

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

УДК 630*4:582.632.1

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ
лісового і садово-паркового
господарства

_____ Василюшин Р.Д.
(підпис)
« ____ » _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
ботаніки, дендрології та лісової
селекції

_____ Марчук Ю.М.
(підпис)
« ____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «ДІАГНОСТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МОРФО-АНАТОМІЧНИХ І
ФІТОХІМІЧНИХ ОЗНАК ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ ПРИЖИТТЄВИХ ВАД
ДЕРЕВИНИ БУКА ЛІСОВОГО (*FAGUS SYLVATICA* L.)»**

Спеціальність 205 – Лісове господарство

Освітня програма лісове господарство

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доц., к. с.-г. н., _____ Бала О.П.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доц., к. с.-г. н., _____ Марчук Ю.М.

Виконав

_____ Назаревич Ю.Л.

Київ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ лісового і садово-паркового господарства**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ботаніки, дендрології та лісової селекції

доц., к. с.-г. н. _____ Ю.М. Марчук

«15» листопада 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

НАЗАРЕВИЧУ ЮРІЮ ЛЕОНІДОВИЧУ

Спеціальність 205 – Лісове господарство

Освітня програма лісове господарство

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Діагностичний потенціал морфо-анатомічних і фітохімічних ознак щодо виявлення прижиттєвих вад деревини бука лісового (*Fagus sylvatica* L.)»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «1» 10. 2024р. № 1704 'С'.

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 15.11.2024 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: літературні джерела, інтернет-ресурси, матеріали лісовпорядкування підприємства, матеріали фотообстеження.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- проаналізувати вплив екологічних чинників на формування прижиттєвих вад деревини бука лісового;
- оцінити лісовий фонд досліджуваного підприємства;
- дослідити морфо-анатомічні особливості листків бука лісового з ознаками несправжнього ядра та ураження трутовиками;
- дослідити особливості біохімічної трансформації бука лісового з вадами деревини та провести відбір речовин із потенційно маркерними властивостями.

Дата видачі завдання «15» листопада 2023 р.

Керівник магістерської

кваліфікаційної роботи

_____ доц., к. с.-г. н., Марчук Ю.М.

Завдання прийняв до виконання _____ Назаревич Ю.Л.

РЕФЕРАТ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, спрямованої на прижиттєві вади деревини бука лісового, зокрема утворення несправжнього ядра, що негативно впливає на якість деревини бука лісового (*Fagus sylvatica* L.), що використовується у лісовій промисловості. Поставлені мета і завдання дослідження полягають у виявленні діагностичних ознак, які дозволяють застосовувати наявність дефектів деревини на ранніх етапах її формування.

Розділ 1 присвячений аналізу природно-кліматичних умов росту бука лісового, які впливають на розвиток несправжнього ядра у деревині бука. Проаналізовано вплив екологічних факторів (температури, вологості, типів обґрунтувань) на морфологічні та фізіологічні показники дерев. Встановлено, що зміни клімату, зокрема підвищення середньорічних температур та збільшення частоти посух, є ключовими факторами, які сприяють утворенню прижиттєвих вад.

Розділ 2 містить виявлення морфометричних параметрів листків для кореляції з прижиттєвими дефектами детальної деревини. Встановлено, що такі показники, як площа листкової пластинки, товщина кутикули, щільність продихів, можуть служити індикаторами стресових умов, що призводять до утворення несправжнього ядра. Використання морфометрії дозволяє оцінювати стан насаджень і прогнозувати можливість розвитку дефектів деревини ще до початку лісозаготівельних робіт.

Розділ 3 присвячений специфіці умов місцезростання бука лісового та дослідження хімічного складу деревини та листків. Використано методи високоефективної рідинної хроматографії для аналізу вмісту вторинних метаболітів (фенольних сполук), які можуть бути маркерами патологічних процесів у деревині.

Розділ 4 описує розроблену інтегровану методику діагностики, яка забезпечує морфо-анатомічний та фітохімічний аналізи. Запропоновані підходи базуються на використанні простих та доступних методів, які дозволяють

швидко ідентифікувати приховані дефекти деревини на ранніх етапах. Це може значно підвищити якість деревини, зменшити втрати при її заготівлі та забезпечити раціональне використання лісових ресурсів.

Ключові слова: бук лісовий, прижиттєві вади, несправжнє ядро, морфоанатомічні ознаки, фітохімічні маркери, діагностика деревини, Карпати.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. БІОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУКА ЛІСОВОГО ТА ЙОГО РОЛЬ У ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ	9
1.1. Роль едифікаторів в трансформації лісових екосистем	9
1.2. Природно-кліматичні умови місцезростання, ареал, поширення бука лісового	11
1.3. Вплив екологічних чинників на формування прижиттєвих вад деревини бука лісового	16
1.4. Дослідження адаптаційних й захисних функцій вторинних метаболітів деревних рослин	20
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСОВОГО ФОНДУ РАЙОНУ ДІЯЛЬНОСТІ ФІЛІЇ «БЕРЕГОМЕТСЬКЕ ЛМГ» КАРПАТСЬКОГО ЛІСОВОГО ОФІСУ ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ». МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
2.1. Природно-кліматичні умови району досліджень	34
2.2. Адміністративно-організаційна структура філії «Берегометське ЛМГ»	38
2.3. Стан лісового фонду філії «Берегометське ЛМГ»	43
2.4. Методи досліджень	47
2.4.1. Методи морфо-анатомічних досліджень	47
2.4.2. Методи фітохімічних досліджень листків бука лісового	47
2.4.3. Методи статистичної обробки та непараметричного аналізу даних	48
РОЗДІЛ 3. МОРФО-АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН БУКА ЛІСОВОГО З НЕСПРАВЖНІМ ЯДРОМ	49
3.1. Специфіка умов місцезростання і загальна оцінка дерев бука лісового з ознаками несправжнього ядра	49
3.2. Структура деревини бука лісового з ознаками несправжнього ядра	51
3.3. Морфологічні та анатомічні особливості листків у дерев бука лісового з ознаками несправжнього ядра та ураження трутовиками	54
РОЗДІЛ 4. ФІТОХІМІЧНІ МАРКЕРИ НАЯВНОСТІ ПРИЖИТТЄВИХ ВАД В ДЕРЕВИНІ БУКА ЛІСОВОГО	59
4.1. Фіто-хімічні особливості листків бука лісового з ознаками вад деревини	59
4.2. Біохімічна трансформація бука лісового з вадами деревини та відбір речовин із маркерними властивостями	60
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67
ДОДАТКИ	74

