

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології

Кафедра лісового та садово-паркового господарства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ДІДУС МАКСИМ ВІКТОРОВИЧ

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

УДК 630*4

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Вплив кліматичних змін на поширення і розвиток грибних
захворювань у лісових екосистемах
філії “Ємільчинське лісове господарство”
(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., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2024

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ __ від «__» грудня 2024 р.

Завідувач кафедри _____

К.С-Г.Н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Сірук Юрій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

«__» грудня 2024 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Дідус Максим Вікторович** 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

Дідус М. В. : «Вплив кліматичних змін на поширення і розвиток грибних захворювань у лісових екосистемах філії «Смільчинське лісове господарство». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

У випускній кваліфікаційній роботі досліджується, як зміни температурного режиму, вологості та інших кліматичних факторів довкілля впливають на розвиток фітопатогенних організмів у лісових екосистемах. Особлива увага приділяється вивченню взаємозв'язку між кліматичними змінами і змінами у виникненні та нарості площ осередків всихання лісових деревних рослин у філії «Смільчинське ЛГ». Використано аналіз довгострокових кліматичних даних, моніторинг фітосанітарного стану в польових умовах, лабораторні дослідження для виявлення фітопатогенів, а також статистичні моделі для оцінки взаємозв'язків між кліматичними змінами і захворюваннями. Виявлено, що підвищення температури корелює з поширенням і розвитком грибних захворювань. Зокрема, зростання температури може сприяти підвищенню частоти епідемій і агресивності фітопатогенів, що негативно позначається на здоров'ї лісових екосистем. Встановлено, що найбільш поширені причинами погіршення санітарного стану у лісах філії «Смільчинське ЛГ» є поперечний рак дуба, *Cronartium flaccidum*, всихання дерев невстановленої етіології, бактеріальна водянка берези і дуба, гриби-трутовики (*Phellinus pini*, *Heterobasidion annosum*, *Fomitopsis betulina*, *Fomitopsis pinicola*, *Fomes fomentarius* та ін.). Рекомендовано розпочати розробку адаптаційних стратегій для управління лісовими ресурсами і контролю інфекційних захворювань в умовах кліматичних змін.

Ключові слова : лісові екосистеми, фітопатоген, поширення, кореляція, температурний режим, гідротермічний стрес.

ANNOTATION

Didus M. V.: "The influence of climate change on the spread and development of fungal diseases in the forest ecosystems of the Yemilchynske forestry". Qualification work for a master's degree in specialty 205 – forestry. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The final qualification work examines how changes in the temperature regime, humidity and other climatic factors of the environment affect the development of phytopathogenic organisms in forest ecosystems. Special attention is paid to the study of the relationship between climatic changes and changes in the occurrence and growth of the areas of drying centers of forest woody plants in the Yemilchynske forestry. The analysis of long-term climatic data, monitoring of phytosanitary conditions, laboratory studies for the detection of phytopathogens, as well as statistical models for assessing the relationship between climatic changes and diseases were used. It was found that an increase in temperature correlates with the spread and development of fungal diseases. In particular, the increase in temperature can increase the frequency of epidemics and the aggressiveness of phytopathogens, which negatively affects the health of forest ecosystems. It was established that the most common reasons for the deterioration of the sanitary condition in the forests of the "Yemilchynske forestry are oak transverse cancer, *Cronartium flaccidum*, dieback of trees of unknown etiology, bacterial wetwood of birch and oak, tinder fungi (*Phellinus pini*, *Heterobasidion annosum*, *Fomitopsis betulina*, *Fomitopsis pinicola*, *Fomes fomentarius*, etc.). It is recommended to start the development of adaptation strategies for the management of forest resources and the control of infectious diseases in the conditions of climate change.

Key words: forest ecosystems, phytopathogen, distribution, correlation, temperature regime, hydrothermal stress.

ЗМІСТ

Анотація		3
Перелік умовних позначень і скорочень		6
Вступ		7
РОЗДІЛ І.	ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ПОШИРЕННЯ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ ХВОРОБ ЛІСУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	9
РОЗДІЛ ІІ.	МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ’ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
	2.1. Коротка характеристика філії «Ємільчинське ЛГ»	18
	2.2. Методика дослідження	20
	2.3. Характеристика пробних ділянок	22
РОЗДІЛ ІІІ.	АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	25
	3.1. Загальний санітарний стан лісів філії «Ємільчинське ЛГ» та чинники його ослаблення	25
	3.2. Вплив абіотичних чинників довкілля на санітарний стан лісових насаджень філії «Ємільчинське ЛГ»	28
Загальні висновки		32
Список використаних джерел		34
Додатки		38

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

МГЕЗК – Міжурядова група експертів зі зміни клімату,

ГЛ – Глобальне потепління,

КЗ – Кліматичні зміни,

ПГ – Парниковий газ,

ТПС – Температурний поріг стійкості,

ВТ – Вегетаційний період,

ОЗ – Оздоровчі заходи (в лісовому господарстві),

ФС – Фітосанітарний стан,

СП – Стійкість до патогенів,

ІХ – Інтенсивність хвороб,

МХ – Моделювання хвороб,

ЗР – Зони ризику,

ПХ – Поширення хвороб,

АФ – Абіотичні фактори,

БФ – Біотичні фактори,

ЛНП – Лісові насадження під загрозою.

ВСТУП

Вплив кліматичних змін на поширення і розвиток грибних захворювань у лісових екосистемах є вельми *актуальною темою* в контексті сучасної екологічної кризи. Зміни клімату значно впливають на біорізноманіття лісів, зокрема сприяючи поширенню патогенних грибів, які можуть негативно впливати на здоров'я лісів та їх екосистемні функції. Дослідження в цій області є важливим для розуміння механізмів взаємодії кліматичних змін і біологічних процесів у лісах, а також для розробки стратегій управління лісовими ресурсами в умовах зміни клімату.

Метою роботи – визначити вплив кліматичних змін на поширення і розвиток грибних захворювань у лісових екосистемах філії «Ємільчинське ЛГ» з метою розробки ефективних заходів для збереження здоров'я лісів.

Основні завдання дослідження:

1. Аналіз наукових досліджень щодо впливу кліматичних змін на грибні захворювання у лісових екосистемах.
2. Збір даних про температуру, опади, вологість та інші кліматичні показники у регіоні дослідження.
3. Проведення польових досліджень для ідентифікації грибних захворювань у лісових масивах філії «Ємільчинське ЛГ». Визначення умов, які сприяють розвитку грибних захворювань.
4. Кореляційний аналіз між змінами клімату та поширенням грибних захворювань.
5. Рекомендації щодо управління лісовими екосистемами з урахуванням кліматичних змін.

Об'єктом дослідження – лісові екосистеми філії «Ємільчинське ЛГ», які зазнають впливу кліматичних змін.

Предметом дослідження – поширення та розвиток грибних захворювань у лісових екосистемах під впливом змін кліматичних умов.

