

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

СОРОКА ВАДИМ ВАСИЛЬОВИЧ

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

УДК 630*4

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Санітарний стан соснових насаджень у філії «Коростенське
ЛМГ»**
(тема роботи)

205 – лісове господарство

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

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

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Швець Марина Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.б.н.

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2023

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ 6 від «05» грудня 2023 р.

Завідувач кафедри _____

К.с-г.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Сірук Юрій Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

«__» грудня 2023 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Сорока Вадим Васильович** захистив
(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Сорока В. В. : «Санітарний стан соснових насаджень у філії «Коростенське ЛМГ». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

У випускній науковій кваліфікаційній роботі наведено результати власних експериментальних досліджень щодо визначення першопричин та безпосередніх чинників, що спричиняють ослаблення соснових насаджень у філії «Коростенське ЛМГ». Констатується, що головними предикторами ослаблення та погіршення санітарного стану соснових насаджень філії «Коростенське ЛМГ» є зміни клімату, зокрема збільшення середньорічних температур, наростання чисельності фітопатогенів та антропогенна діяльність. Встановлено, що видовий склад небезпечних шкідників та збудників інфекційних хвороб, які зафіксовані на території філії «Коростенське ЛМГ» наступний: комплекс п'ядунів, верхівковий короїд, соснова губка, сосновий вертун, коренева губка, опеньок осіній, поперечний рак дуба, смоляний рак, голланська хвороба ільмових та ін. Досліджено, що найбільш сприйнятливими до впливу негативних абіотичних і біотичних чинників довкілля є лісові насадження сосни звичайної 6-8 класів віку з повнотою 0,7-0,8, що зростають за 2 класу бонітету. Рекомендована розробка та впровадження програм збереження та відтворення мішаних лісових культур у філії «Коростенське ЛМГ», що допоможе підвищити стійкість екосистем до змін у кліматі та запобігти масовому всиханню лісів.

Ключові слова : сосна звичайна, санітарний стан, сосновий вертун, рак-сірянка, зміни клімату, хвороби, шкідники.

ANNOTATION

Soroka V. V. : "Sanitary condition of pine stands in the Korostenske forestry". Qualification work for a master's degree in specialty 205 – forestry. – Polissia National University, Zhytomyr, 2023.

The final scientific qualification work presents the results of own experimental research on determining the root causes and immediate factors causing the weakening of pine stands in the Korostenske forestry. It is found that the main predictors of the weakening and deterioration of the sanitary condition of the pine stands are climate changes, in particular, an increase in average annual temperatures, an increase in the number of phytopathogens, and anthropogenic activity. It has been established that the species composition of dangerous pests and pathogens of infectious diseases recorded on the territory of the "Korostenske forestry". It has been studied that the most susceptible to the influence of negative abiotic and biotic factors of the environment are pine forest stands of 6-8 classes of age with a density of 0.7-0.8. It is recommended to develop and implement programs for the preservation and reproduction of mixed forest cultures at the "Korostenske forestry", which will help increase the resilience of ecosystems to changes in climate and prevent dieback of forests.

Key words: Scots pine, sanitary conditions, *Melampsora pinitorqua*, *Cronartium flaccidum*, climate changes, diseases, pests.

ЗМІСТ

Анотація		3
Перелік умовних позначень і скорочень		6
Вступ		7
РОЗДІЛ I.	ПОНЯТТЯ ПРО ХВОРОБИ ЛІСОВИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН І ПАТОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
РОЗДІЛ II.	МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
	2.1. Коротка характеристика діяльності філії «Коростенське ЛМГ»	18
	2.2. Методика збору та обсяг експериментального матеріалу	19
	2.3. Коротка характеристика тимчасових пробних ділянок	21
РОЗДІЛ III.	ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБНИХ ПЛОЩ. НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
Загальні висновки		33
Список використаних джерел		35
Додатки		38

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ТПП – тимчасова пробна площа;

СР – санітарна рубка;

Сз – сосна звичайна;

шт. – штук;

рис. – рисунок;

КГ – коренева губка;

табл. – таблиця;

ОВД – оцінка впливу на довкілля;

ОВНС – оцінка впливу на навкол. середовище;

ЛМГ – лісо-мисливське господарство.

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальність дослідження санітарного стану соснових лісів обумовлена необхідністю вивчення та оцінки здоров'я цих екосистем у зв'язку з визначеним погіршенням стану лісів та загрозами, які можуть впливати на їхню стабільність та функціонування. Здоров'я соснових лісів є критичним для багатьох аспектів, включаючи екологічний баланс, біорізноманіття та участь у вуглецевому циклі. Сучасні екологічні виклики, такі як зміни клімату, антропогенний тиск, атаки шкідників та інфекційних хвороб, роблять необхідним проведення досліджень, спрямованих на визначення ступеня вразливості соснових лісів та вивчення можливих стратегій для їхнього збереження та відновлення. Результати такого дослідження можуть мати велике значення для прийняття ефективних заходів лісового управління, визначення пріоритетів у боротьбі з хворобами та шкідниками, а також розробки стратегій адаптації до змін у середовищі. Врахування санітарного стану соснових лісів стає ключовим фактором у розробці наукових та практичних рішень для забезпечення стійкості та продуктивності лісових екосистем.

Головною метою нашого дослідження було визначення першопричин та безпосередніх чинників, що спричиняють ослаблення соснових насаджень у філії «Коростенське ЛМГ». Окрім того, нашу роботу націлено на розробку конкретних пропозицій для підприємства, які направлені на поліпшення загального санітарного стану та оздоровлення лісів.

Для реалізації поставлених до виконання завдань згідно теми досліджень виконано наступне:

- Визначення загального санітарного стану насаджень за участю сосни звичайної в умовах філії «Коростенське ЛМГ»;
- Опрацювання літературних джерел щодо теми даної роботи, аналіз матеріалів попереднього лісовпорядкування, Листків сигналізації про появу шкідників, Актів лісопатологічних обстежень, Звітів «Динаміки осередків шкідників та хвороб лісу за 2018–2022 рр.» та ін;

- Визначення видового складу шкідників та збудників хвороб сосни звичайної в межах тимчасових пробних ділянок;
- Аналіз залежності санітарного стану соснових деревостанів в залежності від основних лісівничо-таксаційних показників деревостану;
- Прогнозування ймовірних змін загального стану об'єктів дослідження під впливом змін клімату, антропоїчної діяльності та шкідників і хвороб;
- Розробка конкретних рекомендацій для філії «Коростенське ЛМГ» з метою поліпшення стану та оздоровлення основних видів лісових деревних рослин, що формують ліси.

Об'єктом досліджень слугували основні види збудників інфекційних хвороб та шкідливі комахи, які впливають на фізіологічний стан деревних рослин сосни звичайної у межах обстежуваних лісових територій філії «Коростенське ЛМГ» ДП «Ліси України».

Предметом дослідження були патологічні процеси, викликані збудниками інфекційних хвороб та шкідливими комахами в соснових насадженнях філії «Коростенське ЛМГ» ДП «Ліси України».

Методи досліджень. У ході виконання намічених (згідно програми) завдань застосовані загальнонаукові, лісівничо-таксаційні та спеціальні фітопатологічні та ентомологічні методи дослідження. Польові дослідження в галузі лісової фітопатології проведені як рекогносцирувальним (вздовж ходових ліній), так і детальним (на модельних деревах) методами, у т.ч. із закладанням тимчасових пробних ділянок.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Швець М. В., Сорока В. В., Мартинівський В. В. Шкодочинність фітофагів сосни звичайної у лісах Житомирського Полісся. *Наукові читання 2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів НІП Екології та лісу* (м. Житомир, 16 червня 2023 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2023. С. 67.

2. Мартинівський В. В., Мельник В. В., Виногорський О. С., **Сорока В. В.** Санітарний стан соснових насаджень Житомирщини та чинники його ослаблення. 77-а Всеукраїнська науково-практична студентська конференція «Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства» (9 листопада 2023 року). Київ, 2023. С. 61.

3. **Soroka V. V.** Sanitary condition of pine plantations in the Korostenske LMG branch. *Ліс, наука, молодь*: зб. матеріалів учасн. XI Всеукр. наук.-практ. конф. (23 листопада 2023 року). Житомир : Поліський нац. університет, 2023. С. 214.