ВСТУП

Ліс – найголовніша складова частина біосфери нашої планети і роль його визначається величезним екологічним значенням, яке впливає зі здатності лісу сприятливо впливати на навколишнє середовище. За своїм призначенням і розміщенням ліси України виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі та інші функції та є джерелом задоволення потреб суспільства в лісових ресурсах.

Ліси по території України розташовані дуже нерівномірно і сконцентровані переважно в Поліссі та в Українських Карпатах. Різноманітність природних умов виводить лісистість території країни на відносно низький середній рівень – 15,9 %, яка дуже різниться за природними зонами: Українські Карпати – 42 %; Полісся – 26,8 %; Лісостеп – 13 %; Гірський Крим – 10,4 %; Степ – 5,3 % [5, 25, 26].

На сучасному етапі розвитку світу та України гостро стоїть дуже важливе питання – це зміна клімату та його наслідки та стрес, який він може спричинити для деревних рослин. Сьогодні наша держава знаходиться серед першої двадцятки країн світу, які найбільше викидають парникових газів в атмосферу. Згідно висновків НАНУ, УААН та Держкомгідромету України, збільшення діоксиду вуглецю у повітрі може викликати:

- зростання загрози катастрофічних повеней у Карпатах, перетворення степів південного регіону на пустелі, затоплення прибережних частин та гостру нестачу питної води в центральних та східних регіонах України;
- підвищення середньої температури в усі сезони року. За одними сценаріями – найістотніших взимку, за іншими – навесні; збільшення кількості атмосферних опадів на 20 %;
- підвищення рівня Чорного і Азовського морів, активізацію явищ підтоплення територій, абразії берегів, морів і водосховищ; переміщення у помірні і північні зони субтропічних циклонів, які сприятимуть опустелюванню півдня України;

- незворотну деградацію степів Причорномор'я, Приазов'я та степової частини Криму;
- зниження продуктивності лісу на всій території України, зокрема внаслідок поширення епіфітотій та шкідників [5, 25].

Тому стійкість лісових екосистем в умовах змін клімату є важливим компонентом екологічної безпеки країни. Окремо потрібно відмітити екологічні збитки, завдані військовими діями росії.

У 2021 році рішення Єврокомісії від 16.07.2021 р. про ліси Європи, рішення конференції в Глазго підкреслили важливість лісового господарства в сфері екологічної безпеки. Для прикладу – в рішенні Єврокомісії сказано:

«Ліси та інші лісисті землі займають понад 43,5 % земельного простору ЄС, і вони є необхідними для здоров'я та добробуту всіх європейців. Ми залежимо від них через повітря, яким ми дихаємо, воду, яку ми п'ємо, їхнє багате біорізноманіття та унікальну природну систему, яка є домом та середовищем проживання більшості видів, що зустрічаються на суші у всьому світі. Вони є місцем для зв'язку з природою, допомагаючи нам зміцнюють наше фізичне та психічне здоров'я та є центральними у збереженні жвавих та процвітаючих сільських територій».

Ліси довгий час відігравали надзвичайно важливу роль у нашій економіці та суспільстві, створюючи робочі місця та забезпечуючи їжею, ліками, матеріалами, чистою водою тощо. Протягом століть ліси були процвітаючим центром культурної спадщини та майстерності, традицій та інновацій. Але як би вони не були важливими в минулому, вони мають важливе значення для нашого майбутнього. Ліси сприяють адаптації, допомагають в боротьбі зі зміною клімату і відіграватимуть життєво важливу роль у тому, щоб до 2050 року Європа, зокрема й Україна, стала першим кліматично нейтральним континентом. Захист лісових екосистем також зменшує ризик зоонозних хвороб та глобальних пандемій. Тому здорове майбутнє людей, планети та процвітання залежить від забезпечення здорових, біорізноманітних та стійких лісів у Європі та світі.

Зміни клімату суттєво впливають на деревостани в Карпатах, зокрема на

букові ліси, що створює стресові умови, посухи і сприяє виникненню патологій, ураження рослин збудниками хвороб.

Виникнення у деревних рослин прижиттєвих вад деревини є однією з причин погіршення її кваліметричних характеристик та показників якості. Для прикладу, в деревині бука лісового характерно утворення несправжнього ядра (в англійській науковій літературі – «false heartwood»). Феномен несправжнього ядра бука суттєво впливає на якість пиломатеріалів і вже тривалий час є предметом наукових досліджень, що надзвичайно актуально для букових лісів Карпат, зокрема для бучин ДП “Берегометського ЛМГ”, які за призначенням і розміщенням, виконують захисні, водоохоронні, рекреаційно-оздоровчі, природоохоронні функції та мають експлуатаційне значення.

Об’єкт досліджень – прижиттєві вади деревини бука лісового в насадженнях лісового фонду Берегометської філії Карпатського лісового офісу.

Предмет досліджень – вторинні метаболіти як потенційні біомаркери прижиттєвих вад деревини бука лісового.

Мета досліджень – виявити потенційні біомаркери для діагностики несправжнього ядра бука лісового.