Методи досліджень. Дослідження впливу кліматичних змін на поширення збудників мікозів у лісостанах філії «Ємільчинське ЛГ» включають

різні наукові методи: метеорологічні спостереження, фітопатологічні дослідження, експериментальні дослідження, моделювання та прогнозування, системні дослідження екосистем та ін.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Didus M. V. The influence of climate change on the spread and development of fungal diseases in the forest ecosystems of the branch «Yemilchynske forestry» *Ліс, наука, молодь: матеріали XII Всеукр. наук.-практ. конф. (26 листопада 2024 р.)*. – Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 62.

2. Швець М., Жайворон Д., **Дідус М.**, Піка А., Дмитренко А. Стовбурові шкідники у насадженнях філії «Коростенське ЛМГ» ДП «Ліси України»: видовий склад та поширення. *Лісовирощування: історична та інноваційна діяльність у галузі лісового господарства* [електронне видання] : збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції до 205-річчя з дня народження В. Є. фон Граффа, м. Овруч-Малин, 08 листопада 2024 року. Малин : Малинський фаховий коледж. Видавництво : МФК, 2024. С. 176-177.

3. Zhayvoron, D. V., **Didus, M. V.**, Pika, A. O., Lyashishyn, V. V. Xylophagous insects in the stands of the branch “Korostenske forestry”: species composition and distribution. *Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства: 78-ої Всеукр. наук.-практ. студ. конф. (7 листопада 2024 року)*, Київ : НУБіП України, 2024. С. 115.

Практичне значення отриманих результатів. Це дослідження дозволить глибше зрозуміти зв'язок між кліматичними змінами та грибними захворюваннями у лісових екосистемах, а також розробити ефективні заходи для збереження лісів.

Структура та обсяг роботи. Робота має наступну структуру: вступ, 3 основних розділи, загальні висновки та додатки. Обсяг роботи становить 42 сторінок тексту, з них 36 сторінок припадає на основну частину. У роботі використано 40 джерел літератури, якими користувались при написанні роботи.

РОЗДІЛ I

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ПОШИРЕННЯ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ ХВОРОБ ЛІСУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Кліматичні зміни є однією з найсерйозніших глобальних проблем сучасності, що впливають на всі аспекти екосистем. Лісові екосистеми не є винятком. Зміни температури, рівня опадів та частоти екстремальних погодних явищ значно впливають на здоров'я лісів. Одним з ключових аспектів цього впливу є зміна поширення та інтенсивності хвороб лісових дерев, викликаних фітопатогенами. У цьому дослідженні розглянуто основні механізми впливу кліматичних змін на хвороби лісу та їх наслідки для лісових екосистем.

Температура є ключовим фактором, що впливає на життєвий цикл та розмноження фітопатогенів. Підвищення середньорічних температур може сприяти більш швидкому розвитку патогенів та збільшенню кількості поколінь протягом року. Це може призвести до збільшення інтенсивності хвороб та їх поширення в нові регіони, де раніше клімат був занадто холодним для виживання патогенів [16,22].

Кількість і розподіл опадів впливають на вологість ґрунту та повітря, що є важливими факторами для розвитку багатьох фітопатогенів. Збільшення кількості опадів може створювати сприятливі умови для розвитку грибкових захворювань, таких як коренева гниль та іржа. Навпаки, зменшення опадів та часті посухи можуть послаблювати дерева, роблячи їх більш вразливими до інфекцій [35].

Збільшення частоти екстремальних погодних явищ, таких як урагани, буревії та зливи, може призводити до механічних пошкоджень дерев та створювати вхідні ворота для патогенів. Такі події також можуть сприяти розповсюдженню спор патогенів на великі відстані.

Одним з прикладів впливу кліматичних змін на грибкові захворювання є збільшення поширення голландської хвороби в'яза (*Ophiostoma ulmi*). Підвищення температури сприяє активнішому розмноженню жука-короїда,

який є переносником цього патогена. Це призвело до значного скорочення популяцій в'язів у багатьох регіонах [7, 30].

Бактеріальні захворювання, такі як вогнищева бактеріальна гниль, також можуть посилюватися під впливом змін клімату. Наприклад, *Xylella fastidiosa*, що викликає різноманітні хвороби у рослин, може поширюватися на нові території з підвищенням температури. Цей патоген вже завдав значної шкоди оливковим плантаціям у Європі [29].

Вірусні захворювання, передавані через комах, можуть поширюватися швидше у теплішому кліматі. Наприклад, вірусне захворювання хвої сосни, яке переноситься сосновими короїдами, може поширюватися на більші площі через збільшення чисельності та активності переносників [13].

Збільшення інтенсивності хвороб може призводити до масової загибелі дерев, що, в свою чергу, зменшує біорізноманіття лісів. Це може мати негативний вплив на екосистемні послуги, які надають ліси, такі як регуляція клімату, водозбереження та підтримка ґрунтової родючості [5, 36].

Хвороби можуть змінювати структуру та динаміку лісових екосистем, впливаючи на взаємодію між видами. Наприклад, втрата певних видів дерев може вплинути на популяції тварин, що залежать від них для їжі або місць проживання [40].

Ліси мають важливе економічне значення для багатьох регіонів. Зменшення кількості здорових дерев може призвести до втрат у лісовій промисловості, зниження доходів від туризму та інших видів діяльності, пов'язаних з лісами [7, 13].

Розвиток систем моніторингу для раннього виявлення хвороб є ключовим кроком у запобіганні їхньому поширенню. Використання сучасних технологій, таких як дистанційне зондування та молекулярні методи діагностики, може значно підвищити ефективність моніторингу.

Виведення та впровадження стійких до хвороб сортів дерев є важливим заходом для зменшення впливу патогенів. Це може включати як традиційні методи селекції, так і сучасні біотехнологічні підходи [25].

Таблиця 1.1

Впливу чинників довкілля на ліс

Основні чинники			
Абіотичні чинники		Біологічні чинники	Антропогенні чинники
Кліматичні умови	Ґрунтові умови	Рослинні види	Вирубка лісу
Температура	Тип ґрунту	Тваринні види	Забруднення повітря і води
Вологість	Родючість	Мікроорганізми (бактерії, гриби)	Лісові пожежі (спричинені людською діяльністю)
Опади	Вміст води	Інвазивні види	Зміни в користуванні землями
Сонячне випромінювання	pH ґрунту	Фітопатогени (віруси, бактерії, гриби)	Інтенсивність рекреаційного використання
	Наявність поживних речовин		
Вплив чинників на ліс			
Зміни в біорізноманітті	Вразливість до хвороб	Кліматичні зміни	Екосистемні послуги
Втрата видів	Зниження продуктивності	Підвищення температури	Зниження регуляції клімату
Зміна структури рослинного покриву	Лісові хвороби та шкідники	Зміни в режимі опадів	Погіршення якості води
Поява нових видів	Поширення фітопатогенів	Часті посухи або повені	Зміни в циклах поживних речовин
Фізіологічний стан дерев	Зростання чисельності шкідників	Екстремальні погодні явища	Втрата рекреаційної цінності
Зміни в рості і розвитку	Взаємодія між видами патогенів та шкідників		

Ця схема показує комплексну взаємодію різних чинників довкілля і їх вплив на лісові екосистеми. Кліматичні умови впливають на фізіологічний стан дерев, їх здатність протистояти хворобам та шкідникам, а також на загальну продуктивність лісу. Ґрунтові умови впливають на ріст і розвиток лісових дерев, визначають наявність поживних речовин і води, необхідних для їх здорового стану. Біологічні чинники включають взаємодію між різними видами в лісі, включаючи рослини, тварин, мікроорганізми, а також вплив інвазивних видів. Антропогенні чинники спричиняють зміну в екосистемах, зниження якості довкілля, вирубку лісів, забруднення, і впливають на кліматичні зміни. Кліматичні зміни є результатом впливу антропогенних факторів і, у свою чергу, впливають на всі інші чинники, створюючи замкнутий цикл впливу [19].