Практичне значення отриманих результатів. Подані дані надають можливість приймати інформовані рішення стосовно необхідних заходів для збереження та відновлення лісових екосистем, забезпечуючи стійке та продуктивне функціонування лісів філії «Коростенське ЛМГ» у майбутньому.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох головних розділів із підрозділами, висновків і рекомендацій та додатків. Написана на 43 сторінках, у тому числі основна частина – на 35 сторінках. Список використаної наукової літератури – 40 джерела.

РОЗДІЛ I

ПОНЯТТЯ ПРО ХВОРОБИ ЛІСОВИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН І ПАТОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Хвороба лісових деревних рослини – це будь-яке нетипове порушення або відхилення від норми, яке проявляється у формі зміни клітинної чи тканинної структури рослини і, зазвичай, виникає внаслідок пролонгованої дії (подразнення) фітопатогенним агентом (збудником хвороби) або під впливом (прямою дією) несприятливих чинників навколишнього середовища і веде до виникнення та розвитку певних ознак хвороби (симптомів) [33].

Андрі Декандоль (1832) вперше визначив поняття «хвороба рослин» як відхилення від фізіологічно нормального стану рослинного організму. Інфекційні хвороби рослин включають глибокі взаємовідносини поміж фітопатогеном і рослиною-господарем, що призводять до виникнення різноманітних функціональних відхилень і порушень. Ці зміни проявляються через нехарактерні анатомічні та морфологічні відхилення у рослині-господарі чи її окремих органах (тобто локально), а також у зміні їх функціональності [10, 28, 33].

Основними типовими анатомічних змінами, які відбуваються у інфікованій рослині-господарі: гіпертрофія (збільшення клітинних розмірів у межах уражених тканин), гіперплазія (збільшення чисельності клітин внаслідок надмірного їх ділення під впливом фітопатогена чи подразника іншого походження), гіпоплазія (зменшення чисельності клітин або недорозвинення), метаплазія (формування у рослинних клітинах нових, нетипових для нормального стану, компонентів), дегенерація (перетворення оболонки клітин або клітин цілком на різні речовини хімічного складу, які нагромаджуються в рослині-господарі), некроз (процес відмирання рослинних клітин в межах уражених тканин), мацерація тканин (розм'якшення) [7, 25].

Фізіолого-біохімічні порушення в ураженій фітопатогеном рослині-господареві включають такі аспекти: надмірний або недостатній водний баланс;

зміна цитоплазменної проникності; зміна осмосу у клітинному соці; зменшення фотосинтетичної активності; зміна ефективності процесів дихання; збільшення чи зменшення вмісту білкового та загального азоту, а також збільшення вмісту небілкового азоту у білковому та вуглеводневому обміні; зміни в ферментному апараті, зокрема підвищена активність протеолітичних та гідролітичних ферментів [28].



Рис. 1.1. Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні зміни, що відбуваються в лісових деревних рослинах під дією збудників хвороби [25]

Основні типи хвороб лісових деревних рослин включають такі категорії:

Інфекційні хвороби, які причинюються фітопатогенними мікроорганізмами, такими як бактерії, гриби, віруси і мікоплазми.

Неінфекційні хвороби, які спричинені фізичними чи хімічними факторами довкілля, такими як сонячне опромінення, недостатнє або надмірне зволоження, токсичні речовини, абіотичний стрес і дефіцит поживних речовин.



а



б



в



г

Рис. 1.2. Типові симптоми інфекційних (а – іржа хвої сосни, б – сосновий вертун) та неінфекційних хвороб (в – сонячний опік кори, г – морозобійна тріщина)

Генетичні хвороби, які пов'язані зі змінами у генетичній структурі рослин-господарів або їх спадковості, такі як хромосомні аномалії, генетичні дефекти та мутації.

Абіотичні хвороби, які причинені абіотичними факторами навколишнього середовища, такими як низькі або високі температури, сухість, засоленість ґрунту, забруднення повітря та інші умови.

Фізіологічні хвороби, які спричинені внутрішнім фізіологічним дисбалансом у рослині-господареві, такі як дефіцит або надлишок поживних речовин, регуляторів росту та ін.

Механічні хвороби, які спричинені фізичними травмами або пошкодженнями, такі як обрізка, розриви чи механічні пошкодження від тварин або інших фізичних чинників.

Кожен з цих типів хвороб рослин має свої особливості і причини, і вимагає відповідних підходів до діагностики та контролю. Групи інфекційних та неінфекційних хвороб, які мають схожі симптоми, класифікуються як типи хвороб.

Гниль – це хвороба рослин, яка характеризується розкладом тканин та погіршенням стану рослини через ріст та поширення різних мікроорганізмів, зазвичай грибів або бактерій. Гниль може впливати на різні частини рослини, включаючи деревину, коріння, стебла, листя, плоди та квіти. Ця хвороба часто супроводжується вологою, теплом та іншими умовами, які сприяють розвитку гнилі. Симптоми гнилі включають зміни кольору (часто буруватий, чорний або водянистий відтінок), м'якість або руйнацію тканин, а також неприємний запах. Гниль може призвести до втрати врожаю та загибелі рослин. Боротьба з гниллю включає в себе застосування відповідних фунгіцидів та зменшення умов, які сприяють розвитку цієї хвороби, такі як вологість та густий насадження рослин.

В'янення – це хвороба рослин, при якій рослини втрачають свою життєву силу, в'януть та засихають. Ця хвороба може бути спричинена різними факторами, включаючи віруси, бактерії, гриби, паразитичних комах, незадовільні або екстремальні умови навколишнього середовища, наприклад, недостатній або надмірний полив, висока температура, сухість, засоленість ґрунту, дефіцит поживних речовин, токсичні сполуки і інші фактори. Симптоми

в'янення включають зменшення тургору рослин, пожовтіння чи інші зміни в кольорі листя, опадання листя, зів'ялість стебел і загальне виснаження рослини.

Плямистість – це група хвороб, при яких на листках, стеблах, плодах або інших частинах рослин з'являються плями, які можуть мати різний колір, форму і розмір. Ці плями можуть бути спричинені різними факторами, такими як гриби, бактерії, віруси або інші патогени, а також абіотичними стресами, такими як засуха, підвищена вологість, токсичні речовини, аномалії світлового режиму і тому подібне. Симптоми плямистості можуть різнитися від плям різного кольору, які з'являються на листках, до пухлястих виразок або слизьких відкладень.



а



б



в



г

Рис. 1.3. Типові симптоми основних типів хвороб лісових деревних рослин (а – бура деструктивна гниль деревини, б – судинний мікоз, в – борошниста роса клена гостролистого, г – муміфікація жолудів дуба)

Некроз – це процес відмирання тканин або окремих клітин внаслідок неконтрольованого руйнування. Симптоми некрозу включають зміну кольору (часто стають коричневими чи чорними) та текстури тканин, розклад клітин, втрату життєвої активності та функцій рослини в уражених областях. Некроз може призводити до загибелі рослини, якщо він поширюється на великі ділянки.

Муміфікація – це аномальний процес, за якого частини рослини пересихають, втрачають вологу та стають подібними до мумій. Цей стан може бути результатом різних факторів та умов, які призводять до втрати води в рослинних тканинах. Симптоми муміфікації включають в себе зсушені, зіщучені частини рослини, які зазвичай втрачають здатність до фотосинтезу та інших фізіологічних процесів.

Наліт у рослин є структурною особливістю, що характеризується утворенням тонкої плівки або покриву на поверхні рослинної тканини. Цей покрив часто має різний колір, текстуру або склад, і може бути спричинений різними факторами. Наїт може бути природним захистом та адаптацією рослин до навколишнього середовища, а також важливим елементом їх взаємодії з навколишнім світом, включаючи взаємодію з комахами, пилками та іншими рослинами.

Патологічний процес у рослин виникає та розвивається в результаті реакції рослини на вплив інфекції, негативних умов росту або інших шкідливих впливів. Цей процес обумовлений низкою факторів, зокрема, особливостями самої рослини, властивостями фітопатогенів та впливом навколишнього середовища.