Завдання:

- проаналізувати вплив екологічних чинників на формування прижиттєвих вад деревини бука лісового;
- оцінити лісовий фонд досліджуваного підприємства;
- дослідити морфо-анатомічні особливості листків бука лісового з ознаками несправжнього ядра та ураження трутовиками;
- дослідити особливості біохімічної трансформації бука лісового з вадами деревини та провести відбір речовин із потенційно маркерними властивостями.

Методи досліджень – морфологічні, анатомічні, біохімічні, аналітичні та статистичні.

РОЗДІЛ 1

БІОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУКА ЛІСОВОГО ТА ЙОГО РОЛЬ У ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

1.1. Роль едифікаторів в трансформації лісових екосистем

Едифікатори, або ключові види, або організми такі, як бук лісовий, сосна звичайна, дуб звичайний, які змінюють середовище проживання, що сприяє формуванню нових екосистем або зміні існуючих, які відіграють вирішальну роль у їх трансформації.

У лісових екосистемах вони відіграють важливу роль у процесах формування і підтримки біорізноманіття та структури лісу. Дослідження показують, що ці види суттєво впливають на структуру та динаміку лісів, контролюючи доступність ресурсів та умови оселищ. Наприклад, дослідження гори Чанбай у Китаї показало, як структура популяцій та екологічні ролі основних едифікаторів змінюються залежно від висоти, що призводить до відмінностей у складі та динаміці лісів на різних висотах. Деревя, такі як дуб або сосна, можуть створювати умови, які сприяють розвитку певних видів рослин і тварин. Їхнє листя та гілки можуть формувати і впливати на мікроклімат, а коренева система може змінювати структуру ґрунту. Лісові едифікатори, до прикладу, букові ліси розвивають ключову роль у формуванні та підтримці структури лісу, а також у забезпеченні умов для біорізноманіття, визначають екосистему, впливаючи на середовище проживання інших організмів за допомогою своєї потужної кореневої системи, яка змінює структуру ґрунту, і широкому покриву листя, який створює тінь, обмежуючи доступ світла до підліску. Букові деревостани завдяки своїм великим розмірам і густій кроні створюють свій специфічний мікроклімат, що впливає на інші рослини, гриби та тварини. Ліс, де домінує бук, має часто темніший і вологий підлісок, отже, і склад рослинності [28].

Під час формування листової пластини, у міру накопичення токсичних речовин, відбувається гальмування ростових процесів, і деформація листа. Після остаточного формування листових пластин на деревах, які відчувають високе техногенне навантаження, їх площі менше, ніж на деревах, які ростуть у більш сприятливих екологічних умовах.

Деревні види, стають головними у ролі едифікаторів і саме вони відіграють основну роль у створенні біосередовища і формуванні структури біоценозу. Рослинність нижніх ярусів відіграє підпорядковану роль щодо деревних рослин, але для характеристики і визначення лісорослинних умов вона є або в рівнозначному, або в більш значущому положенні (особливо в штучно створених насадженнях). Але за будь-яких умов кожний конкретний вид має неперевершене значення. Втім, кваліфікований спеціаліст лісового господарства визначаючи тип лісорослинних умов одночасно оцінює весь комплекс вказаних показників – і видовий склад, і співвідношення видів, і їх розміри, і зовнішній вигляд насадження. Важливе значення для ідентифікації типів лісорослинних умов має співвідношення тих чи інших видів на конкретній ділянці лісу. Цей показник вказує на потенційну продуктивність ґрунтів та ступінь їх вологості [1]. У ширшому контексті, лісові едифікатори також сприяють загальній стійкості та витривалості екосистем. Як підкреслюють нещодавні дослідження, вони допомагають регулювати зміну клімату, підтримуючи здоров'я лісів і даючи можливість екосистемам відновлюватися після порушень. Це має важливе значення для стратегій управління лісами, орієнтованих на сталий розвиток [29].

Вплив едифікаторів поширюється на їхню роль у кругообігу поживних речовин, регулюванні водного режиму та накопиченні вуглецю, що є критично важливими для підтримки біорізноманіття та екосистемних послуг [30].

1.2. Природо-кліматичні умови місцезростання, ареал, поширення бука лісового

Рід Бук (*Fagus* L.) в помірних областях Північної півкулі є однією з найважливіших лісотвірних видів. Рід налічує 9 видів, ареал яких – Європа, Мала Азія, Кавказ, Іран, Китай, Тайвань, Японія, США, Мексика. Буки – листопадні дерева до 30-50 м заввишки, діаметром стовбура до 1,5 м. Ствобури колоноподібні. В Україні природно ростуть 2 види.

Бук лісовий (б. звичайний, б. європейський) – *Fagus sylvatica* L. досягає висоти 30 (50) м [2]. До 10-15 років бук росте повільно, в молодому віці часто кушиться, але при цьому приріст у висоту збільшує до 0,5 м в рік. Здатність рости у висоту і за діаметром бук зберігає до 250-300 років та доживає до 400-500 років [3]. Це характерний елемент зони широколистяних лісів Європи [2]. Це дерево належить до родини букових (*Fagaceae*) і походить з Центральної та Південної Європи і Кавказу та Карпат [31]. На відміну від багатьох інших видів дерев, він зберігає свою високу швидкість росту до пізньої зрілості [32].

Тепловий режим визначає північну та східну межі ареалу бука лісового, оскільки він не витримує зниження середньої температури січня нижче мінус 6°C і скорочення вегетаційного періоду менше, ніж на п'ять місяців. Бук лісовий не може рости в районах з річною кількістю опадів меншою 500 мм і низькою вологістю повітря [2].

Бук лісовий – деревний вид м'якого океанічного клімату, про це, на думку К.К. Смаглюка [6], свідчить його сучасний ареал, який охоплює більшу частину західноєвропейського материка, а сучасна площа букових лісів Європи складає понад 19,5 млн. га. В Україні його можна зустріти в лісових масивах Карпат, Закарпаття та прикарпатський областей. Бук лісовий серед лісоутворювачів Карпат є найменш морозостійким, і за цим показником йому поступаються тільки черешня та берека. За відношенням до вологи бук лісовий є типовим мезофітом. Він уникає сухих гігротопів і погано переносить перезволоження.