Глобальне потепління спричинило початок переміщення південних природних зон в Україні на північ (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Заміщення природних зон в Україні [19]

У деяких районах Одеської та Херсонської областей вже спостерігаються ознаки формування пустельного клімату. В таких умовах успішність ведення лісового господарства тут критично залежить від кількості опадів.

При поступовому підвищенні температури стабільність опадів поступово призводить до дефіциту вологи. Підвищення температури в світі впливає на

сільське та лісове господарство, збільшуючи ціни на сільськогосподарську продукцію. Цей ефект називають *heatflation*, що можна перекласти як "спекофляція". Висока температура призвела до зменшення врожаїв оливки та арахісу, і змусила змінювати ареали вирощування цих культур, особливо відчутно це в країнах глобального Півдня. Україна знаходиться в менш критичній ситуації порівняно з іншими країнами, що обумовлено крихким балансом щодо забезпечення вологою [25, 37].

Дослідження показали, що вологість клімату є найважливішим обмежуючим фактором для розвитку дуба звичайного та сосни звичайної [3]. Прогнози вказують на те, що протягом 2080-2100 років очікується суттєве зменшення території, де кліматичні умови оптимальні для росту цих деревних порід, саме через зміни у вологості (рис.1.2).

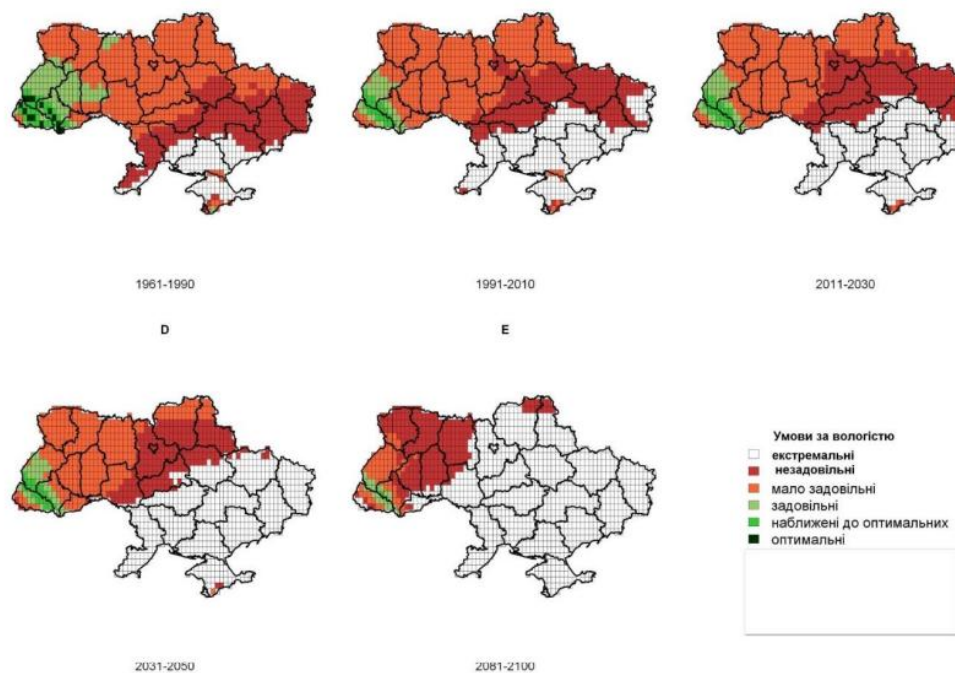


Рис. 1.2. Прогнозування динаміки змін умов навколишнього середовища для сосни звичайної за сценарієм кліматичних змін МГЕЗК А1В [3]

Ці зміни можуть мати значний вплив на поширення та життєздатність дубових та соснових лісів у майбутньому. Зменшення площі з оптимальними

умовами росту може призвести до змін у структурі лісових екосистем та потенційно вплинути на біорізноманіття регіонів, де ці види наразі домінують.

Сучасне глобальне потепління клімату стає дедалі очевиднішим, незважаючи на постійні дискусії щодо причин його виникнення. За даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату, середньорічна температура повітря за період з 1905 по 2005 рік підвищилася приблизно на 0,7 °C. Водночас інтенсивність потепління варіюється в різних регіонах світу. На всій території України показники річної температури підвищуються більш ніж удвічі швидше, ніж у середньому по світу: з 1905 по 2005 рік вона зросла на 1,5 °C. Температурні тренди відрізняються в різних регіонах країни: найбільш інтенсивне потепління спостерігається в центральних та північно-східних областях. Окрім підвищення середніх температур, також суттєво змінюється характер температурних аномалій. Річні максимальні та, особливо, мінімальні температури підвищуються швидшими темпами, а кількість днів з аномально низькими і аномально високими температурами зменшується [2, 29].

Зміни річної кількості опадів мають складніший характер. Загалом, у регіонах, де опадів було достатньо, їх кількість збільшується, тоді як у зонах, що раніше відчували дефіцит опадів, їх стає ще менше. Протягом останніх 40 років на більшій частині території нашої країни річні суми опадів збільшилися. Однак у деяких регіонах, зокрема на півдні Далекого Сходу, кількість опадів зменшилася, особливо влітку. Кліматичні зміни впливають на всі типи рослинного покриву суші, включаючи ліси. Зміна кліматичних умов може призвести до змін у видовому складі та формаціях лісового покриву, особливо на межах ареалів поширення деревних порід [13].

Для збереження та сталого розвитку лісового покриву необхідно впроваджувати адаптаційні заходи, які включають як посилення традиційних методів охорони лісів, так і розробку нових нормативів управління лісовим господарством, адаптованих до змін клімату. Розробка стратегій адаптації повинна ґрунтуватися на виборі та поєднанні відповідних лісгосподарських

практик, враховуючи фундаментальні принципи лісівництва. Ключові лісогосподарські заходи для включення в такі стратегії охоплюють:

1. Захист лісу (введення комплексних методів боротьби зі шкідниками та хворобами; проведення санітарних рубок для видалення пошкоджених дерев).
2. Відновлення лісового покриву (застосування природного та штучного лісовідновлення; підбір видів дерев, стійких до прогнозованих кліматичних змін).
3. Догляд за лісовими насадженнями (виконання рубок догляду для покращення структури та стійкості лісостанів; регулювання густоти насаджень для оптимізації використання ресурсів).
4. Превентивні заходи (створення ефективної системи протипожежного захисту; здійснення меліоративних робіт для покращення водного режиму лісових ділянок).

