, які підлягали детальному лісопатологічному обстеженню, мають різний ступінь ослаблення. Однак у деревостанах, які мають у своєму складі листяні породи,

спостерігається більша частка дерев, віднесених до категорій стану 1 і 2, що свідчить про загалом кращий санітарний стан деревостанів.

Цей факт свідчить про те, що присутність листяних порід у мішаних деревостанах сприяє підвищенню загальної стійкості насаджень. Наявність листяних дерев може відігравати ключову роль у підвищенні стійкості соснових насаджень до лісових хвороб і шкідників, потенційно сприяючи більшому біорізноманіттю та екологічній стабільності. Мішані деревостани можуть переривати життєві цикли певних патогенів і комах-шкідників, які переважно вражають хвойні породи, а також покращувати ґрунтові умови і мікрокліматичні фактори, що сприяють подальшому оздоровленню деревостанів. Таким чином, включення листяних порід у хвойні насадження є цінною стратегією в управлінні лісами, спрямованою на зменшення впливу шкідників і хвороб лісу.



Мал. 3.4. Показники індексу санітарного стану Коростишівського лісництва

В основі зниження санітарного стану соснових насаджень є процес стиглості монокультур сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) та суміжних з нею деревних порід. У процесі стиглості цих деревостанів знижується їхня стійкість до стресових факторів навколишнього середовища, таких як зміна клімату та вплив шкідників і хвороб. Подібне зниження стійкості є важливим фактором, що

сприяє загальному зниженню санітарного індексу, особливо в насадженнях, де відсутність супутніх, різноманітних видів дерев посилює вразливість до біотичних та абіотичних стресів.

Відповідно до конкретних вимірювань, індекс санітарного стану соснових насаджень варіює від 1,7 до 2,7 одиниць. Найбільш стійкі деревостани, про що свідчать показники низького санітарного індексу, зазвичай є мішаними деревостанами, де сосна звичайна поєднується з іншими породами, зокрема, з дубом звичайним (*Quercus robur*). Саме така змішана структура сприяє підвищенню стабільності екосистеми та стійкості до патогенів і шкідників. Пошкодження, спричинені патогенами, становлять близько 19% випадків на досліджуваних територіях, тоді як пошкодження, спричинені шкідниками, становлять близько 12%.

Показник санітарного стану соснових насаджень на пробних площах № 2 і № 3 становить 2,5 і 2,7 одиниць відповідно, що свідчить про сильний рівень ослаблення. Причиною такого ослаблення, є монокультурна структура цих деревостанів, де відсутність видового різноманіття призводить до зниження їхньої екологічної стійкості. Дані однозначно свідчать про те, що включення листяних порід, таких як дуб, у деревостани з домінуванням сосни має позитивний вплив на зменшення вразливості до лісових хвороб та шкідників. Мішані деревостани мають переваги від кращого розподілу ресурсів, кругообігу поживних речовин і порушення життєвих циклів шкідників і збудників хвороб, що в кінцевому результаті покращує здоров'я і довговічність лісів.

Варто зазначити про важливість прийняття різноманітних стратегій ведення лісового господарства, зокрема в регіонах, схильних до екологічних змін та спалахів шкідників, для забезпечення довготривалої стійкості та продуктивності лісових екосистем.

3.5. Заходи покращення санітарного стану соснових насаджень

Коростишівського лісництва

Щоб підвищити стійкість соснових насаджень у Коростишівському лісництві, буде впроваджено комплексну серію лісогосподарських заходів, спрямованих як на абіотичні, так і на біотичні стресові фактори. Основним аспектом цих заходів є створення стійких до хвороб і шкідників соснових і дубових деревостанів, які відповідають переважаючим умовам лісових ділянок. Використання найкращих практик ведення лісового господарства забезпечить більшу стійкість цих насаджень до коливань навколишнього середовища та біологічних ризиків. Додатково, здійснення санітарних заходів буде чітко відповідати керівним принципам, викладеним у «Санітарних правилах в лісах України».