Найбільша продуктивність букових деревостанів відмічається на свіжих і вологих ґрунтах [2]. Оптимальна кількість опадів для зростання букових лісів коливається в межах 560–1340 мм, а при зменшенні річної кількості опадів до 450–500 мм бук для своєї життєдіяльності не знаходить сприятливих умов [7]. За вимогливістю до родючості ґрунту більшість дослідників відносять бук лісовий до мегатрофів. Наприклад, П.І. Молотков вважає, що за вимогливістю до ґрунтової родючості в Українських Карпатах бук поступається ясену звичайному, в'язу гірському та ялиці білій. Краще росте на ґрунтах і гірських породах багатих на вапно. Проте може зустрічатися як на багатих кальцієм, так і на бідних кислих ґрунтах [3]. Поширений здебільшого у свіжих, вологих, сирих гігротопах та в сугрудових і грудових трофотопах [8]. Світлолюбний і водночас з тим тіньовитривалий. Формує зімкнутий намет, тому підлісок практично відсутній. Стійкий до короточасних понижень температури до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, але довгочасні морози мінус 13 – мінус $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ викликають значні пошкодження.

У бука лісового є чітко виражені рання і пізня фенологічні форми. Рання форма більш зимостійка, але пошкоджується пізніми весняними заморозками. На схилах з малопотужними ґрунтами трапляються масові вітровали. Висотна поясність поширення виду значна – від рівнин до 1970 м н.р.м. на Апеннінах. Формує чисті або мішані насадження з грабом, дубом, черешнею, кленом, явором, липою, а в горах з смерекою і ялицею [2].

Бук лісовий є одним із найцінніших деревних видів, що зростає на території України. Формує повнодеревні стовбури правильної форми. Його деревина вирізняється красивою текстурою, є міцною, важкою, твердою, в'язкою, через що має широке застосування в деревообробній промисловості та при виготовленні меблів [3]. У Карпатах піднімається до висоти 1500 м н.р.м.

Бук лісовий має ростові листові пагони. Ростові пагони викривлені, що зумовлено дворядним розташуванням великих гострих бруньок. Листки прості, яйцеподібно-еліптичні, 5-10 см в довжину, загострені до основи і вершини, хвилясті або слабозубчасті по краю; жилкування перисте, з 5-9 парами бокових жилок. Молоді листки червонуваті, шовковисті, зверху і знизу опушені [2]. За

термінами розпускання листя добре виділяються три фенологічні форми бука лісового: рання, проміжна і пізня. Екземпляри ранньої фенологічної форми цвітуть на 10–15 днів раніше, ніж екземпляри пізньої фенологічної форми. Іноді ця різниця, у зв'язку з погодними умовами, скорочується. Безперечно, екологічні умови й висота над рівнем моря має вплив на строки розпускання листя в бука (у дерев, які ростуть у верхній межі лісу, листя розпускається пізніше, ніж у дерев, які ростуть у нижніх частинах схилу). Проте, за даними О.В. Савельєва рання і пізня форма бука може зростати на одній і тій же висоті над рівнем моря в однакових ґрунтових і кліматичних умовах. Лісівничій науці відомий також науковий доробок П.І. Молоткова, який у своїх спостереженнях зауважив, що пошкодження бука заморозками тісно пов'язане з наявністю різних фенологічних форм, при цьому частіше пошкоджуються дерева ранньої фенологічної форми [3].

Використовують бук лісовий широко в озелененні, для створення алейних і групових насаджень. Особливо цінні декоративні форми: плакуча (*Pendula* Loud.), розсіченолиста (*Laciniata* Vignet), темно-пурпурова (*Atropurpurea* Kirchn.), пурпурова плакуча (*Purpurea Pendula* Rehd.), двоколірна чи рожево-облямована (*Roseo-marginata* Henry) та інші. Форми розмножують вегетативно – щепленням.

Бук східний (*Fagus orientalis* Lipsky) – це величне дерево до 50 м висотою. Від бука лісового відрізняється продовгуватими листками, інколи оберненояйцеподібними, еліптичними, з 7-15 парами бокових жилок і більш широкими нижніми придатками плюски. Поширений на Кавказі, Криму, Малій Азії, Північному Ірані, Східній Болгарії. У нього гірський ареал, тоді як бук лісовий росте і на рівнинах. Західну границю ареалу встановити важко, оскільки з буком лісовим утворює ряд проміжних форм. Холодостійкіший, ніж бук лісовий, вимогливий до вологості повітря, не переносить менше 70 %. Не заселяє мокрі, недреновані ґрунти. Високобонітетні насадження формує на висоті 900-1300 м на глибоких ґрунтах і спокійному рельєфі. Відновлюється у вікнах деревостану.

У лісах Криму ареали буків лісового і східного перекриваються. У гірських букових насадженнях Криму Г.І. Поплавська виділила форму бука, що має проміжні ознаки між буком лісовим та буком східним, яку названо буком кримським (*Fagus taurica* Popl.), що сягає висоти до 30 м і росте на висотах 400–1500 м н.р.м.

У Північній Америці росте бук американський чи великолистий (*Fagus grandifolia* Ehrh.), в Японії поширені городчастий (*Fagus crenata* Maxim.) і бук японський (*Fagus japonica* Maxim.). Бук Хаяти (*Fagus hayatae* Nakai) – ендемік о. Тайвань. Інші види ростуть в Центральному і Південному Китаї [2].

Майже 57% букових лісів зі стовбуровим запасом 129,1 млн м³ зосереджено на території Закарпатської області, ще близько 30 % на території Івано-Франківської та Львівської областей. Загалом деревостани бука лісового в Українських Карпатах охоплюють 33,5 % площі вкритих лісового рослинністю лісових ділянок регіону. Загалом бук лісовий в Українських Карпатах формує чисті та мішані деревостани природного та штучного походження. Це переважно високопродуктивні, середньоповлотні деревостани, що частіше зростають у вологих відносно багатих та багатих умовах [5].