Ці заходи слід інтегрувати в комплексні плани управління лісами, враховуючи специфіку кожної лісової ділянки та прогнозовані екологічні зміни. При формуванні адаптаційних сценаріїв для лісового господарства важливо брати до уваги наступні ключові фактори. Перш за все, оцінка поточної та потенційної продуктивності лісів та аналіз змін у прирості деревини та інших екосистемних послуг. Важливим також є вивчення видового складу деревостанів і моніторинг стану біорізноманіття та його динаміки. Не останнє місце посідає прогнозування ймовірності виникнення лісових пожеж і розробка превентивних заходів та систем швидкого реагування. Необхідно здійснити оцінку потенціалу спалахів шкідників та аналіз тенденцій поширення хвороб лісу, моделювання наслідків сильних вітрів, посух, заморозків і розробку стратегій мінімізації збитків від стихійних явищ. Слід також враховувати економічні аспекти (аналіз рентабельності лісогосподарської діяльності та оцінку ринкових тенденцій та попиту на лісову продукцію) та соціальні фактори (врахування потреб місцевих громад та оцінка впливу лісогосподарських заходів на зайнятість та добробут населення). Таким чином

комплексний підхід до цих аспектів дозволить розробити ефективні та збалансовані стратегії адаптації лісового господарства до мінливих умов навколишнього середовища та соціально-економічних реалій [38].

Продуктивність лісів є ключовим показником, оскільки вона забезпечує економічні та соціальні вигоди, що походять від екологічних та виробничих ресурсів. Важливо зосередити зусилля на збереженні та збільшенні продуктивності лісів.

Зв'язок між лісовими класифікаційно-типологічними одиницями та кліматом:

- формування типів лісової ділянки при однорідних ґрунтоутворюючих породах і формах рельєфу **визначається дією вологи і тепла;**
- у межах одного типу лісової ділянки утворення типів лісу **пов'язано також з континентальністю клімату;**
- у межах одного типу лісу **продуктивність** типів деревостану безпосередньо **пов'язана з кількістю тепла.**

T – сума позитивних місячних температур; W – показник вологості клімату

W	Клімати трофотопів				Клімати гігротопів	
	Борів (a)	Суборів (в)	Сугрудів (с)	Грудів (d)		
-0.8	—	—	<u>0 c</u>	<u>0 d</u>	Дуже сухі (0)	
0.6	—	(1 в)	(1 с)	(1 d)	Сухі (1)	
2.0	2 a	2 в	2 с	2 d	Свіжі (2)	
3.4	3 a	3 в	3 с	3 d	Вологі (3)	
4.8	4 a	4 в	4 с	4 d	Сирі (4)	
6.2	<u>5 a</u>	<u>5 в</u>	<u>5 с</u>	<u>5 d</u>	Мокрі (5)	
	24 ⁰	44 ⁰	64 ⁰	84 ⁰	104	T

Букша І.Ф., 21.06.2018

Рис. 1.3. Моделювання ефектів впливу зміни клімату на ліси України з допомогою лісокліматичної моделі проф. Воробйова

Сценарії адаптації базуються на впровадженні таких заходів для підвищення продуктивності: зростання частки лісостанів із контрольованим водно-повітряним ґрунтовим режимом; лісовідновлення та лісорозведення для розширення площі покритої лісом, а також збільшення відсотку штучного лісовідновлення через вдосконалення лісонасіннєвого районування і використання селекційних методів, комплексне лісогосподарське управління; урізноманітнення режимів і методів рубок та догляду за лісами, скорочення обороту рубок, зменшення рівня безлісся і деградації лісів; вибір високопродуктивних деревних порід, здатних адаптуватися до майбутніх

кліматичних змін, а також покращення структури та підвищення продуктивності існуючих лісів [9, 22].

Принципи адаптаційної політики також включають економічну ефективність заходів, яка передбачає досягнення максимально можливих результатів за рахунок зниження техногенного впливу на клімат та адаптації, з урахуванням найкращих технологічних рішень і наявних обмежень на ресурси та терміни реалізації. Економічний ефект досягається всіма заходами, спрямованими на адаптацію до зміни клімату, як через прямий вплив на лісовий комплекс, так і через непряму екологічну роль лісів [36].

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Коротка характеристика філії «Ємільчинське ЛГ»

Філія «Ємільчинське лісове господарство» є одним із важливих структурних підрозділів у сфері лісового господарства України. Розташована у Житомирській області, вона займається управлінням та експлуатацією лісових ресурсів в цьому регіоні.

Філія «Ємільчинське лісове господарство» підпорядкована Державному агентству лісових ресурсів України і виконує наступні основні завдання:

- Управління лісовими масивами: планування рубок, лісосікання, відновлення лісів тощо.
- Забезпечення охорони та охорони лісових ресурсів: протипожежний захист, захист від шкідників і хвороб.
- Розвиток лісового господарства: впровадження сучасних технологій у господарську діяльність, підвищення продуктивності лісокористування.



Рис. 2.1. Контора філії «Ємільчинське ЛГ» ДП «Ліси України»

Таблиця 2.1

Адміністративно-структурна характеристика філії «Ємільчинське ЛГ»

№пп	Назва структурного підрозділу	Площа, га
1.	Барашівське лісництво	4280,0 га
2.	Ємільчинське лісництво	7753,0 га
3.	Глумчанське лісництво	7332,0 га
4.	Копичинське лісництво	7368,0 га
5.	Жужельське лісництво	8378,0 га
6.	Гартівське лісництво	4988,0 га
7.	Королівське лісництво	7961,0 га
8.	Нижній склад Яблунець	--
9.	Нижній склад Жужель	--
10.	Автоколона	--
Разом		50609 га

Територія, на якій розташована філія «Ємільчинське лісове господарство», характеризується наступними ґрунтовими особливостями: переважають темно-каштанові лісові ґрунти, які є достатньо родючими для вирощування лісових культур. Глибина ґрунтових вод у філії змінюється від 1,5 до 2,5 м. Це дозволяє забезпечувати необхідний рівень вологості для росту рослин.

Клімат є важливим фактором, що впливає на успішність лісового господарства. Філія «Ємільчинське лісове господарство».

Філія знаходиться в помірному кліматичному поясі з вираженим сезонним коливанням температур і опадів. Зима помірно холодна з січня по березень. Середня температура січня становить приблизно -4°C , березня — $+2^{\circ}\text{C}$. Літо тепле з червня по серпень. Середня температура червня становить приблизно $+18^{\circ}\text{C}$, серпня - $+20^{\circ}\text{C}$.

Опади рівномірно розподілені протягом року, з піком влітку. Річний опад складає приблизно 600-700 мм.