У насадженнях з домінуванням сосни будуть застосовуватися вибіркові рубки, зосереджені на видаленні окремих дерев або груп дерев, об'єм яких перевищує 7 кубічних метрів на гектар. Ці рубки будуть проводитися з особливою увагою, щоб уникнути зниження повноти деревостанів нижче 0,6 у стиглих і перестійних деревостанах і нижче 0,4 у молодняках або менш стиглих деревостанах. Мета - покращити структуру лісу, зберігаючи при цьому стабільну екосистему, здатну підтримувати здоров'я лісу в довгостроковій перспективі.

Вибіркові рубки забезпечать першочергове видалення ослаблених, хворих або мертвих дерев до того, як вони будуть серйозно уражені патогенами або сильно заселені шкідниками, що знаходяться на стовбурі. Завдяки такому превентивному підходу вдасться обмежити поширення інфекційних захворювань, таких як кореневі гнилі (*Heterobasidion annosum*), та шкідників, таких як короїди (*Ips* spp.), що можуть швидко розмножуватися в ослаблених деревостанах.

Впровадження інших порід, а саме дуба звичайного (*Quercus robur*), в екосистеми, де домінує сосна, буде сприяти підвищенню біорізноманіття, порушенню життєвого циклу шкідників та покращенню загальної стійкості лісової екосистеми. Подібний захід буде підвищувати стійкість до патогенів і

шкідників, та сприятиме кругообігу поживних речовин, родючості ґрунту та стійкості до кліматичних факторів, викликаних стресовими умовами.

Дані лісогосподарські заходи, спрямовані як на структурні покращення, так і на профілактичне управління станом лісів, є важливими для створення більш стійких, продуктивних та сталих соснових насаджень у Коростишівському лісництві.

У зонах, уражених кореневими гнилями, вибіркові рубки повинні бути спрямовані на дерева, віднесені до 3-4 категорії стану здоров'я. У насадженнях, уражених сірчанним раком, вибіркові рубки повинні бути спрямовані на дерева з ураженнями, що охоплюють більше половини периметра стовбура в нижній частині крони.

Для боротьби зі стовбуровими гнилями під час вибірових рубок слід надавати перевагу деревам з плодовими тілами, щоб запобігти розповсюдженню хвороби.

Після проведення санітарних рубок і прибирання захаращеності необхідно вжити заходів для збільшення біорізноманіття та відновлення екологічної рівноваги на цих ділянках. Створення штучних гнізд, шпаківень та дупел, а також підгодовування птахів взимку може значно покращити санітарний стан насаджень. Створення та утримання мурашників відіграє важливу роль у формуванні стійкої екосистеми.

Для сталого розвитку соснових насаджень стратегічне і своєчасне проведення рубок догляду має вирішальне значення. Зокрема, це важливо для сосни, яка процвітає на добре освітлених ділянках і може зазнавати пригнічення росту на надмірно затінених ділянках, що часто спричиняється оточуючими породами. Рубки догляду слід ретельно планувати, щоб створити сприятливі умови для оптимального росту сосни, підтримуючи постійну густоту деревостану. Дотримуючись цих практик, можна мінімізувати негативний вплив шкідників і хвороб на соснові насадження.

Постійний і докладний моніторинг санітарного стану насаджень є надзвичайно важливим, оскільки він забезпечує швидке реагування на виникаючі проблеми або зміни. Отже, регулярні оцінки стратегії управління є важливими компонентами у вирощуванні біологічно стійких соснових екосистем.

3.6. Моделювання санітарного стану за допомогою математичного аналізу

Ми провели аналіз дисперсії (ANOVA) для того, щоб визначити, чи впливають різні причини всихання на показник санітарного стану. ANOVA дозволяє порівнювати середні значення показника санітарного стану для різних груп і перевіряти, чи є між ними статистично значущі відмінності.

ANOVA показала наступні результати для трьох причин всихання, верхівковий короїд, низова пожежа, коренева губка.

Табл. 3.2

Результати математичного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи (df)	F-статистика	p-значення
Причина всихання	2.843	2	11.97	0.000036
Залишкова дисперсія	7.954	67		

F-статистика дорівнює 11.97, що є досить високим значенням. Це свідчить про те, що є значуща різниця між середніми значеннями показника санітарного стану для різних причин всихання.

p-значення (p-value):

p-значення = 0.000036 (значно менше за 0.05), що свідчить про статистично значущі відмінності між групами. Це означає, що причина всихання має істотний вплив на показник санітарного стану. Таким чином, відхилення від середнього

показника санітарного стану в кожній групі не є випадковим і пов'язане з причинами всихання.