Патологічний процес є змінним і контрольованим. Керування ним можливе через вплив на екологічні умови та фактори, які можуть бути створені людиною. За допомогою цих факторів можна підвищувати або знижувати стійкість рослин до захворювань. Тими ж самими факторами можна впливати на вірулентність фітопатогенів, а також змінювати умови існування цих

фітопатогенів, створюючи незвичайні, включаючи несприятливі, умови для них.

Патологічний процес охоплює чотири логічні та послідовні етапи або фази (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Фази патологічного процесу [22]

Зараження рослини проходить кілька послідовних етапів, включаючи інокуляцію, проникнення патогена в рослину та власне зараження. Інокуляція відноситься до контакту між патогеном та потенційним місцем зараження рослини (таким як покривні тканини, кореневі волоски, стоми та інше).

Проникнення патогену в рослину відбувається різними способами і характеризується взаємодією патогену з рослиною. Наприклад, це може бути проростанням спор або насіння на рослину, яка є схильною до захворювань цим патогеном. Жодні зміни у середовищі чи дезінфекційні заходи не можуть зупинити цей процес, і він розпочинається як власне зараження рослини певним патогеном.

Інкубаційний період хвороби – це період часу від моменту, коли патоген проникає в рослину, до моменту, коли спостерігаються перші видимі реакції рослини-господаря на цей патоген.

Сам процес захворювання – це відповідь рослини-господаря на зараження або пошкодження, що проявляється в характерних симптомах для конкретної хвороби.

У випадках, коли рослина сильно ослаблена через порушення своїх функцій та тривалий процес відмирання важливих органів, весь рослинний організм може загинути. Проте існують випадки одужання рослин, які можуть бути результатом природних чинників, таких як сприятливі умови для росту, або за участю людини, як, наприклад, застосування хімічних або біологічних методів лікування рослин, додавання комплексу мінеральних добрив, затінення і так далі.

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Коротка характеристика діяльності філії «Коростенське ЛМГ»

Філія «Коростенське ЛМГ» веде комплексну діяльність у сфері лісового господарства. Її ключові завдання включають в себе лісозаготівельні, лісогосподарські, лісовідновні та інші заходи, спрямовані на раціональне використання та відновлення лісових ресурсів з метою захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії та охорони навколишнього природного середовища.



Рис. 2.1. Контора філії «Коростенське ЛМГ»

До структури лісомисливського господарства включено 5 лісництв, лісопромисловий комплекс, складську базу (станція Нова-Борова) та автотранспортний цех.

У 2022 році філія «Коростенське ЛМГ» активно займалася лісорозведенням на площі 579 гектарів. Ця робота включала в себе природне поновлення на 21 гектарі, створення лісових культур на 558 гектарах і лісорозведення на 9 гектарах. Деякі з цих площ також були переведені у площу,

вкриту лісовою рослинністю. Додатково, проведено догляд за лісовими культурами на площі 1316 гектарів і здійснено доповнення лісових культур на площі 331 гектара. Заготовлено лісового насіння на суму 15,349 кілограмів, включаючи дуб звичайний і сосну звичайну. Також було вирощено 2,929 тисяч стандартних сіянців з високою приживлюваністю на рівні 92,5 %.

Філія активно займалася також заходами щодо охорони лісів від пожеж. У 2022 році було зафіксовано 5 випадків лісових пожеж загальною площею 12,1 гектарів. Для виявлення пожеж встановлені системи відеоспостереження, а також проведено протипожежні заходи, включаючи створення мінералізованих смуг і догляд за ними на значній площі. Усього було витрачено значні кошти на протипожежні заходи та охорону лісів від пожеж.

Філія «Коростенське ЛМГ» також проводить рубки догляду, які охоплюють площу 422 гектарів, включаючи освітлення, прочищення, прорідження та прохідну рубку. Мета таких рубок – створення стійких і високопродуктивних лісових насаджень відповідно до умов місцезростання.

Крім того, філія займається лісозаготівлею і переробкою деревини, а також мисливською господарською діяльністю, розвитком лісової інфраструктури та рекреацією. Усі ці заходи спрямовані на підвищення продуктивності лісів та збереження природного середовища.

2.2. Методика збору та обробки матеріалів

Дослідження магістерської роботи було спрямовано на аналіз осередків поширення шкідників та інфекційних хвороб в лісових масивах філії «Коростенське ЛМГ» ДП «Ліси України». Основною метою було вивчення видового складу (фактичного) шкідників та збудників хвороб, а також їх вплив на санітарний стан лісу. Дослідження проводилося на території п'яти лісництв філії, де у насадженнях переважала сосна звичайна.

Під час виконання випускної кваліфікаційної роботи були сформульовані такі основні завдання:

1. Аналіз матеріалів лісового інвентаризаційного опису господарства та документації, пов'язаної з лісопатологічним обстеженням соснових насаджень у філії «Коростенське ЛМГ», для визначення видового складу основних збудників хвороб та видів ентомошкідників.

2. Оцінка загального санітарного стану насаджень, включаючи розрахунок індексу санітарного стану, рівень пошкодження та загальний стан деревостану, зокрема дерев сосни звичайної.

3. Дослідження поширеності та інтенсивності розвитку патологічних процесів, спричинених основними збудниками інфекційних хвороб, в обстежуваних насадженнях.

4. Аналіз морфологічних та біологічних особливостей головних збудників хвороб та ентомошкідників сосни звичайної та вивчення їх розповсюдження в насадженнях.

5. Визначення залежності розвитку та поширення найбільш поширених хвороб в насадженнях різного складу, віку, структури та типів місцезростання.

Ці дослідження були спрямовані на покращення управління лісовими ресурсами та збереження лісового екосистеми.

До початку робіт у лісі було необхідно детально вивчити матеріали лісовпорядкування, попередні лісопатологічні дослідження, а також документи, такі як плани, картографічні матеріали, звіти та інша документація, яка містила інформацію про стан лісу, активність шкідників та результати проведених заходів з лісозахисту та їхню ефективність.

Для більш детального вивчення умов росту лісу та оцінки стану соснових насаджень у філії «Коростенське ЛМГ» було проведено лісопатологічне обстеження, яке складалося з двох основних етапів: загального огляду всієї території та докладного обстеження виявлених осередків зараження. Під час огляду визначали різницю між хворими та здоровими деревами за такими ознаками, як стан зовнішньої крони (збільшення розрідженості, пожовтіння та випадання хвої), наявність плодових тіл грибів, стан кореневої системи, який

визначали через розкопки, а також відхилення від вертикальної осі, що є однією з ключових ознак ураження. Ця інформація важлива для прийняття рішень щодо подальших заходів з управління та охорони лісових ресурсів.

Для проведення дослідження стану санітарії деревостанів, які включають сосну звичайну, та для вивчення їх розповсюдження та впливу шкідників в умовах філії «Коростенське ЛМГ», було встановлено 10 пробних площ з врахуванням загальноприйнятих вимог лісівництва та лісової таксації. Ці пробні площі були розташовані переважно в суборових типах лісу, де деревні насадження відрізнялися за складом, віком та повнотою.

Після аналізу зібраних даних було встановлено, як інтенсивність усихання соснових насаджень змінюється в залежності від різних факторів.

2.3. Коротка характеристика тимчасових пробних ділянок

ТПП №1 (далі тимчасові пробні площі) була закладена у Березівському лісництві. На ТПП головними породами були сосна звичайна, дуб черешчатий та граб звичайний. Було обстежено 196 дерев з них: 1 ТПП – 104 дерев, 2 ТПП – 68 дерев, 3 ТПП – 10, ТПП 4 – 5 дерев; 5 – 3; 6 – 6. Результат 1,72 – ступінь пошкодження слабкий, стан деревостану ослаблений.

ТПП №2 була закладена у монокультурному сосновому насадженні, Березівського лісництва, клас віку середньовіковий, обстежено 203 дерева, з них: ТПП 1 – 143; 2 – 21; 3 – 7; 4 – 9; 5 – 12; 6 – 11. 1,78 – ступінь пошкодження слабкий, стан деревостану ослаблений.