Сніг випадає взимку, що створює сприятливі умови для утворення зимового запасу вологи.

Переважають західні вітри, що мають вплив на теплозабезпечення та розподіл опадів на території філії.

Таким чином, ґрунтово-кліматичні умови сприяють розвитку і росту лісових ресурсів, забезпечуючи необхідні оптимальні температурні і вологісні режими.

2.2. Методи дослідження

Для дослідження зміни клімату і поширення грибних хвороб у лісах філії «Смільчинське ЛГ» необхідно виконати програму дослідження, яка включає такі завдання:

1. Збір та аналіз історичних даних про кліматичні параметри (температура, опади, вологість тощо) протягом тривалого періоду (наприклад, останні 10-20 років).
2. Збір та аналіз даних про поширення грибних хвороб у відповідних лісових екосистемах протягом того ж періоду.
3. Аналіз залежності між кліматичними параметрами і масовим поширенням грибних захворювань.
4. Польові обстеження для збору проб грибних патогенів у різних типах лісових біотопів та під різними кліматичними умовами.
5. Встановлення взаємозв'язків між присутністю/відсутністю грибних патогенів і сприятливими кліматичними умовами для їх розвитку.
6. Використання статистичних методів для визначення статистично значущих зв'язків між кліматичними параметрами і поширенням грибних захворювань.
7. Оцінка впливу окремих кліматичних факторів на ризик зараження лісів збудниками грибних хвороб.

8. На основі отриманих результатів розробити стратегії для попередження та управління поширенням грибних хвороб у лісах в умовах клімату, що змінюється.

Виконання цих завдань дозволить глибше розібратися в проблемі впливу клімату на поширення грибних хвороб у лісах і розробити ефективні стратегії для їх управління та збереження екосистемної стійкості.

Дослідження впливу клімату на поширення збудників хвороб у лісі включають різноманітні наукові методи та підходи. Систематичний моніторинг погодних умов, включаючи температуру повітря, відносну вологість, опади, швидкість вітру. Це дозволяє встановити зв'язки між погодою і поширенням хвороб у лісі. Спостереження за поширенням і розвитком хворобних захворювань рослин у природних лісових угрупованнях. Вивчення симптомів захворювань, аналіз причин їх виникнення. Проведення польових експериментів для вивчення впливу конкретних погодних умов на розвиток і поширення хворобних агентів у контрольованих умовах. Використання кліматичних моделей для прогнозування змін клімату та їх можливого впливу на поширення хвороб у лісі в майбутньому. Вивчення генетичних особливостей збудників хвороб, їх адаптація до різних кліматичних умов і виявлення змін у їхній популяції в залежності від клімату.

Системні дослідження екосистем включають аналіз взаємодії між різними компонентами екосистеми та їх взаємовпливи на різних рівнях організації: від окремих організмів до біологічних спільнот і ландшафтів. Вивчення різноманітності живих організмів у межах екосистеми, їх роль у підтримці функцій екосистем та взаємодії між видами. Аналіз перетоку енергії і циклів поживних речовин у системі, включаючи вуглець, азот, фосфор і інші елементи. Дослідження взаємодії між рослинами, тваринами, мікроорганізмами.

2.3. Характеристика пробних ділянок

Пробна ділянка №1 закладена у Ємільчинському лісництві, кв. 33 вид. 1. Загальна площа – 2,9 га. Склад лісостану – 8Сз2Дз+Бп. Вік – 74 роки. Ґрунти – дерново-підзолисті. Обліковано 185 дерев. Видовий склад фітопатогенів – поперечний рак, смоляний рак, соснова губка, березова губка.

Пробна ділянка №2 закладена у Ємільчинському лісництві, кв. 39 вид. 4. Загальна площа – 1,5 га. Склад лісостану – 10Сз. Вік – 50 років. Ґрунти – дерново-підзолисті. Обліковано 190 дерев. Видовий склад фітопатогенів – соснова губка, трутовик облямований.



Рис. 2.2. Осередок всихання сосни звичайної (ПД №2)

Пробна ділянка №3 закладена у Ємільчинському лісництві, кв. 40 вид. 11. Загальна площа – 6,5 га. Склад лісостану – 9Сз1Бп. Вік – 60 років. Ґрунти – дерново-підзолисті. Обліковано 155 дерев. Видовий склад фітопатогенів – соснова губка, трутовик справжній, бактеріальна водянка.

Пробна ділянка №4 закладена у Гартівському лісництві, кв. 47 вид. 1. Загальна площа – 1,1 га. Склад лісостану – 10Сз+Дз+Бп. Вік – 44 роки. Ґрунти

– дерново-підзолисті. Обліковано 211 дерев. Видовий склад фітопатогенів – сосновий вертун, березова губка.

Пробна ділянка №5 закладена у Гартівському лісництві, кв. 55 вид. 2. Загальна площа – 2,0 га. Склад лісостану – 7Сз3Бп. Вік – 38 років. Ґрунти – дерново-підзолисті. Обліковано 205 дерев. Видовий склад фітопатогенів – сосновий вертун, бактеріальна водянка, березова губка.



Рис. 2.3. Загальний вигляд ПД №5

Пробна ділянка №6 закладена у Копичинському лісництві, кв. 62 вид. 1. Загальна площа – 3,0 га. Склад лісостану – 10Сз+Бп. Вік – 77 років. Ґрунти – дерново-підзолисті. Обліковано 183 дерев. Видовий склад фітопатогенів – пухлиновидний бактеріоз, соснова губка, бактеріальна водянка, березова губка.

Пробна ділянка №7 закладена у Копичинському лісництві, кв. 62 вид. 3. Загальна площа – 1,4 га. Склад лісостану – 10Сз+Бп. Вік – 65 років. Ґрунти – дерново-підзолисті. Обліковано 190 дерев. Видовий склад фітопатогенів – соснова губка, смоляний рак, бактеріальна водянка, березова губка.



Рис. 2.4. Осередок всихання сосни звичайної (ПД №6)

Пробна ділянка №8 закладена у Копичинському лісництві, кв. 66 вид. 4. Загальна площа – 3,5 га. Склад лісостану – 9Сз1Дз+Бп. Вік – 65 років. Ґрунти – дерново-підзолисті. Обліковано 180 дерев. Видовий склад фітопатогенів – соснова губка, смоляний рак, поперечний рак, дубова губка, березова губка.

РОЗДІЛ III

АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Загальний санітарний стан лісів філії «Ємільчинське ЛГ» та чинники його ослаблення

Зміни клімату в останні десятиліття мають значний вплив на екосистеми, зокрема на лісові масиви. Однією з найважливіших наслідків цих змін є збільшення ризику виникнення і поширення грибних хвороб у лісах.

Кліматичні зміни, такі як зростання середньорічних температур, зміни в опадах та вологості, стають факторами, які стимулюють розвиток і поширення грибних патогенів. Підвищення температури сприяє збільшенню активності грибків і зменшує ризик їх зимівлі, що призводить до більшого числа заражених дерев. Зміни в опадах та вологості також можуть змінювати місцеві умови, що впливає на вразливість лісових рослин до грибних захворювань.