Букові ліси виконують важливі ґрунтозахисні, водоохоронні, водорегулюючі, кисневотвірні та інші пов'язані з поліпшенням навколишнього середовища функції. Завдяки значній кількості листків в кроні, бук лісовий суттєво впливає на кількість річного опаду, який є добрим поживним середовищем для розвитку мікрофлори ґрунту [10]. Бук найкраще проявляє властивість видобувати із нижніх горизонтів ґрунту кальцій і разом з опалим листям відкладати його на поверхні мінеральними речовинами. Завдяки значній зольності опаду бук добре збагачує ґрунти.

Зольність листків бука – 6,59 %. Для порівняння, для листків дуба цей показник становить 5,38 %, листків граба – 3,02 %, хвої сосни – 2,88 %. Для букових біоценозів характерна висока кількість золи – 355 кг/га. Для дубово-соснових насаджень цей показник рівний лише 184 кг/га. В букових лісах найінтенсивніше порівняно з іншими лісовими біоценозами проходить процес

розкладу підстилки. Інгібітуючі властивості букового опаду сприяють підвищенню ступеня анізотропності.

Відсоток мінералізації підстилки в сосново-букових лісах – 40 %, в букових – 35 %, а в дубово-соснових – лише 23 % [11]. Вміст азоту, фосфору, калію та кальцію в щорічному опаді букових лісів становить 170 кг/га, в грабових лісах цей показник рівний 76 кг/га [9].

Один грам листків бука випаровує за день в 3–4 рази більше вологи, ніж така ж кількість хвої [12]. Крона букових лісів затримує щорічно 63 кг пилу на площі 1 га. Для соснових лісів цей показник рівний 36 кг/га, для дубових – 56 кг/га в рік [11].

Одне дерево бука висотою 25 м, діаметром крони 15 м та площею листків 1600 м² продукує за добу 17 м³ кисню, використовуючи для цього 2,4 кг вуглецю [13]. За сторічний період росту 1 га букового лісу I а бонітету продукує понад 1,1 млн м³ кисню.

Винятково важливу роль відіграють ліси у формуванні та розподілі стоку води, яка полягає в зниженні поверхневого стоку і його переході в ґрунтовий. В зімкнених лісових фітоценозах поверхневий стік майже відсутній. Вода, яка проникає під намет лісу, утримується вологоємкою лісовою підстилкою і всмоктується ґрунтом. Водорегуляторна здатність лісу обумовлює його ґрунтозахисну роль. Ліс, поглинаючи велику кількість опадів, зменшує і навіть повністю ліквідує поверхневий стік, захищаючи ґрунти від ерозії. Перестійні деревостани можуть врегульовувати навіть максимальні за силою та інтенсивністю зливи [14]. Неконтрольоване вирубування букових лісів призводить до катастрофічних наслідків. В перший рік після вирубки змив ґрунту становить 300-000 м/га (інколи – до 1800 м), змив підстилки – 300 м/га. Суцільні рубки суттєво погіршують гідрологічні умови водозборів, особливо протягом десяти перших років після їх проведення [15].

В букових лісах Поділля та Прикарпаття зростає 57 рідкісних та зникаючих видів, з яких 27 видів внесені до Червоної книги України [16] та 4 види внесені до Європейського списку [33] рідкісних та зникаючих видів. Висока зімкненість

деревостанів букових лісів робить їх зручними гніздовими стаціями для багатьох видів орнітофауни та теріофауни.

Багато видів тварин пов'язані з буковими лісами консортивними зв'язками через ланцюги живлення. Із 13 видів ссавців, які трофічно пов'язані з угрупованнями букових лісів, в нас переважно зустрічається 11 видів [17]. Серед них домінуючими є *Apodemus flavicollis*, *Clethrionomys glareolus*, *Microtus subterraneus*, звичайними за чисельністю видами – *Sciurus vulgaris*, *Apodemus sylvaticum*, *Glis glis*. *Muscordinus avellanaris*, *Capreolus capreolus*, *Cervus elaphus*, *Sus scrofa*, малочисельним видом є *Dryomus nitedula*.

Із 26 видів птахів, які живляться насінням бука, в лісах Буковинського Передкарпаття зустрічається 23 види – *Tetrastes bonasia*, *Columba palumbus*, *C. oenos*, *Dendrocopos major*, *D. leucotos*, *Corvus frugileus*, *C. monedula*, *Picupica*, *Garrulus glandarius*, *Nucifraga caryocatactes*, *Parus major*, *P. caeruleus*, *P. palustris*, *Parus atricapillus*, *Sitta europaea*, *Coccothraustes coccothraustes*, *Chloris chloris*, *Carduelis spinus*, *Pyrrula pyrrula*, *Loxia curvirostra*, *Fringilla coelebs*, *F. Montifringilla* [19, 33].

З буком лісовим консортивно пов'язана велика кількість комах, серед яких є дуже рідкісні види. До таких видів належать вусач альпійський (*Rosalia alpinus*), який є зникаючим видом не лише в Україні, а й у всій Європі.

1.3. Вплив екологічних чинників на формування прижиттєвих вад деревини бука лісового

Лісові види, здебільшого, на межі ареалу, часто зростають в екстремальних едафо-кліматичних умовах, що суттєво впливає на їх стійкість. Бук європейський характеризується високою чутливістю до патогенних факторів [18]. Це пояснюється наявністю в нього тонкої кори, яка легко пошкоджується різними чинниками: абіотичними (морозобійні тріщини, пошкодження градом, механічні

пошкодження кори тощо) та біотичними (живлення попелиць, розвиток стовбурових та листогризних комах).