ТПП №3 була закладена у Корабельному лісництві, у середньовікових монокультурних соснових насадженнях. У 3 ТПП було обстежено 172 дерева, а у 4 – 187. Результати з ТПП 3: 1 – 112; 2 – 23; 3 – 9; 4 – 16; 5 – 6; 6 – 6. Отриманий результат 1,74 – ступінь пошкодження слабкий, стан деревостану ослаблений.

ТПП №4 була закладена у Богунському лісництві, у середньовікових монокультурних соснових насадженнях. Результати з ТПП 4: ТПП 1 – 167

дерев; 2 – 8; 3 – 3; 4 – 2; 5 – 3; 6 – 4. 1,25 – ступінь пошкодження відсутній, стан деревостану здоровий.

ТПП №5 була закладена на території Тригирського лісництва у середньовікових монокультурних насадження сосни в 5 ТПП обстежено 212 у 6 228 дерев. Де були отримані відповідні результати: ТПП1– 161 дерев; 2 – 24; 3 – 9; 4 – 9; 5 – 6; 6 – 3. 1,47 – ступінь пошкодження відсутній, стан деревостану здоровий.

ТПП №6 була закладена на території Пилипівського лісництва у середньовікових монокультурних насадження сосни звичайної. Результати ТПП 6: ТПП1 – 177 дерев; 2 – 34; 3 – 5; 4 – 4; 5 – 2; 6 – 6. 1,38 – ступінь пошкодження відсутній, стан деревостану здоровий.

ТПП №7 була закладена на території Левківського лісництва у монокультурних соснових насадженнях. За класом віку 7 ТПП пристигаюча а 8 середньовікова. Отримані результати: ТПП1– 161 дерев; 2 – 30; 3 – 14; 4 – 16; 5 – 8; 6 – 13. Обстежено 242 дерева, індекс 1,81 – ступінь пошкодження слабкий, стан деревостану ослаблений.

ТПП №8 також була закладена на території Левківського лісництва у монокультурних соснових насадженнях. За класом віку 8 ТПП середньовікова. Результати з ТПП 8: ТПП1– 178 дерев; 2 – 13; 3 – 2; 4 – 3; 5 – 5; 6 – 4. Обстежено 205 дерев, отриманий індекс 1,28 ступінь пошкодження відсутній, стан деревостану здоровий.

ТПП №9 були проведені у Станишівському лісництві, на ділянках головною породою була сосна звичайна, але також траплявся дуб черешчатий і береза повисла. Клас віку середньовіковий. Дані отримані з 9 ТПП: ТПП 1 – 156 дерев; 2 – 18; 3 – 7; 4 – 11; 5 – 6; 6 – 8. Обстежено дерев 206, отриманий індекс 1,6 ступінь пошкодження слабкий, стан деревостану ослаблений.

ТПП №10. були проведені у Новозаводському лісництві, на ділянках головною породою була сосна звичайна. Клас віку середньовіковий. Дані отримані з 10 ТПП: ТПП 1 – 124 дерев; 2 – 13; 3 – 7; 4– 11; 5 – 6; 6 – 7.

Результат санітарного стану – 1,68, ступінь пошкодження слабкий, стан деревостану ослаблений.

РОЗДІЛ ІІІ

АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА САЇТАРНОГО СТАНУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ ФІЛІЇ «КОРОСТЕНСЬКЕ ЛМГ»

Всихання лісових масивів філії «Коростенське ЛМГ» ми розпочали спостерігати ще починаючи з 2015 року, на даний час в переважній більшості всихають стиглі та пристигаючі вікові групи лісових насаджень. Наразі пошкодження та ураження розповсюдилися по всій території лісового фонду дослідного підприємства. Головними видами шкідників та збудників хвороб на території філії «Коростенське ЛМГ» є: комплекс п'ядунів (родина *Geometridae*), верхівковий короїд (*Ips acuminatus*), соснова губка (*Phellinus pini*), сосновий вертун (*Melampsora pinitorqua*), коренева губка (*Heterobasidion annosum*), опеньок осіній (*Armillariella mellea*), поперечний рак дуба, смоляний рак (*Cronartium flaccidum*), голланська хвороба ільмових (*Graphium ulmi*) та ін.

На початковому етапі ураження деревні рослини відмирають поодинокі, а також масово з'являються осередки ослаблених дерев, згодом спостерігається куртинне відмирання і розпочинається процес деградції цілого лісостану.



Рис. 3.1. Загальний вигляд осередку всихання соснових насаджень у філії «Коростенське ЛМГ»



Рис. 3.2. Суховерхівковість – типова симптоматична ознака ураження сосни *Cronartium flaccidum* (зліва). S-подібне вигинання та деформація пагонів – типова симптоматична ознака ураження сосни *Melampsora pinitorqua* (справа)



Рис. 3.3. Базидіома соснової губки на стовбурі сосни звичайної (зліва) та група плодових тіл опенька осіннього в прикореневій частині стовбура сосни (справа)

Для дослідження сучасного стану проблеми погіршення санітарного стану соснових насаджень філії «Коростенське ЛМГ» ми застосовуємо спосіб статистичного аналізу. Зокрема, для порівняльного аналізу розподілу площ лісових насаджень пошкоджених шкідниками та уражених хворобами за класам віку були взяті площі дубових, соснових та змішаних за складом деревостанів з «Книги обліку шкідників та хвороб лісу» за 2022 рік, які мали ознаки ослаблення.

За результатами аналізу пошкоджених, уражених або ослаблених деревостанів філії «Коростенське ЛМГ», було встановлено, що найбільш чутливими до впливу негативних біотичних чинників навколишнього середовища є насадження 6-8 класів віку. Так, аналізуючи розподіл площі ослаблених та всихаючих дубових насаджень примітно, що спостерігається наростання обсягів осередків шкідників і збудників хвороб у деревостанах: 6 класу віку – 342,5 га; 7 класу віку – 119,4 га та 8 класу віку – 132,4 га. Аналізуючи розподіл площі ослаблених та всихаючих соснових насаджень також спостерігається наростання обсягів осередків шкідників і збудників хвороб у деревостанах: 7 класу віку – 224,0 га; 8 класу віку – 148,0 га та 9 класу віку – 240,4 га. Аналізуючи розподіл площі ослаблених та всихаючих змішаних насаджень також спостерігається наростання обсягів осередків шкідників і збудників хвороб у деревостанах: 7 класу віку – 217,4 га; 8 класу віку – 381,6 га та 9 класу віку – 373,6 га. Відповідно виявлено, що найбільш стійкими та витривалими є молоді насадження 4-5 класів віку. Насадження 9 та вищих класів віку є також доволі вразливими до дії збудників інфекційних захворювань та пошкодження шкідниками (особливо стовбуровими), але за рахунок їхньої малої частки в загальному обсязі лісового фонду підприємства, площа ослаблених та всихаючих насаджень не є суттєвою.

Отримані результати наведено на рис. 3.4-3.6.

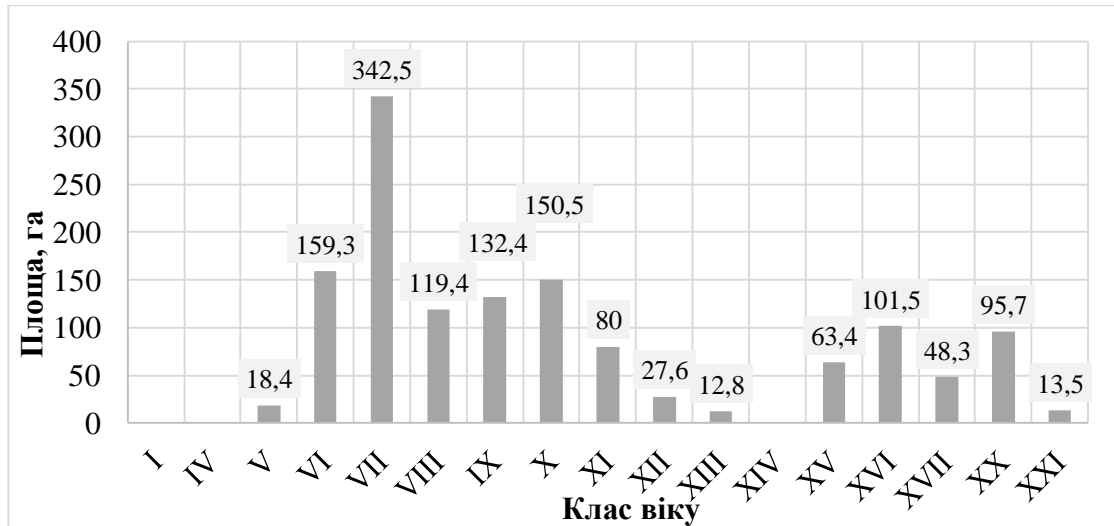


Рис. 3.4. Розподіл площі дубових деревостанів філії «Коростенське ЛМГ» пошкоджених шкідниками та уражених хворобами за класами віку