Серед найпоширеніших грибних хвороб, що відзначаються збільшенням інцидентів через кліматичні зміни, є хвороби, такі як корація, гниль, в'янування та інші, які можуть серйозно погіршити стан лісових насаджень та екосистем у цілому.

Дослідження в цій області вимагає комплексного підходу, який включає аналіз історичних даних, польові спостереження, математичне моделювання та розробку стратегій управління лісовими ресурсами. Вироблення ефективних заходів для протидії поширенню грибних хвороб у лісах стає важливим завданням у контексті зміни клімату і забезпечення стійкості лісових екосистем до майбутніх викликів.

Таким чином, вивчення взаємозв'язку між змінами клімату і поширенням грибних хвороб у лісах є актуальним і важливим напрямком наукових досліджень і вимагає подальшого узагальнення результатів та розробки практичних рекомендацій для збереження лісових ресурсів планети.

Таблиця 3.1

**Осередки поширення хвороб і шкідників лісу у філії «Ємільчинське ЛГ»
протягом 2019-2023 рр.**

Рік	Площа поширення хвороб/шкідників	Видовий склад хвороб/шкідників
2019	355,6	Поперечний рак, смоляний рак, соснова губка, березова губка, трутовик облямований, трутовик справжній, бактеріальна водянка
2020	350,1	Соснова губка, березова губка, трутовик облямований, бактеріальна водянка
2021	210,9	Всихання невстановленої етіології, коренева губка, короїди
2022	185,7	Дереворуйнівні гриби, короїди
2023	388,1	Поперечний рак, смоляний рак, соснова губка, березова губка, трутовик облямований, трутовик справжній, бактеріальна водянка

Аналізуючи динаміку площі ураження зазначасмо, що протягом 2019-2020 рр. площа осередків поширення хвороб/шкідників у лісах філії залишалась відносно стабільною (355,6 га та 350,1 га відповідно) Протягом 2021-2022 рр. спостерігалось значне зменшення площі ураження (210,9 га та 185,7 га). У 2023 році спостерігалось різке збільшення осередків до 388,1 га, що є найбільшим показником за весь період.

Аналіз видовий склад фітопатогенів показує, що постійно присутніми у обстежуваних лісостанах є наступні види: соснова губка на сосні звичайній, березова губка на березі повислій та трутовик облямований на різних видах дерев. Періодично з'являються – поперечний рак на дубі звичайному, смоляний рак на сосні звичайній та гриб-поліфаг – трутовик справжній. У 2021-2022 роках з'явилися нові загрози – короїди.



Рис. 3.1. Причини ослаблення лісів філії «Смільчинське ЛГ»: а – смоляний рак, б – соснова губка, в – всихання невстановленої етіології, г – березова губка, д – трутовик облямований

3.2. Вплив абіотичних чинників довкілля на санітарний стан лісових насаджень філії «Ємільчинське ЛГ»

Слід відмітити циклічність появи деяких хвороб (наприклад, бактеріальної водянки), зміну домінуючих збудників (від грибкових захворювань до комах-шкідників), а також появу нових загроз (всихання невстановленої етіології) у 2021 році). Дослідження показали, що кліматичні зміни є одним з ключових факторів, що призводять до погіршення стану лісових екосистем. Враховуючи цей аспект, було проведено аналіз кліматичних даних, отриманих від Житомирської метеорологічної станції, для оцінки динаміки кліматичних показників на території філії «Ємільчинське ЛГ» за останні 5 років (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Аналіз архіву погоди за 2019-2023 рр. (дані метеостанції Житомир) за даними <https://meteopost.com/>

Рік	Середньорічна температура повітря, °С	Середньорічна кількість опадів, мм	Максимальна глибина снігу, см	Середня швидкість вітру, м/с
2019	10,3	41,8	23,0	1,2
2020	10,4	54,3	4,0	1,3
2021	8,7	59,8	29,0	1,1
2022	9,2	45,8	13,0	1,6
2023	10,5	49,4	12,0	1,3

Отримані дані є важливим інструментом для прогнозування майбутнього стану лісів та планування лісогосподарських заходів у філії «Коростенське ЛМГ» з урахуванням кліматичних змін. Кліматичні зміни мають значний вплив на поширення та інтенсивність хвороб лісу. Підвищення температури, зміна режиму опадів та збільшення частоти екстремальних погодних явищ створюють нові виклики для збереження здоров'я лісових екосистем. Розуміння механізмів впливу кліматичних змін на фітопатогени та розробка ефективних

стратегій адаптації є ключовими для забезпечення стійкості лісів у майбутньому.



Рис. 3.2. Роза вітрів (за даними <https://meteopost.com/>)

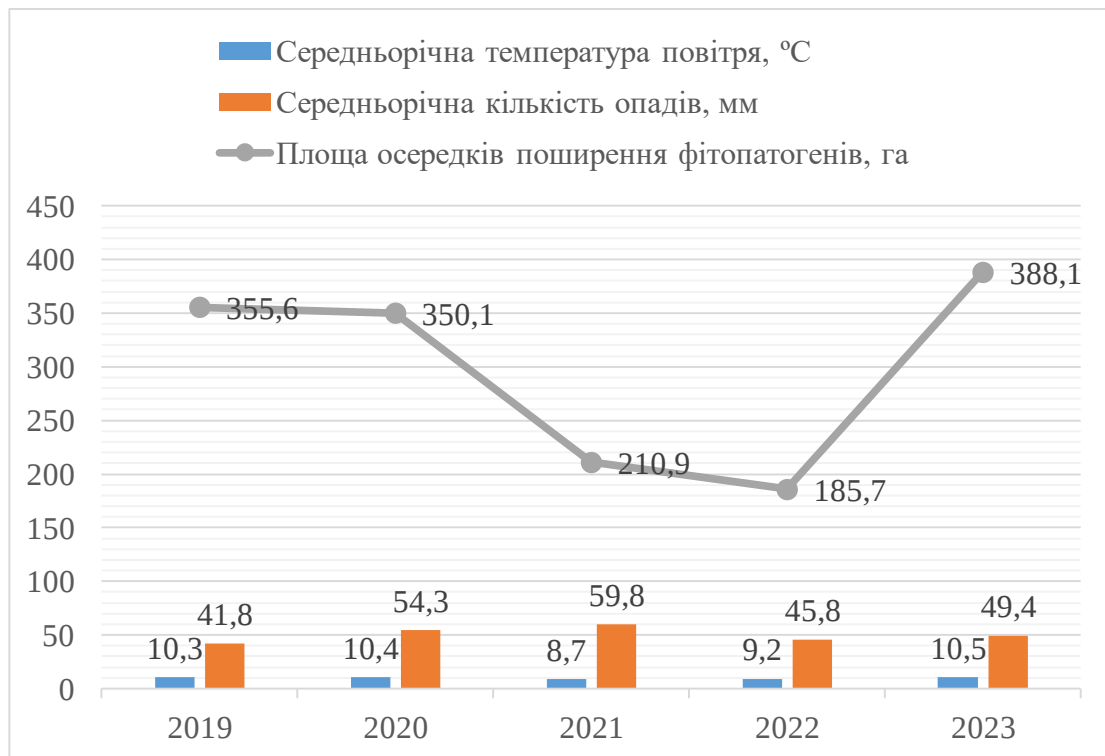


Рис. 3.3. Порівняльний аналіз динаміка середньорічної кількості опадів, середньорічної температури повітря та площі осередків поширення хвороб і шкідників лісу на території філії «Смільчинське ЛГ»