Низова пожежа має найбільший вплив на погіршення санітарного стану в порівнянні з іншими причинами всихання (на основі результатів пост-хок тесту Тьюкі).

Верхівковий короїд також впливає на санітарний стан, але його вплив не настільки значний, як у випадку з низовою пожежею.

Коренева губка має найменший вплив на показник санітарного стану серед розглянутих причин.

результати пост-хок тесту Тьюкі (Tukey HSD) з додатковими коментарями:

Групи, що порівнюються:

Верхівковий короїд (код 1)

Низова пожежа (код 2)

Коренева губка (код 3)

Результати порівнянь:

Верхівковий короїд vs Низова пожежа:

Різниця середніх: Значуща різниця.

Рівень значущості (p-value): Дуже низький p-value (< 0.05), що вказує на статистично значущу різницю між показниками санітарного стану для цих двох причин всихання.

Верхівковий короїд та коренева губка:

Різниця середніх немає статистично значущої різниці.

Рівень значущості (p-value): Різниця між середніми не є статистично значущою (p-value > 0.05), тому можна вважати, що ці дві групи мають подібний вплив на показник санітарного стану.

Низова пожежа та коренева губка:

Різниця середніх та значуща різниця.

Рівень значущості (p-value): Дуже низький p-value (< 0.05), що вказує на статистично значущу різницю між цими двома причинами всихання.

Верхівковий короїд має статистично значущий вплив на показник санітарного стану, якщо порівнювати його з низовою пожежею, але цей вплив схожий на вплив кореневої губки.

Низова пожежа значно відрізняється за впливом на санітарний стан як від верхівкового короїда, так і від кореневої губки.

Результати ANOVA та пост-хок тестів для складу насадження:

F-статистика: 0.05373

p-value: 0.817391

За результатами дисперсійного аналізу (ANOVA), немає статистично значущого впливу складу насадження на показник санітарного стану ($p\text{-value} > 0.05$). Це означає, що зміна складу насадження не впливає на показник санітарного стану за отриманими даними.

Результати пост-хок тесту Тьюкі (Tukey HSD) показали, що між різними групами складу насадження не було виявлено статистично значущих відмінностей у впливі на показник санітарного стану.

Результати показують, що склад насадження (який вважався категоріальною змінною) не має істотного впливу на санітарний стан лісових насаджень у цій вибірці. Можливо, інші чинники, такі як причини всихання або інші екологічні умови, мають більш суттєвий вплив на загальний санітарний стан.

Лінійна регресійна модель

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 + \epsilon$$

- Y — прогнозований показник санітарного стану;
- $\beta_0 = 2.2206$ — константа (інтерсепт);
- $\beta_1 = 0.6035$ — коефіцієнт для змінної X_1 (Низова пожежа);
- $\beta_2 = -0.0438$ — коефіцієнт для змінної X_2 (Коренева губка);
- $\beta_3 = -0.1346$ — коефіцієнт для змінної X_3 (Склад насадження);
- ϵ — залишкова похибка (не пояснена моделлю).

Повне рівняння має наступний вигляд

$$Y=2.2206+0.6035 \cdot X_1 -0.0438 \cdot X_2 -0.1346 \cdot X_3 +\epsilon$$

Інтерпретація змінних виглядає наступним чином

X_1 — змінна, що вказує на низову пожежу.

X_2 — змінна, що вказує на кореневу губку.

X_3 — змінна, що вказує на склад насадження.

Низова пожежа якщо причиною всихання є низова пожежа, то показник санітарного стану в середньому збільшується на 0.6035 одиниць.

Коренева губка наявність кореневої губки має незначний негативний вплив, але він не є статистично значущим.

Склад насадження також не має значущого впливу на показник санітарного стану.

ВИСНОВКИ

1. Соснові насадження Коростишівського лісництва мають важливе екологічне та економічне значення, надаючи цінне джерело деревини, а також сприяючи захисту екосистем, підтримуючи санітарний стан та створюючи рекреаційні зони.