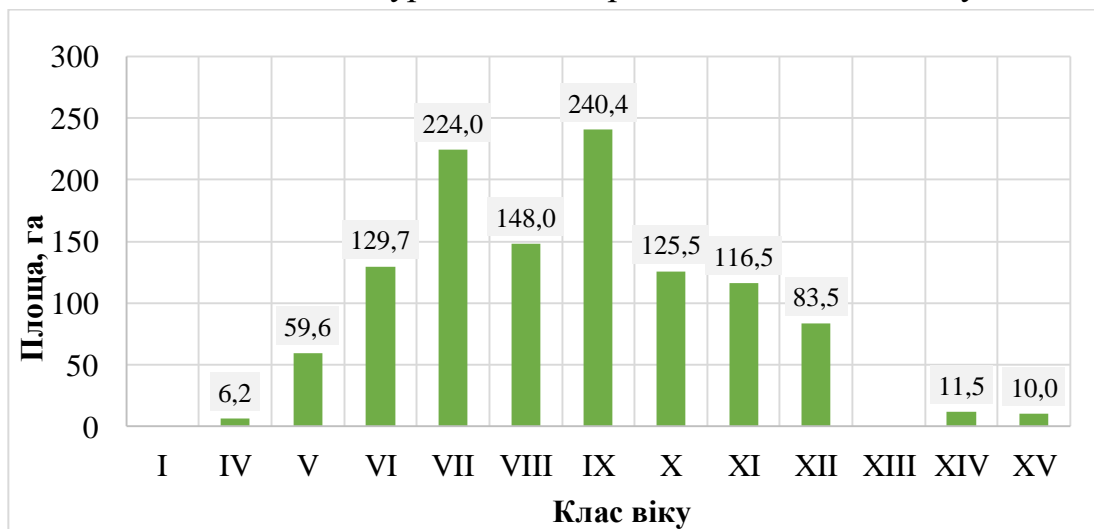


Рис. 3.5. Розподіл площі соснових деревостанів філії «Коростенське ЛМГ» пошкоджених шкідниками та уражених хворобами за класами віку

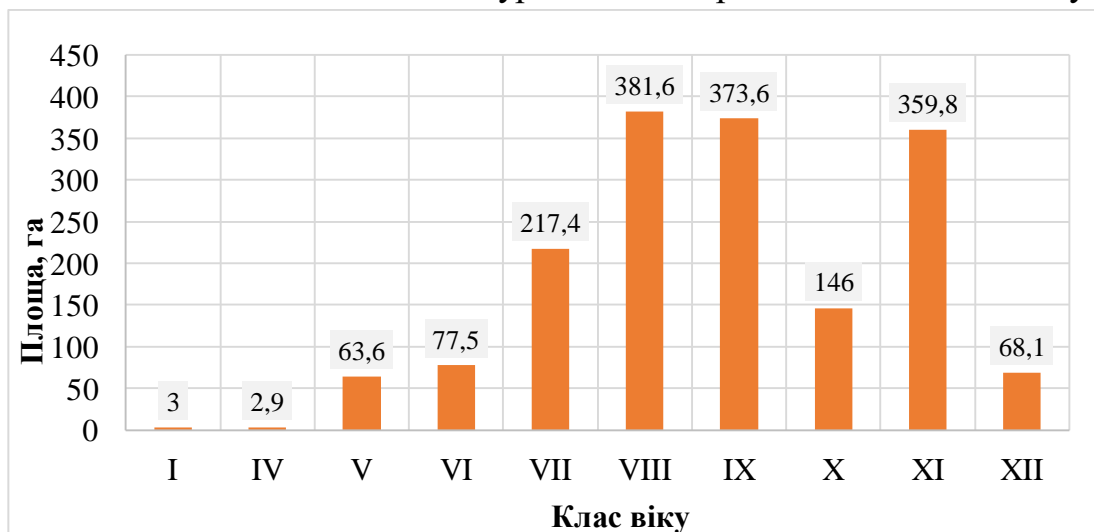


Рис. 3.6. Розподіл площі змішаних деревостанів філії «Коростенське

ЛМГ» пошкоджених шкідниками та уражених хворобами за класами віку

Нами також зроблемо спробу проаналізувати вплив повноти на зростання обсягів осередків всихання. Так, в результаті аналізу пошкоджених та уражених насаджень філії «Коростенське ЛМГ» за повнотою встановлено, що найбільш чутливими є насадження з повнотою 0,7-0,8, а найбільш стійкими є високоповнотні деревостани. У сильній ступені також уражаються (пошкоджуються) також деревостани з повнотами 0,4-0,6 і нижче, проте досить велика відстань між деревними рослинами у насадженні не дозволяє поширюватись інфекції контактним шляхом, що також створює перешкоди для розповсюдження шкідників.

При аналізі впливу бонітету деревостану на сійкість до пошкоджень чи уражень деревних рослин було виявлено, що найбільш чутливими є насадження 2 класу бонітету, проте дана ситуація пояснюється переважанням даного класу бонітету в деревостанах дослідного підприємства.

За останні роки в українських лісах виникла проблема поширення різних видів захворювань та шкідників. Головними причинами цього явища є зміни клімату, які призводять до зниження стійкості та ослаблення деревних рослин, що в свою чергу сприяє їхньому ураженню патогенними організмами. Дотепер більшість збудників хвороб та видів шкідників передусім впливали на вже ослаблені деревні рослини. Але на сучасний момент спекотні та сухі погодні умови сприяють зміні ситуації та масовому розповсюдженню фітопатогенів. Це може створити серйозну загрозу для збереження лісових насаджень.

Проаналізувавши дані які були відібрані у філії «Коростенське ЛМГ» із «Книги обліку шкідників і хвороб», було встановлено що, площі лісових соснових насаджень, які пошкоджені збудниками хвороб та пошкоджені шкідниками за останні п'ять років, поділяються за таким чином: 2018 рік – 363,6 га, 2019 рік – 360,6 га, 2020 рік – 250,9 га, 2021 рік – 204,5 га, 2022 рік – 185,7 га.

Динаміку площі пошкоджених шкідниками та уражених збудниками хвороб дубових, соснових і змішаних за складом деревостанів філії

«Коростенське ЛМГ» зображено на рис. 3.7.

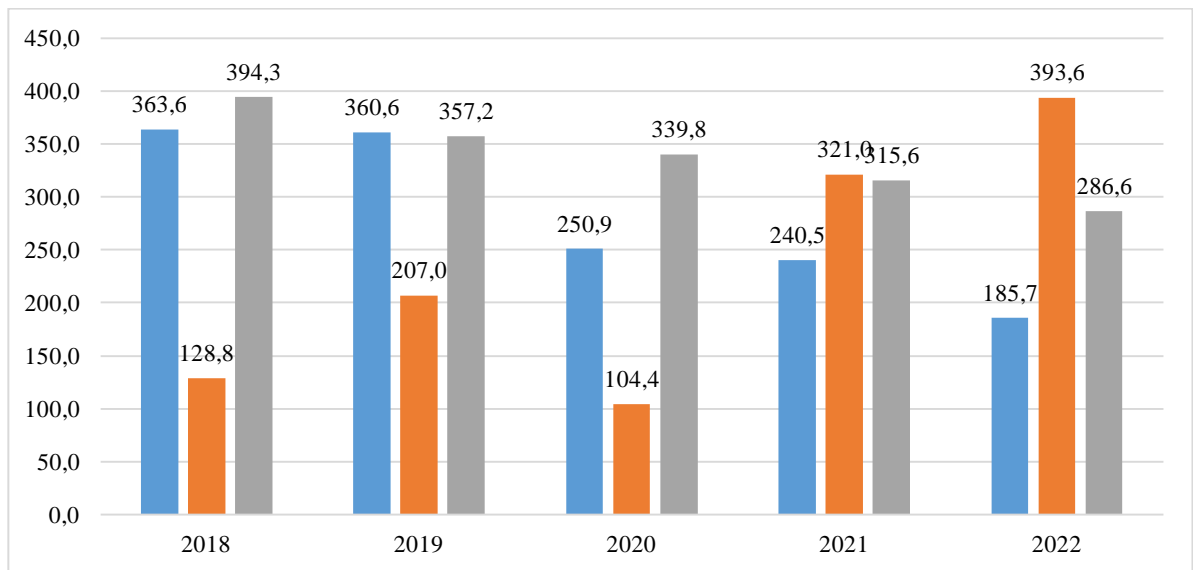


Рис. 3.7. Динаміка площі деревостанів філії «Коростенське ЛМГ» пошкоджених шкідниками та уражених хворобами за 2018-2022 рр. (сині стовпці – соснові деревостани, помаранчеві стовпці – дубові, сірі стовпці – мішані)