На основі наданої таблиці можна провести аналіз взаємозв'язку між кліматичними факторами та поширенням фітопатогенів у лісових насадженнях філії «Смільчинське ЛГ» за період 2019-2023 років. Так, аналіз динаміки температур засвідчує, що середньорічна температура у межах дослідних територій коливається від 8,7°C до 10,5°C. Найнижча температура повітря зареєстрована у 2021 році (8,7°C), а найвища – у 2023 році (10,5°C). Спостерігається загальна тенденція до підвищення температурних показників. Динаміка опадів наступна: середня кількість опадів варіює в межах від 41,8 мм до 59,8 мм на рік. При цьому, найменша кількість опадів на території філії «Смільчинське ЛГ» випала у 2019 році (41,8 мм), а найбільша – у 2021 році (59,8 мм). Таким чином, констатуємо нестабільну динаміку опадів без чіткої тенденції.

Площа осередків поширення фітопатогенів коливається в межах від 185,7 га до 388,1 га. Найменша площа осередків зафіксовано у 2022 році (185,7 га), а найбільша – у 2023 році (388,1 га).

Встановлено кореляцію підвищення рівня температурного режиму із наростанням площі осередків поширення фітопатогенних організмів і навпаки. Так, у 2023 рік найвища температура повітря (10,5°C) співпадає з найбільшою площею (388,1 га) ураження лісів збудниками хвороб і шкідниками, а у протягом 2021-2022 років – нижчі температури сприяють зменшенню площ осередків ураження. Кількість опадів не показує прямої кореляції з площею ураження на дослідній території, хоча відомо, про наслідки гідротермічного стресу для деревних рослин.

Проведений аналіз підкреслює важливість комплексного підходу до оцінки чинників довкілля (зокрема антропогенних), що впливають на здоров'я лісових екосистем, та необхідність постійного моніторингу як кліматичних умов, так і стану лісових насаджень.

Отже, підвищення середніх показників температури довкілля сприяє наростанню площ осередків поширення фітопатогенних організмів. Вплив кількості опадів на поширення фітопатогенів не є очевидним і потребує додаткового аналізу. Найсприятливіші умови для розвитку фітопатогенів спостерігаються при високих температурах. Варто зауважити, що короткий період спостережень (5 років) обмежує можливість виявлення довгострокових тенденцій. Також потрібно враховувати інші чинники впливу, такі як антропогенна діяльність, які могли вплинути на розвиток і поширення фітопатогенних організмів. Загалом для покращення санітарного стану лісів філії «Ємільчинське ЛГ» необхідно посилити моніторинг стану лісових деревних рослин; провести додаткові дослідження для виявлення інших факторів навколишнього середовища, що впливають на поширення фітопатогенів; розробити адаптаційні стратегії ведення лісового господарства з урахуванням тенденції глобальних змін клімату тощо.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кліматичні зміни є однією з найважливіших проблем сучасності, які впливають на всі аспекти екосистем, включаючи лісові. Лісові екосистеми відіграють ключову роль у регуляції клімату, збереженні біорізноманіття та забезпеченні екологічного балансу. Однак, зі зміною кліматичних умов спостерігається збільшення частоти та інтенсивності грибних захворювань, що негативно впливає на здоров'я лісів. У даній кваліфікаційній роботі розглядається вплив кліматичних змін на поширення і розвиток грибних захворювань у лісових екосистемах філії «Ємільчинське ЛГ».

Зміни клімату, такі як підвищення температури, зміна режиму опадів і зростання кількості екстремальних погодних явищ, суттєво впливають на екосистеми. У лісах підвищення температури і зростання вологості створюють сприятливі умови для розвитку грибних патогенів. Додатково, зміни у структурі та складі лісів під впливом кліматичних факторів роблять дерева більш вразливими до захворювань.

Філія «Ємільчинське ЛГ» розташована в зоні мішаних лісів, де переважають сосна, дуб, береза та інші. Найбільш поширені грибні захворювання в цій зоні включають поперечний рак дуба, смоляний рак сосни, всихання дерев невстановленої етіології, бактеріальна водянка берези і дуба, гриби-трутовики (соснова губка, коренева губка, березова губка, трутовик облямований, трутовик справжній та ін.). Зміни кліматичних умов, особливо підвищення температури та збільшення кількості опадів, сприяють поширенню цих захворювань.

Зміни клімату впливають на життєвий цикл грибних фітопатогенів. Підвищення температури може прискорити розвиток спор грибів, тоді як збільшення вологості сприяє їх поширенню. Крім того, зміна клімату може послабити імунну систему дерев, роблячи їх більш сприйнятливими до грибних інфекцій.

У філії «Ємільчинське ЛГ» проводяться регулярні дослідження для виявлення грибних захворювань та їх поширення. Моніторинг включає огляд лісових насаджень, збір зразків для лабораторного аналізу, а також аналіз кліматичних даних. Ці заходи дозволяють визначити вплив кліматичних змін на поширення грибних захворювань і розробити стратегії боротьби з ними.

Для мінімізації впливу грибних захворювань на ліси важливо впроваджувати адаптивні заходи, такі як селекція стійких до хвороб сортів дерев, контроль за вологістю в лісових масивах та запровадження інтегрованих методів управління лісовими екосистемами. Важливо також підвищувати рівень знань та обізнаності серед лісівників та місцевого населення про шкідливі наслідки грибних захворювань і кліматичних змін.