Клімат має суттєвий вплив на ріст і стан дерев, зокрема на формування деревини. Бук чутливий до змін температури, кількості опадів, вологості та рівня освітленості. Найбільші проблеми виникають за умов посухи, адже бук лісовий потребує достатнього рівня вологи, а її дефіцит може призводити до формування тріщин на стовбурі, деформацій деревини та зниження механічної міцності деревини. Заморозки у весняний період, що викликають підмерзання тканин може призвести до утворення гнилі або фрагментації деревини, особливо на більш вразливих ділянках дерева. Стрес через зміни клімату, або ж тепловий стрес також є суттєвим екологічним чинником, що впливає на деревину бука, різке підвищення температури протягом вегетаційного періоду може спричинити утворення тріщин та деформацій у деревині.

Як згадано вище, бук лісовий має високі вимоги до вологості ґрунту, і зміни в його вологості ґрунту можуть бути критичними для росту дерева. Висока вологість сприяє розвитку різноманітних грибкових інфекцій, що викликають гниль деревини, а надмірна сухість ґрунту призводить до стресових умов для дерева, що в свою чергу викликає утворення тріщин, а також впливає на загальний ріст деревини, формуючи несиметричні шари росту [36, 37, 21, 38].

У букових, буково-дубових та грабово-буково-дубових лісах Західного Поділля та Буковинського Передкарпаття Г.Т. Криницьким виявлено 23 види грибів-збудників корневих та стовбурових гнилей [19]. На букові трапляються два збудники корневих гнилей. Вони можуть спричинити значне погіршення стану деревини, розпад волокон і утворення порожнин у серцевині дерева. Це не лише знижує механічні властивості деревини, але й може зробити дерево вразливим до фізичних пошкоджень, таких як тріщини, ось поширені гнилі на рослинах бука лісового: плоский трутовик – *Ganoderma applanatum* (Pers.: Wallr.) Pat. та опеньок осінній – *Armillariella mellea* (Vahl.: Fr.) Karst.

Для бука європейського найнебезпечнішим збудником стовбурових гнилей є справжній трутовик – *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Gill. Зараження

відбувається через обламані гілки, морозобійні тріщини, механічні пошкодження кори. Хвороба довго носить прихований характер - плодови тіла з'являються через 7–10 років після зараження стовбура [18]. Рідше на стовбурах бука розвиваються несправжній трутовик – *Phellinus igniarius* (L.:Fr.) Quel, сірчано-жовтий трутовик – *Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Bond. et Sing., дубова губка – *Daedalea quercina* L.: Fr. та інші види дереворуйнівних грибів. Спільними видами, які можуть бути причиною стовбурових гнилей бука, дуба та граба є несправжній трутовик, сірчано-жовтий трутовик, стереум жорстковолосистий, шизофіл звичайний.

Більшу схильність до поліфагії та поширення на буках мають види із гризучим роговим апаратом, які обгризають листки або скелетують їх (личинки метеликів та пильщиків, деякі жуки) та види, які є причиною скручування листків (жуки з родини трубоккрути – *Attelabidae*). Вузкою спеціалізацією та схильністю до монофагії характеризуються види-мінери, галоутворювальні комахи та рослиноїдні кліщі, комахи із сисним ротовим апаратом (представники підрядів попелиці *Aphidinea* та кокциди – *Coccinea*). Ці філофаги виявлені тільки на листках однієї кормової рослини. Найнебезпечнішими потенційними шкідниками-філофагами у насадженнях з участю бука є непарний шовкопряд, кільчастий шовкопряд, зимовий п'ядун, п'ядун-здирач звичайний, золотогуз, які за певних погодних умов можуть формувати вогнища масового розмноження та пошкоджувати значну кількість листя, чим ослаблюють дерева і погіршують санітарний стан насаджень. Крім шкідників-філофагів у бучинах поширені також комахи-ксилофаги, які є поліфагами і живляться на різних породах дерев.

Екологічні чинники мають значний вплив на формування прижиттєвих вад деревини бука лісового. Для збереження високої якості деревини необхідно враховувати не лише природні умови, а й антропогенні фактори, що можуть впливати на ріст і розвиток цих дерев. Дослідження в цій галузі є важливим для лісівників і деревообробників, оскільки дозволяє розробляти оптимальні методи ведення лісового господарства для збереження здоров'я лісів та підвищення якості продукції. У молодшому віці бук виявляє більшу стійкість до впливу

збудників гнилей та некрозних хвороб, але і в стиглих деревостанах кількість його дерев без ознак ослаблення є високою [19].

Звичайна серцевина деревини формується в деревах під контролем ендогенних спадкових факторів. На противагу цьому, утворення несправжнього ядра викликається різними екзогенними факторами, зокрема різними типами ушкоджень або стресів, які завдають шкоди дереву, запускаючи ряд послідовних процесів. Звичайною причиною стресу для дерев є посуха. Також негативну дію на живі тканини рослини зовнішні чинники може завдавати через пошкодження гілок або стовбура. Мікроорганізми (бактерії та гриби), що не спричиняють гниття, через поранення можуть проникати в тканини і викликати у рослин стресові реакції. На думку Роланда Гьорнфельдта, Міріам Друен та Лотти Воблом індуковані зміни кольору можна пояснити окислювальними реакціями фенольних речовин, що каталізуються різними ферментами, які виробляються мікробами, присутніми в ураженій області.

Згідно з Кьолером (2006), існують різноманітні можливі індуктори варіантів несправжньої серцевини, включаючи різні абіотичні стреси, такі як посуха, ущільнення ґрунту, пошкодження коренів, мороз, тепло і забруднення повітря; біотичні фактори стресу, такі як гриби або бактерії; і (часто) комбінації таких стресів. Однак він наголошує на загальній нестачі води в навколишньому середовищі та стресі від посухи як загальних чинниках, які спричиняють висихання клітин, у які потім проникає кисень із навколишнього повітря.