2. Комплексні лісопатологічні обстеження, проведені в різних насадженнях лісництва, свідчать про те, що загальний стан соснових деревостанів є задовільним. Проте, існує ряд хвороб та шкідників, які сприяють ослабленню дерев, всиханню та, зрештою, загибелі. Вирішення цих проблем та впровадження ефективних заходів контролю для обмеження поширення хвороб і шкідників є надзвичайно актуальним.

3. Основним фактором, що сприяє всиханню соснових насаджень у Коростишівському лісництві, є наявність патогенних організмів, зокрема, гриба кореневої губка (*Heterobasidion annosum*), та рак сірянки (*Cronartium flaccidum*) та верхівковий короїд (*Ips acuminatus*) Індекс насаджень коливається від 1,7 до 2,7 одиниць.

4. Соснові деревостани ослаблена несприятливими природно-кліматичними умовами, а інші постраждали від пожеж та захаращеності, що знижує стійкість насаджень до хвороб і шкідників. Біля 34% пошкоджень соснових деревостанів спричинені хворобами, а біля 28% - шкідниками.

5. У Коростишівському лісництві систематично проводяться лісогосподарські заходи, в тому числі регулярні рубки догляду за лісом та вибіркові санітарні рубки, відповідно до встановлених лісогосподарських нормативів. В результаті частка деревостанів, що потребують додаткових санітарних втручань, залишається мінімальною. Результати досліджень свідчать, що мішані сосново-дубові насадження демонструють вищу стійкість до хвороб і шкідників, зокрема до корневих гнилей (*Heterobasidion annosum*), порівняно з чистими сосновими деревостанами.

6. Рекогносцирувальні обстеження показали, що насадження, віднесені до другого класу біологічної стійкості, уражені на площі 155,9 га, тоді як насадження, віднесені до третього класу, охоплюють 17,4 га. В основному це чисті соснові насадження, що підкреслює необхідність створення мішаних сосново-дубових насаджень.

7. Насадження другого класу біологічної стійкості потребують санітарних заходів. Вибір відповідних санітарно-оздоровчих заходів залежить від кількох факторів, зокрема ступеня і типу пошкодження дерев, стадії розвитку хвороби або шкідника, біологічних особливостей деревних порід, а також господарського значення ураженого деревостану. Для поліпшення санітарного стану сосново-дубових деревостанів у Коростишівському лісництві розроблено детальні плани вибіркового санітарного рубок та вивезення лісових захаращень, спрямовані на покращення загального стану та стійкості лісів.

8. Результати аналізу дисперсії (ANOVA) вказують на те, що різні причини всихання впливають на показник санітарного стану по-різному. Значення р-значення (0.000036) підтверджує, що ці відмінності є статистично значущими, і ми можемо стверджувати з високою впевненістю, що причини всихання впливають на санітарний стан дерев.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артюшок К. А. Природні умови та основні еколого-економічні проблеми природокористування Українського Полісся. *Наукові записки. Серія. Економіка*. 2012. Вип. 19. С. 99–102.
2. Андреєва О. Ю., Мартинчук І. В. Економічні аспекти вирубування дерев, заселених стовбуровими шкідниками, у соснових лісах Полісся. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2018. Вип. 28 (2). С. 31–36.
3. Андреєва О. Ю., Болюх О. Г. Масові розмноження звичайного соснового пильщика (*Diprion pini* L.) у лісовому фонді Житомирської області. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2019. Вип. 29 (7). С. 84–89.
4. Букша І. Стале управління лісами і моніторинг: огляд сучасних тенденцій. *Вісник НАУ: Лісівництво*. К.: НАУ. 2000. С. 123-129
5. Бублик Л.І. та ін. Довідник із захисту рослин. К.: Урожай, 1999. 744 с.
6. Ворон В. П., Ткач О. М., Сидоренко С. Г. Особливості пошкодження пожежами лісів Полісся. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2016. Вип. 14. С. 38–44.
7. Гвоздик Р.І., Гордиєнко М.І., Гойчук А.Ф. Дуб черешчатий в Україні. К.: Наук. думка, 1983. 224 с.
8. Гвоздик Р.І., Бойчук А.Ф. До питання про збудника поперечного раку дуба. *Ліс. гос-во, лісова, паперова і деревообр. пром-ть*, 1982. №3. 18 с.
9. Гвоздик Р.І., Бойчук А.Ф. До питання про збудника поперечного раку дуба. *Ліс. гос-во, лісова, паперова і деревообр. пром-ть*, 1982. №3. 18 с.
10. Генсірук С.А. Ліси багатство і окраса землі. – Київ: Наук. думка, 1980. –209 с.
11. Генсірук С.А. Ліси України. – 2-е видання. – Київ: Наукова думка, 1992. – 408 с.