Кліматичні зміни мають значний вплив на поширення та розвиток грибних захворювань у лісових екосистемах філії «Ємільчинське ЛГ». Для збереження здоров'я лісів необхідно впроваджувати адаптивні стратегії управління, що дозволять мінімізувати вплив шкідливих факторів. Ретельний моніторинг та дослідження дозволять своєчасно виявляти загрози та вживати відповідні заходи для збереження лісів у стабільному стані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Байтала, В. Д., Дубін, В. Г. (2000). Еколого-географічний підхід до впровадження національної системи критеріїв та індикаторів сталого управління лісами. *Науковий вісник Національного аграрного університету*, (25), 114–122.
2. Буднік, З. М., Грицюк, В. В., Кондратюк, Н. В., Писаренко, В. О., & Ціпан, Ю. Р. (2023). Вплив кліматичних факторів на лісові екосистеми Рівненщини. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*, 2(102), 18-30.
3. Букша, І. Ф. (2000). Стале управління лісами і моніторинг: огляд сучасних тенденцій. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. Київ, (25), 123–129.
4. Букша, І. Ф. (2003). Теоретичні основи та практичні аспекти моніторингу біорізноманіття лісової рослинності. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*, (13.3), 69–75.
5. Волощук, М. Д., Лис, Н. М., Ткачук, Н. Л., & Іванюк, Р. С. (2020). Економічна та енергетична ефективність вирощування біоенергетичних культур в умовах західного регіону. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво–68 (1)*, 35-50.
6. Ворон, В. П., Коваль, І. М., Сидоренко, С. Г., Мельник, Є. Є., Ткач, О. М., Борисенко, В. Г., ... & Бологов, О. Ю. (2021). Пірогенна трансформація сосняків України. *Монографія. ТОВ Планета-Прінт. Харків*.
7. Гетьманчук, А. І., Кичилюк, О. В., Войтюк, В. П., & Бородавка, В. О. (2017). Регіональні зміни клімату як причина гострих всихань сосняків Волинського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*, 27(1), 120-124.
8. Грицан, Ю. І., & Ситник, С. А. (2019). Екологічні особливості перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище України. *Г-83 Геоботанічні, ґрунтові та екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони: історія, сучасність, перспективи*: Матеріали Міжнародної

науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю з дня народження чл.-кор. НАН України, д. б. н., професора АП Травлєєва.—Дніпро: Ліра, 2019.—122 с., 24.

9. Дідух, Я. (2009). Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. *Вісник Національної академії наук України*, (2), 34-44.

10. Дубовіч, І. А., & Лесюк, Г. М. (2017). Перспективи застосування в Україні зарубіжного досвіду управління лісовим господарством. *Причорноморські економічні студії*, (20), 82-87.

11. Дунаєва, Є. А. (2013). Вплив змін клімату та умов землекористування на формування водних ресурсів території. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки*, (3), 32-41.

12. Замула, Х. (2011). Роль лісового господарства в адаптації до наслідків зміни клімату. *Економіст*, (10), 17-19.

13. Коваль, Я. В., & Антоненко, І. Я. (2009). Лісоресурсна компонента у форматі виклику зміни клімату. *Науковий вісник НЛТУ України*, 19(14), 183-188.

14. Корчемлюк, М., Приходько, П., & Архипова, Л. (2016). Вплив змін клімату на водний режим гірської частини басейну р. Прут. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*, (1), 118-128.

15. Криницький, Г. Т., Мазепа, В. Г., Новак, А. А., & Данькевич, С. М. (2013). Динамічні тенденції клімату Західного Лісостепу України та їх вплив на санітарний стан лісостанів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*, (187 (1)), 254-263.

16. Кузнецова, Ю. О. Вплив зміни клімату на фотосинтез шпилькових. *Наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету (02-08 травня 2018 р.)*, 27.

17. Лавний, В. В. (2019). Адаптація соснових лісів до змін клімату: досвід Німеччини. *ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ*, 44.
18. ЛЕВЧЕНКО, В., ГАНЖАЛЮК, Т., & ТКАЧЕНКО, М. Вивчення динаміки лісоутворюючих порід під впливом змін клімату та лісових пожеж в умовах перганського природоохоронного науково-дослідного відділення поліського природного заповідника. *Наукові читання імені ВМ Виноградова*, 24.
19. Нестерова, К. Ю. (2017). Зміна клімату та її вплив на ліси: нормативно-правове регулювання. *Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 85.
20. Нечипоренко, О. М. (2020). Управління ризиками глобальних змін клімату в агропромисловому комплексі України. *Економіка АПК*, (4).
21. ПУЗИР, О., & ЯЦЕНКО, В. Проблеми і завдання лісовідновлення в лісовому господарстві України. *Редакційна колегія*, 46.
22. Пюрко, О. Є. (2008). Біорізноманіття – основа пристосувальних перебудов у рослинному організмі. *Екологія та ноосферологія*, (19).
23. Решетюк, О. В., & Терлецький, В. К. (2019). Відтворення лісових екосистем на порушених бурштинокопанням площах Волині. *Відповідальні за випуск*, 77.
24. Сайко, В. Ф. (2008). Землеробство в контексті змін клімату. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*, (вип.), 3-14.
25. Сененко, М. І. (2022). Лісове господарство та вплив на нього змін клімату. *Редакційна колегія*, 119.
26. Стойко, С. М. (2012). Антропогенні зміни в українських лісах карпат та вегетаційні ступенні як екосистемні моделі ренатуралізації трансформованих фітоценозів. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, (6), 196-202.

27. Стойко, С. М. (2012). Вплив глобальних змін клімату на динамічні тенденції вегетаційних ступенів Українських Карпат. *Український ботанічний журнал*.
28. Стойко, С. М. (2012). Вплив глобальних змін клімату на динамічні тенденції вегетаційних ступенів Українських Карпат. *Український ботанічний журнал*.
29. Царик, Й. В. (2013). Деякі міркування щодо сучасних підходів до вивчення та збереження біотичного різноманіття. *Біологічні студії*, (7).
30. Штець, В. (2011). Ризики від зміни клімату в Україні. *Економіка природокористування і охорони довкілля*, (2011), 253-258.
31. Яворовський, П. П. (2017). Ліс та потепління клімату. Лісове і садово-паркове господарство, (13).
32. Ясь, Д. В. (2020). Зміни клімату та їх вплив на лісове господарство. *Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва*, 226.
33. Flannigan, M. D., Stocks, B. J., & Wotton, B. M. (2000). Climate change and forest fires. *Science of the total environment*, 262(3), 221-229.
34. Johnstone, J. F., Chapin, F. S., Hollingsworth, T. N., Mack, M. C., Romanovsky, V., & Turetsky, M. (2010). Fire, climate change, and forest resilience in interior Alaska. *Canadian Journal of Forest Research*, 40(7), 1302-1312.
35. Khaine, I., & Woo, S. Y. (2015). An overview of interrelationship between climate change and forests. *Forest Science and Technology*, 11(1), 11-18.
36. McKenney, D., Pedlar, J., & O'Neill, G. (2009). Climate change and forest seed zones: Past trends, future prospects and challenges to ponder. *The Forestry Chronicle*, 85(2), 258-266.
37. Prentice, I. C., Sykes, M. T., & Cramer, W. (1993). A simulation model for the transient effects of climate change on forest landscapes. *Ecological modelling*, 65(1-2), 51-70.

38. Ramsfield, T. D., Bentz, B. J., Faccoli, M., Jactel, H., & Brockerhoff, E. G. (2016). Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. *Forestry*, 89(3), 245-252.
39. Ravindranath, N. H., Joshi, N. V., Sukumar, R., & Saxena, A. (2006). Impact of climate change on forests in India. *Current science*, 354-361.
40. Sturrock, R. N., Frankel, S. J., Brown, A. V., Hennon, P. E., Kliejunas, J. T., Lewis, K. J., ... & Woods, A. J. (2011). Climate change and forest diseases. *Plant pathology*, 60(1), 133-149.