Виділяють такі типи несправжньої серцевини у бука:

➤ Класичне червоне несправжнє ядро: у класичного несправжнього ядра бука колір може варіювати від сірого, сіро-бежевого, оливково-сірого, коричнево-бежевого, червонуватого, лососево-червоного до світло- або темно-коричневого. Темно-коричнева або чорна межа зона шириною від кількох мм до сантиметра також формується між кольоровою серцевиною та світлою стиглою деревиною. За даними Кьолера (2006), несправжнє ядро частіше зустрічається у старих дерев, але стрес, спричинений нестачею води, може бути важливішим провокуючим фактором, ніж вік;

- хмароподібне несправжнє ядро: якщо стрес повторюється, наприклад, під час нової літньої посухи, зовні від початкового червоного серця утворюється новий шар зміненої деревини з новою темною межею. Якщо процес повторюється кілька разів, поступово утворюються хмароподібні візерунки, що отримали назву «хмароподібне несправжнє ядро»;
- променеве несправжнє ядро: інший варіант несправжнього ядра має загострені (або колючі) межі. Його часто називають «променевим несправжнім ядром», оскільки воно утворюється внаслідок окислення вмісту серцевинних променів [35].

Несправжнє ядро бука було предметом вивчення в рамках впливу на вихід фанери. Воно впливає на якість деревини, особливо на вироби, такі як меблі, двері та панелі. У дослідженні Франтісека Гапли розглянуто 28 стовбурів бука з несправжнім ядром, де було встановлено, що воно знижує загальний вихід фанери. Проте, цей вплив був менш значним, ніж очікувалося, основна частина несправжнього ядра залишилася у відходах після обробки, але все ж але цей ефект можна частково нівелювати шляхом правильного сортування стовбурів перед обробкою. Велика частина несправжнього ядра залишилася у відходах після нарізки, що знизило об'єм готового продукту приблизно на 50,2 % [67].

1.4. Дослідження адаптаційних й захисних функцій вторинних метаболітів деревних рослин

До вторинних метаболітів відносяться фенольні сполуки, як важливий елемент системи захисту і адаптації рослин. Фенольні сполуки є одним із важливих елементів вторинного метаболізму. Вони мають широкий спектр функцій, багато з яких ще недостатньо вивчені. Основні властивості фенольних сполук поділяють на три групи: фізичні, хімічні та біологічні. Фізичні властивості включають їх здатність забарвлювати вегетативні та генеративні органи, надавати їм смак і запах, а також поглинати ультрафіолетове світло. Їхні

хімічні властивості охоплюють антиоксидантну дію, здатність зв'язувати радикали та утворювати нові комплекси. Завдяки цим характеристикам фенольні сполуки здатні контролювати окислювальні процеси, зв'язувати активні радикали та виводити з організму важкі метали й радіоактивні речовини, забезпечуючи захист рослин і живих організмів від негативних факторів [39].

Біосинтез фенольних сполук здійснюється переважно шикіматним шляхом, тобто біохімічним процесом, що присутній у рослинах, бактеріях і грибах, який також включає синтез індолів, деяких алкалоїдів та беталаїнів. Вони забезпечують різні функції в рослинах, включаючи захист від патогенів, регуляцію росту та реакцію на стрес. Перший етап біосинтезу полягає в утворенні оксикоричних кислот шляхом ферментативного перетворення L-фенілаланіну під дією ключового ферменту L-фенілаланін аміак-ліази (ФАЛ) [40].

Важливим моментом у процесі біосинтезу є активація коензиму-А. Фенолкарбонові кислоти можна поділити на похідні бензойної кислоти (галола, саліцилова, протокатехова) та похідні коричної кислоти (кумарова, сінапова, кавова, ферулова). Оксикоричні кислоти часто представлені у вигляді ефірів або полімерів. Найпоширенішою серед фенольних кислот є кавова кислота, яка наявна в тканинах багатьох плодів і утворює хлорогенову кислоту шляхом етерифікації з хінною кислотою. Також поширеною є ферулова кислота, яка є компонентом поліфенолів, легко етерифікується і входить до складу геміцелюлози, особливо в клітинних стінках рослин.

Оксикоричні кислоти відіграють важливу роль у метаболічних процесах і є попередниками для синтезу багатьох інших фенольних сполук. Вони також можуть утворюватися у фітофагів під час метаболізму поліфенолів. Корична кислота з коензимом А утворює ефіри, які є попередниками флавоноїдів і кумаринів, а також необхідна для синтезу лігніну, що утворюється з коричних альдегідів та монолігнолів. Синтез лігніну тісно пов'язаний із активністю перекису водню [41].

Флавоноїди та прості феноли регулюють роботу фітогормонів, тоді як дубильні речовини підвищують стійкість рослин до посухи і захищають корені в кислих ґрунтах. Фенольні сполуки покращують живлення рослин і можуть виконувати роль додаткового ресурсу для первинного метаболізму. Флавоноїди, такі як лютеолін, відіграють роль медіаторів для колонізації коренів симбіотичними азотфіксуючими бактеріями [42].

Фенольні сполуки є важливими компонентами електронтранспортних ланцюгів під час дихання і фотосинтезу, беруть участь у багатьох окисно-відновних процесах, діють як низькомолекулярні антиоксиданти та регулятори росту й розвитку рослин [43]. Вони забезпечують стійкість рослин до стресових чинників і регулюють симбіотичні зв'язки [44]. Концентрація фенольних сполук у рослинах залежить від зовнішніх умов і може суттєво змінюватися під час стресу, оскільки рослинам необхідно балансувати між ростом і синтезом вторинних метаболітів [45]. Підвищення рівня фенольних сполук у листках за умов посухи також підвищує алелопатичну активність рослин. Існує гіпотеза, що метаболічні процеси рослин спрямовані на підтримку їх нормального росту і розвитку, проте ці погляди не завжди враховують специфіку умов зростання та життєві стратегії рослин. Наприклад, кількість фенольних сполук у листках *Betula montana* може зростати під час їх розвитку, що вказує на здатність рослин швидко формувати вторинні метаболіти без негативного впливу на ріст. Це свідчить про те, що навіть за доступності вуглецю у середині вегетаційного періоду концентрація фенольних сполук не обов'язково зростає.