12. Генсірук С.А Оптимізація лісистості – запурука призупинення екологічних катаклізмів. Науковий вісник . Еколого-економічне вчення: витоки, проблеми, перспективи. Випуск 12.1 – Львів, 2002. – С.82-90
13. Генсірук С.А Регіональне природокористування. – Львів: Світ, 1992. – 335 с.
14. Генсірук С.А та ін. Зелені скарби України. – Київ: Урожай, 1991. – 192 с.
15. Головецький М. П. Формування високопродуктивних і біологічно стійких штучних насаджень сосни у свіжих борах півночі Київського Полісся : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора філософії. Харків : УкрНДІ лісового господарства та агролісомеліорації, 2002. 20 с.
16. Генсірук С.А., Бондар В. С., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Комплексне лісорослине районування України та Молдови. – Київ: Наук. думка, 1981. – 360 с.
17. Генсірук С.А., Гайдарова Л.І., Охорона лісових екосистем. – Київ: Урожай, 1984. – 198 с.
18. Генсірук С.А., Гайдарова Л.І., та ін. Використання низькопродуктивних земель в УССР. – Київ: Наук. думка, 1981. – 238 с.
19. Генсірук С.А., Нижник М. С., Географія лісових ресурсів України. – Львів: Світ, 1995. – 123 с.
20. Генсірук С.А., Нижник М.С., Копій Л.І., Ліси західного регіону України. – Львів: НТШ, 1998. – 408 с.
21. Гойчук А.Ф. Особливості етіології і патогенезу поперечного раку дуба звичайного в Україні: Науковий вісник НАУ. К.: НАУ, 1998. С.168-173.
22. Гойчук А.Ф. Патологія дібров. Житомир: Полісся, 1998. 92 с.
23. Гойчук А.Ф., Гордієнко М.І. Форми поперечного раку дуба звичайного та їх поширення: збірник праць Житомирської ЛНДС. Житомир: Полісся, 1999. С. 158-163.
24. Горшенін Н.М., Швиденко А.І Лісівництво Вища шк., 1977. 362 с.

25. Довідник із захисту садів від шкідників і хвороб / Матвієвський О.С., Ткачов В.М., Каленич Ф.С. та ін. / за ред. О.С. Матвієвського, В.М. Ткачова, Ф.С. Каленича та ін. / за ред. О.С. Матвієвського. К.: Урожай, 1990. 256 с.
26. Завада М. М. Лісова ентомологія. К.: Видавничий дім «Вініченко», 2017. 380 с.
27. Лакида П. І., Бала О. П., Матушевич Л. М., Лакида І. П., Іванюк І. Д. Лісівничо-екологічний потенціал дібров Полісся України: [монографія]. Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.В., 2018. 206 с
28. Мінкевич І.І. Епіфітотипологія грибних хвороб лісових порід. Л.: ЛТА, 1977. 208 с.
29. Методичні вказівки з нагляду, обліку та прогнозування поширення шкідників і хвороб лісу для рівнинної частини України / За ред. В.Л. Мешкової. Виконавці: В.Л. Мешкова, О.М. Кукіна, Ю.Є. Скрильник, О.В. Зінченко, І.М. Соколова, К.В. Давиденко, С.В. Назаренко, І.А. Бобров, А.І. Борисенко, В.Л. Борисова, Я.В. Кошеляєва - Харків: ТОВ Планета-Принт, 2020 - 92 с. Мозолєвська О.Г. Методи оцінки та прогнозу динаміки стану насаджень. Лісове господарство, 1998. №3. С. 43-45.
30. Всихання сосни – причини і перспективи захисту Н.В. Заїменко, Н. Е. Еланська, Б.О. Іваницька та ін. *Доповіді Національної академії наук України*. 2019. № 8. С. 87–92.
31. Романчук Л.Д., Діденко П.В. Санітарний стан соснових насаджень Полісся Житомирщини. *Агробіологія*. 2022. № 2. С. 120–127. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2022-174-2-130-136>
32. Остапенко Б.Ф. Типи лісу рівнинної території України. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. 2003. Т. 13, № 3. С. 27–42.
33. Погребняк П. С. Лісова екологія і типологія лісів: вибрані праці. Київ Наукова думка, 1993. 494 с
34. Погрібний О. О., Заячук В. Я. Сосна звичайна в лісах Українських Карпат. Косів : Писаний Камінь, 2017. 192 с.