Проаналізувавши інформацію, яка була представлена на рис. 3.7, можна зробити висновок, що обсяги пошкоджених та уражених деревостанів починаючи із 2018 року мають стійку тенденцію до зниження, проте, пік ослаблення припадає на 2019 рік. У 2020 році площа пошкоджених та уражених деревостанів знов значно знизилася, порівняно із попередніми роками. Дана ситуація може свідчити про зменшення проблеми, тому що, зазвичай, масові спалахи розмноження більшості видів шкідників та збудників хвороб тривають 3-5 років та розвиваються хвилеподібно.

Науковцями доведено, що однією із головних причин ослаблень лісових насаджень є глобальні зміни клімату. Спираючись на цю причину була отримана та оброблена інформація із Житомирської метеорологічної станції щодо змін середньомісячних температур, а також змін кількості опадів за останні 15 років на території філії «Коростенське ЛМГ» (рис. 3.8 та 3.9).

Проаналізувавши дані, які наведені на рис. 3.8 бачимо, що середньорічна температура повітря збільшується, так протягом 2005-2019 р. Температура

зросла на 1,3 °C (з 8,3 °C у 2004 році до 9,6 °C у 2019 році). Крім цього, можна помітити значні перепади середньорічної температури. Загалом дана ситуація сприяє масовому розмноженню та розповсюдженню шкідників та хвороб.

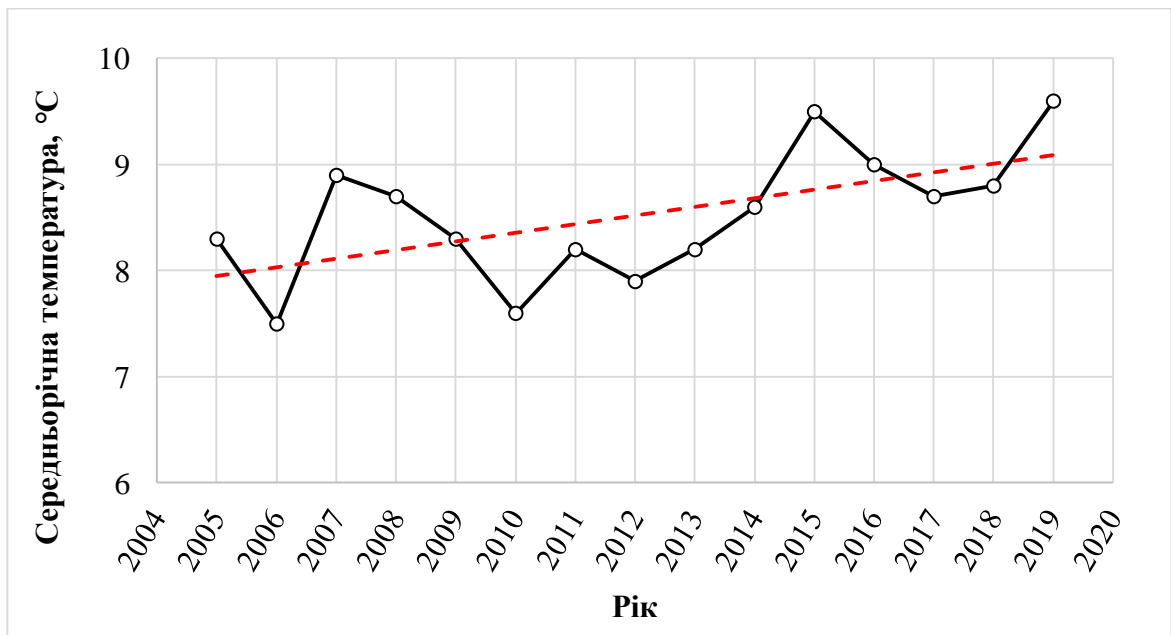


Рис. 3.8. Динаміка середньорічної температури на території філії «Коростенське ЛМГ»: за даними метеостанції м. Житомир (дані були отримані із інтернет ресурсу rp5.ua – <http://rp5.ua>)

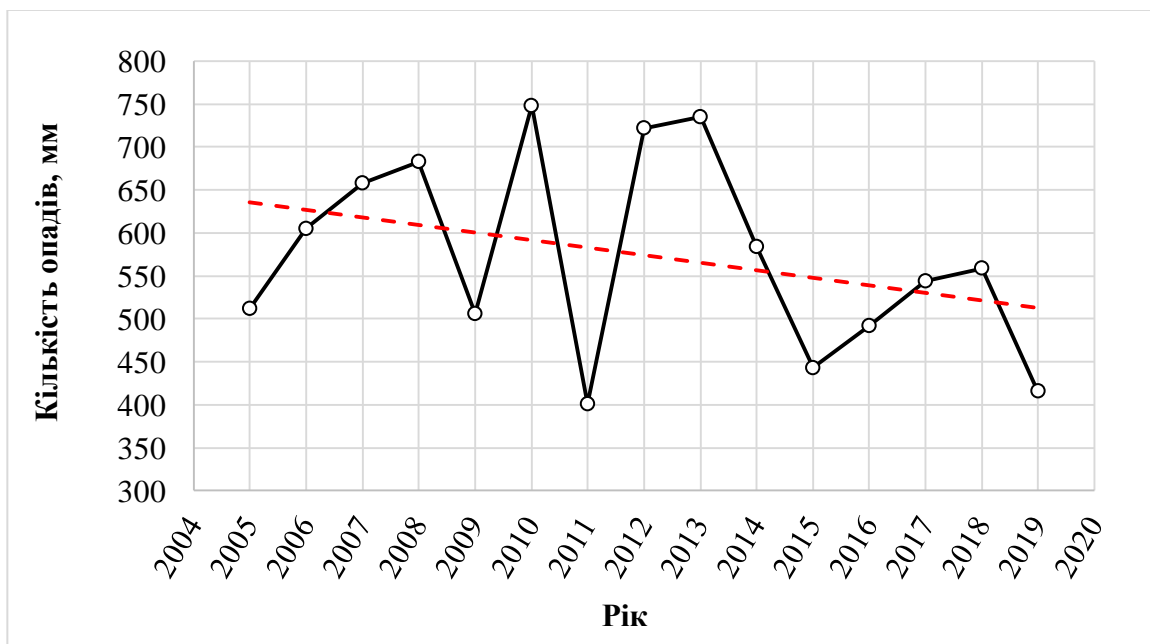


Рис. 3.9. Динаміка річної кількості опадів на території філії «Коростенське ЛМГ»: за даними метеостанції м. Житомир (дані були отримані із інтернет ресурсу rp5.ua – <http://rp5.ua>)

Проаналізувавши інформацію, що зображена на рис. 3.9 можна зробити висновки, що загальна кількість опадів з роками поступово знижується (із 505 мм у 2004 р. до 405 мм у 2019 р.). Річна кількість опадів у 2011 році була меншою, ніж середнє значення, що разом із високою температурою повітря створило сприятливі умови для масового розмноження та поширення хвороб і шкідників. Крім цього, великою проблемою є нерівномірність розподілу опадів по місяцях в межах одного року, а отже, за кілька місяців може випасти річна норма опадів, а у інші місяці зовсім може бути без опадів, що також впливає на ослаблення лісових насаджень.

Проаналізувавши метеодані можна зробити такі висновки, що рочиначи із 2005 року до 2019 року температура повітря на території дослідного регіону поступово збільшувалась, а кількісний обсяг опадів (мм), навпаки, зменшувався. Також спостерігався нерівномірний розподіл по місяцях за кількістю опадів. На діаграмі (рис. 3.8) видно, що середньорічна температура повітря у 2015 році перевищує середні показники майже на 1 °С, і також в цей же рік відмічається випадання найменшої кількості опадів (близько 400 мм) (рис. 3.9), що в сумі може бути однією із головних причин початку розвитку масового всихання соснових лісів по території філії «Коростенське ЛМГ».

Ще однією із причин ослаблення і всихання деревостанів дослідники вважають антропогенні чинники [7, 16, 29]. На їхню думку, збільшення обсягів осередків прширення хвороб і шкідників у лісі, було спричинено змінами в видовому складі деревостанів, оскільки склад лісів останніми десятиріччями був вагомо змінений людською діяльністю шляхом сільськогосподарського використання земель. Зростання пошкоджуваних територій лісів шкідниками родини Короїди за останні роки загалом також пов'язують зв змінами в структурі та складі лісових деревостанів. Фактори, такі як висадження лісових культур за межами їхнього природного ареалу та зміни в розподілі за класами віку, призвели до збільшеної вразливості насаджень перед різними видами шкідників та хвороб.

Загальний санітарний стан лісів у філії «Коростенське ЛМГ», так само, як і загалом по всій території України, від 2015 року почав швидко погіршуватися, переважно через глобальні зміни клімату. Протягом останніх років спостерігається висихання таких деревних видів рослин, як ялина європейська, сосна звичайна, дуб звичайний, ясен звичайний та береза повисла.

Аналізуючи дані, які використовувалися в попередніх розділах, а також з опрацьованої літературні джерела, можна зробити висновки, що в умовах теплового та посушливого клімату відбувається поступове ослаблення лісових насаджень та активізація життєдіяльності небезпечних видів шкідників та збудників хвороб, що сприяє їхньому масовому розмноженню та поширенню. У таких умовах фітопатогени та шкідники поширюються не лише серед ослаблених деревних рослин, але й серед здорових, що призводить до їхнього швидшого відмирання. Можна зазначити, що оптимальним періодом для боротьби зі шкідниками та збудниками інфекційних хвороб є зимовий період, коли активність більшості абіотичних та біотичних чинників навколишнього середовища припиняється. Однак, у зв'язку з поточною санітарною ситуацією та кліматичними змінами, пов'язаними зі викидами в атмосферу парникових газів в результаті експлуатації природних ресурсів, таких як вугілля, нафта та газ, очікується погіршення природних умов для росту лісових насаджень. Це, в свою чергу, впливатиме на загальний санітарний стан лісів.

Деякі науковці також вважають, що антропогенні фактори становлять одну з основних причин висихання лісів [19, 36]. Згідно з їхнім переконанням, збільшення площ пошкоджених територій шкідниками та збудниками хвороб є результатом впливу діяльності людини.

Вчені лісівники з України та з інших країн Європи вважають, що найбільш ефективним методом боротьби із небезпечними видами шкідників та збудників хвороб є своєчасне проведення санітарних рубань для видалення свіжозаражених деревних рослин та швидке вивезення пошкодженої деревини з лісової території або обробка та утилізація порубкових залишків шляхом спалення, подрібнення та вивезення. Цей захід розглядається як найбільш

ефективний у протистоянні з фітопатогенами.

Дослідження показують, що, перш за все, шкодочинному впливу фітопатогенів піддаються одноярусні та одновікові лісові ділянки з однією або двома основними породами. Такі насадження менше стійкі до впливу збудників інфекційних захворювань і піддаються впливу різноманітних негативних факторів довкілля, таких як вітровал, бурелом, злива, обмерзання та ін. Отже, при формуванні лісових культур важливо створювати мішані за складом лісові насадження, оскільки саме вони є найбільш стійкими до різноманітних ризиків. Серед основних лісоутворюючих порід варто відзначити: сосну звичайну, ялину звичайну, дуб звичайний, а також такі супутні породи, як клен гостролистий, граб звичайний, липа дрібнолиста, ясен звичайний та інші.

Враховуючи вищезазначене, важливо готуватися до можливого погіршення санітарного стану лісових насаджень у майбутньому, а також до втрати їхньої стійкості відносно шкідників і збудників хвороб. Для збільшення стійкості лісу до впливу зміни клімату, а також дії фітопатогенів, необхідно формувати насадження, які будуть адаптованими до таких змінних умов. Лісівникам слід розглядати можливість зміни своєї діяльності шляхом впровадження нових методів, близьких до природних принципів лісівництва. Це включає в себе формування насаджень, що мають різні вікові групи та складну структуру, а також використання потенціалу природного поновлення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Відповідно до результатів досліджень встановлено, що основними чинниками всихання та погіршення санітарного стану лісових насаджень філії «Коростенське ЛМГ» є зміни клімату, зокрема збільшення середньорічних температур. Негативний вплив також виявляється через зниження рівня ґрунтових вод, а значною мірою – через зменшення кількості опадів (у 2004 році середня кількість опадів становила 505 мм/рік, а у 2019 році цей показник знизився до 405 мм/рік) та їх нерівномірний розподіл за місяцями. Ці фактори можуть спричинити всихання таких видів, як сосна звичайна, дуб звичайний, береза повисла та інші, особливо стосовно дерев стиглого та пристигаючих класів віку.

Осередки всихання лісів у філії «Коростенське ЛМГ» були виявлені досить давно, проте серйозна увага до цієї проблеми зверталася лише з 2015 року. На сьогодні захворювання та шкідники поширилися на всій території лісового фонду. У період початкового розповсюдження хвороб і шкідників спостерігалось відмирання окремих дерев, а з часом зафіксовано, що групи різних видів дерев почали виявляти ознаки всихання в межах лісової території. Зокрема, площі осередків всихання сосни звичайної на території філії «Коростенське ЛМГ», за останні 5 років такі: 363,6 га у 2018 році, 360,6 га у 2019 році, 250,9 га у 2020 році, 204,5 га у 2021 році та 185,7 га у 2022 році.

Видовий склад небезпечних шкідників та збудників інфекційних хвороб, які зафіксовані нами на території філії «Коростенське ЛМГ» наступний: комплекс шкідників родини *Geometridae* та стовбурові шкідники, зокрема *Ips acuminatus*, збудник стовбурової гнилі – *Phellinus pini*, збудники кореневих та прикореневих гнилей – *Heterobasidion annosum* та *Armillariella mellea*, ракове захворювання на дубі невстановленого походження – поперечний рак, раково-виразкові захворювання – *Cronartium flaccidum* та *Melampsora pinitorqua*, судинна хвороба – *Graphium ulmi* та ін.

Нами проаналізовано вплив головних лісівничо-такасаційних показників (клас віку, бонітет і повнота) на стійкість деревостанів до шкодочинного впливу

небезпечних видів шкідників і збудників хвороб. Встановлено, що найбільш сприйнятливими до впливу негативних абіотичних і біотичних чинників довкілля є лісові насадження сосни звичайної 6-8 класів віку (площі осередків: 224,0 га – 7 клас віку; 148,0 га – 8 класу віку та 240,4 га – 9 класу віку) з повнотою 0,7-0,8, що зростають за 2 класу бонітету.

Враховуючи глобальні кліматичні зміни, нераціональну антропогенну діяльність, розширення ареалу небезпечних видів збудників хвороб і шкідників, важливо розпочати готуватися у майбутньому до ймовірного погіршення фітосанітарного стану лісових деревостанів, а також до втрати їхньої імунності та резистентності. Для якісного вирішення цих проблем вже зараз необхідно розробляти та впроваджувати нові стратегічні рішення щодо лісового господарювання, які були б направлені на адаптацію лісових екологічних систем до кліматичних змін та формування відповідних умов для збереження видового біорізноманіття лісів.