35. Тененьова Т. П. До вивчення структури ґрунтового покриву Полісся за допомогою дистанційних методів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків, 2006. Кн. 2: Ґрунти – основа добробуту держави, турбота кожного. С. 166–168.
36. Санітарні правила в лісах України (затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 27.07.1995 р., № 555).
37. Циліурик А.В., Шевченко С.В. Лісова фітопатологія. К.: КВІЦ, 2008.
38. Шевченко С.В. Лісова фітопатологія. Львів, 1978. 223 с.
39. Шевченко С.В. Хвороби лісових насаджень УРСР. Львів: Вища школа, 1963. 150 с.
40. Шевченко С.В. Лісова фітопатологія. – Львів: Вид-во Львів. Ун-ту, 1968. – 344 с.
41. Швиденко А. З., Букша І. Ф., Краковська С. В. Уразливість лісів України до зміни клімату : монографія. Київ : Ніка-Центр, 2018. 184 с.
42. Climate-growth analysis using long-term daily-resolved station records with focus on the effect of heavy precipitation events / A. Land, S. Remmele, J. Schönbein et al. *Dendrochronologia*. 2017. Vol. 45. P. 156–164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dendro.2017.08.005>
43. Screening methods for the evaluation of crop allelopathic potential / H. Wu, J. Pratley, D. Lemerle et al. *The Botanical Review*. 2001. Vol. 67, no. 3. P. 403–415. <http://dx.doi.org/10.1007/bf02858100>
44. Annual climate variation modifies nitrogen induced carbon accumulation of *Pinus sylvestris* forests / H. Lim, R. Oren, S. Linder et al. *Ecological Applications*. 2017. Vol. 27, no. 6. P. 1838-1851. <http://dx.doi.org/10.1002/eap.1571>
45. Espíndola R. P., Ebecken N. F. F. Advances in remote sensing for sustainable forest management: monitoring and protecting natural resources. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. 2023. Vol. 12, no. 4. P. 1605–1617. URL: <https://doi.org/10.55905/rcssv12n4-003>
46. Drenkhan R., Kurkela T., Hanso M. The relationship between the needle age and the growth rate in Scots pine (*Pinus sylvestris*): A retrospective analysis by

needle trace method (NTM). *European Journal of Forest Research*. 2006. Vol. 125. P. 397–405. DOI: 10.1007/s10342-006-0131-9.

47. Lehtonen A., Lindholm M., Hokkanen T., Salminen H., Jalkanen R. Testing dependence between growth and needle litterfall in Scots pine--a case study in northern Finland. *Tree Physiology*. 2008. Vol. 28. №11. P. 1741-1749. <http://dx.doi.org/10.1093/treephys/28.11.1741>

48. Forsmark B., Nordin A., Maaroufi N. I., Lundmark T., Gundale M. J. Low and High Nitrogen Deposition Rates in Northern Coniferous Forests Have Different Impacts on Aboveground Litter Production, Soil Respiration, and Soil Carbon Stocks. *Ecosystems*. 2020. Vol. 23. №7. P. 1423-1436. <http://dx.doi.org/10.1007/s10021-020-00478-8>

49. Impact of climate factors on height growth of *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* / Y. Zhou, Z. Lei, F. Zhou et al. *PLOS ONE*. 2019. Vol. 14, no. 3. P. e0213509. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0213509>

50. Mantilla Contreras J., Schüßler D., Zerbe S. Editorial: Current challenges in forest restoration and sustainable forest management. *Frontiers in Forests and Global Change*. 2023. Vol. 6. URL: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1172760>

51. Monitoring and information reporting for sustainable forest management: An inter-jurisdictional comparison of soft law standards / G. M. Hickey et al. *Forest Policy and Economics*. 2006. Vol. 9, no. 4. P. 297–315. URL: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2005.09.001>