Ключовими заходами можуть бути впровадження нових технологій, які підвищують стійкість лісових насаджень до негативного впливу зовнішніх факторів, в тому числі змін клімату. Також важливо активно здійснювати моніторинг стану лісів, вчасно виявляти ознаки захворювань і поширення шкідників, адекватно реагувати на ці явища шляхом проведення санітарних заходів та лісового лікування.

Окрім того, розробка та впровадження програм збереження та відтворення мішаних лісових культур може допомогти підвищити стійкість екосистем до змін у кліматі та запобігти масовому всиханню порід. Такі заходи сприятимуть стабільному функціонуванню лісових комплексів та збереженню їхньої екологічної цінності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреева О. Ю., Гудзій А. І., Вишневецький А. В. Поширення осередків масового розмноження короїдів у соснових насадженнях Рівнен. Полісся. *Науковий вісник НЛТУ*. 2018. 28. С. 14–17.
2. Всихання сосни набуло загрозливих масштабів. ДП «Баранівське ЛМГ»: веб-сайт. URL: <http://dlmg.baranivka.info/index.php/news/89-vsikhannia-sosny-nabulo-zahrozlyvykh-masshtabiv> (дата звернення: 12.10.2023).
3. Всихання хвойних лісів – проблема набула загрозливих масштабів. Інформ. аналітю матер. до науково–практ. Конфер. з питань напрацювання заходів попер. поширення шкідників і хвороб лісу та щодо охорони лісів від пожеж: веб-сайт. URL: http://khersonlis.org.ua/images/_stories/buklet%20vs.pdf (дата звернення: 03.11.2023).
4. Жуковський О. В., Орлов О. О., Зборовська О. В. та ін. Санітарний стан соснових деревостанів після проведення ВСП, у кулісах та дрібноконтурних ділянках в осередках ураження короїдом верхівковим. *Науковий вісник НЛТУ*. 2018, 28.8. С. 87–91.
5. Заячук В. Я. Дендрологія: підруч.. для студ. ВНЗ. Національний лісот. університет України. Львів: Апріорі, 2008. 656 с.
6. Звіт для громадськості по моніторингу господ. діяльності і ЛВПЦ державного підприємства «Баранівське ЛМГ» за 2017, 2017. С. 6–18.
7. Звіт з оцінки впливу на довкілля «Спец. використання лісових ресурсів в порядку проведення РГК Державним підприємством «Коростенське ЛМГ», 2019. С. 90–21.
8. Інформація що до шкідника хвойних лісів–верхівкового короїда: веб-сайт. URL: <http://ztdpss.gov.ua> (дата звернення: 22.10.2023).
9. Колегія державного агентства лісових ресурсів про санітарний стан лісів: веб-сайт. URL: <http://dklg.kmu.gov.ua> (дата звернення: 12.10.2023).
10. Коренева губка нищить соснові ліси в житомирщині: веб-сайт. URL: <https://infomalin.biz/news/ekologiya/malin/koreneva-gubka-nishchit-sosnovi-lisi.htm> (дата звернення: 6.10.2023).

11. Коренева губка Ліс, інтернет–журнал: веб-сайт. URL: <https://givoyles.ru/articles/bolezni/kornevaya-gubka/> (дата звернення: 16.10.2023).
12. Матеріали міжнародної науково–практичної конференції 12–13 червня 2019 року Соснові ліси сучасний стан існуючі проблеми та шляхи їхнього вирішення: веб-сайт. URL: https://uriffm.org.ua/sites/default/files/tezy_sosna19_final.pdf (дата звернення: 20.09.2023).
13. Опис п'ядунів: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 18.10.2023).
14. Опис сосни звичайної: веб-сайт. URL: <https://decor-garden.com.ua/derevo/sosna-ob.php.htm> (дата звернення: 02.11.2023).
15. Поперечний рак дуба опис хвороби: веб-сайт. URL: <http://dendrology.ru/forest/item/f00/s00/e0000687/index.shtml> (дата звернення: 12.10.2023).
16. Про затвердження Порядку поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних ліс. ділянок: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/733-2007-%D0%BF> (дата звернення: 8.11.2023).
17. Проект організації і розвитку лісогосподарського підприємства ДП «Коростенське ЛМГ». Ірпінь. ВО «Укрдержліспроект». 2017 р.
18. Санітарний стан лісів в Україні: веб-сайт. URL: <https://vinwood.gov.ua> (дата звернення: 02.11.2023).
19. Як захистити українські ліси від шкідників та збуд. хвороб. Державне агентство ЛР України: веб-сайт. URL: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=122254&cat_id=32888 (дата звернення: 15.10.2023).
20. Як зупинити масове всихання лісів? Крижопільське лісове господарство: веб-сайт. URL: <https://kryzhopillis.org.ua/pres-sluzhba/novina/article/jak-zupiniti-masove-vsikhannja-lisiv.html> (дата звернення: 06.11.2023).

21. Čada V. Frequent severe disturbances and non–equilibrium natural landscape dynamics shaped spruce forest in central the mountain Europe. *Forest Ecology and Management*. 2016. Vol. 363. P. 169–178.
22. Holmes T. P. Price and Welfare Effects of Catastrophic Forest Damage From Southern Pine Beetle Epidemics. *Forest Science*. 1991. 37.2. P. 500–516.
23. Jarvis D., Kulakowski D. history Long–term and mountain synchrony of pine beetle outbreaks pine forests in lodgepole. *Journal of Biogeography*. 2015. № 42. P. 1029–1039.
24. Muller M. How natural disturbance triggers political conflict: bark beetles in the Bavarian Forest. *Glob. Envir.Change*. 2011. 21. P. 935–946.
25. Seidl R. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nature Climate Change*. 2014. 4. P. 806–810.
26. Seidl R. Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. *Glob. Change Biology*. 2011. 17. P. 2842–2852.
27. Senf C., Seidl R. Natural disturbances are spatially diverse but temporally synchronized across temperate forest landscapes in Europe. *Glob. Change Biology*. 2018. 24. P. 1201–1211.
28. Temperli C. Cross–scale climate among interactions bark beetles, change, and wind disturbances: modeling a landscape approach. *Ecological Monographs*. 2013. №83. P. 383–402.
29. Як зупинити масове всихання лісів? Крижопільське лісове господарство: веб-сайт. URL: <https://kryzhopillis.org.ua/pres-sluzhba/novina/article/jak-zupiniti-masove-vsikhannja-lisiv.html> (дата звернення: 06.11.2023).
30. Bonan, G. B. (2008). Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320 (5882), 1444-1449.
31. Brovkin, V., Raddatz, T., Reick, C. H., Claussen, M., & Gayler, V. (2009). Global biogeophysical interactions between forest and climate. *Geoph. research letters*, 36(7).
32. Čada V. Frequent severe disturbances and non–equilibrium natural

landscape dynamics shaped spruce forest in central the mountain Europe. *Forest Ecology and Management*. 2016. Vol. 363. P. 169–178.

33. Canadell, J. G., & Raupach, M. R. (2008). Managing forests for climate change mitigation. *Science*, 320(5882), 1456-1457.

34. Holmes T. P. Price and Welfare Effects of Catastrophic Forest Damage From Southern Pine Beetle Epidemics. *Forest Science*. 1991. Vol. 37. № 2. P. 500–516.

35. Jarvis D., Kulakowski D. history Long-term and mountain synchrony of pine beetle outbreaks pine forests in lodgepole. *Journal of Biogeography*. 2015. № 42. P. 1029–1039.

36. Muller M. How natural disturbance triggers political conflict: bark beetles and the meaning of landscape in the Bavarian Forest. *Global Environ. Change*. 2011. 21. P. 935–946.

37. Seidl R. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nat. Climate Change*. 2014. 4. P. 806–810.

38. Seidl R. Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. *Global Change Biol*. 2011. 17. P. 2842–2852.

39. Senf C., Seidl R. Natural disturbances are spatially diverse but temporally synchronized across temperate forest landscapes in Europe. *Global Change Biology*. 2018. 24. P. 1201–1211.

40. Temperli C. Cross-scale climate among interactions bark beetles, change, and wind disturbances: modeling a landscape approach. *Ecological Monographs*. 2013. №83. P. 383–402.