Локалізація і склад фенольних сполук значно відрізняється між дводольними і однодольними рослинами. Антоціани та флавоноли вдвічі частіше виявляються у дводольних рослин (максимальне поширення 37 % і 62 % відповідно), тоді як ферулова та сінапова кислоти характерні для однодольних (67 % і 57 % відповідно). Поширення п-кумарової та кавової кислот є майже однаковим у рослин обох класів (близько 50 %). Локалізація і концентрація фенольних сполук також варіює залежно від органів рослин: антоціани найчастіше трапляються в пелюстках і плодах, флавоноли та флавоноли – у

надземних частинах, а фенолкарбонів кислоти – майже у всіх тканинах. Фенольні сполуки є біологічно активними й здатні впливати на метаболізм рослин, пошкоджувати внутрішньоклітинні структури у формі фенольних радикалів. Рослини запобігають цим пошкодженням через просторове розділення активних сполук у клітинних органелах або шляхом хімічної модифікації до менш активних форм [46].

Відомо, що синтез багатьох фенольних сполук залежить від світла. Це пояснює, чому флавоноїди та інші фенольні сполуки переважно розміщуються на поверхні різних органів рослин, тоді як похідні фенолкарбонів кислот і оксикумарини накопичуються зазвичай у внутрішніх тканинах. Основним місцем локалізації фенолів у клітинах вважаються вакуолі. У молодих клітинах вони займають незначний об'єм протопласта, тому фенольні сполуки або транспортуються в клітини зі зрілими вакуолями, або накопичуються у пластидах. Таким чином, хлоропласти є не тільки основним центром біосинтезу фенольних сполук, але і важливим місцем їх накопичення, головним чином у формі кон'югатів [47].

На рівні рослинного організму особливо чіткий розподіл вторинних метаболітів спостерігається у деревних видів із масивними кронами. Ярусна варіативність мікроморфології метамерів дерев була вперше досліджена В.Р. Заленським [22]. Він довів, що листки верхніх ярусів крони через нестачу вологи та сильну інсоляцію набувають ксероморфних ознак. Серед адаптаційних змін спостерігається потовщення кутикули, зменшення розмірів і збільшення кількості продихів на одиницю площі листка, а також потовщення листкової пластинки. Як виявив П.С. Гнатів, у несприятливих міських умовах у деяких видів товщина листкової пластинки може зменшуватися, головним чином через менший розвиток стовпчастої та губчастої паренхіми. Щодо хімічного складу – показано, що кількість безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) у листках *Quercus robur* залежить від їхнього положення в кроні. Найбільша їх кількість спостерігається в старих, добре освітлених листках. Внутрішня затінена частина крони була стабільнішою щодо вуглеводного балансу [23]. За умов надмірної

інсоляції отримана енергія може бути руйнівною для тканин і органів. Тому рослини утворюють структурно-морфологічні, фізіологічні та біохімічні бар'єри. Відомо, що багато фенольних сполук (катехіни, антоціани, флавоноли) поглинають ультрафіолетове випромінювання і виконують фотозахисну та антиоксидантну функції, засновані на високому окисно-відновлювальному потенціалі ароматичних сполук.

Експресія генів, які відповідають за синтез антоціанів та інших фенолів у листках, залежить від інтенсивності сонячного світла. Фотоактивні сполуки накопичуються в епідермісі та виконують роль фітохімічного екрана, що захищає клітини мезофілу та пластиди від надлишкової інсоляції [48].

Накопичення флавоноїдів у рослинах може бути реакцією на інтенсивне ультрафіолетове випромінювання. Флавоноїди утворюються з халконів за допомогою халконсинтази. До класу флавоноїдів належать різні генетично пов'язані між собою сполуки загальної формули вуглецевого скелета C₆-C₃-C₆ та їхні похідні. Флавоноїди відрізняються за будовою внаслідок глікозилювання, що призводить до утворення моно-, ди- та триглікозидів. Наразі встановлено структуру й описано фізико-хімічні властивості понад 7500 природних флавоноїдів. Вони синтезуються через поєднання продуктів шикіматного (гідроксикоричні кислоти беруть участь в утворенні В-кільця флавоноїдів) та ацетатно-малонатного (А-кільце флавоноїдів синтезується з ацетил-КоА) шляхів біосинтезу за участю халконсинтази [49]. Ацетатно-малонатний шлях біосинтезу фенольних сполук широко поширений серед лишайників і мікроорганізмів. У вищих рослин він є головним шляхом синтезу терпеноїдів. Найбільш різноманітними за складом флавоноїдів є рослини родин *Chenopodiaceae*, *Olemoniaceae*, *Verbenaceae*, *Scrophulariaceae*. Флавоноїди накопичуються у листках, плодах, менше – у стеблах і коренях, хоча трапляються майже в усіх тканинах і органах рослин, що свідчить про їхню важливу роль у регуляції фізіологічних процесів та адаптації. Максимальна концентрація флавоноїдів спостерігається зазвичай у період бутонізації та квітування [50].

Різноманіття флавоноїдів зумовлюється ступенем окислення гетероциклу, характером з'єднання ароматичних груп, ступенем їхньої конденсації, природою та кількістю замісників і їхнім розташуванням, а також наявністю оптично активних форм. Значна група нередукованих флавоноїдів, лейкоантоціанідинів і антоціанів, що локалізуються в клітинах епідермісу, здатна активно поглинати ультрафіолетове випромінювання (280–320 нм). Ця вибіркова здатність до поглинання УФ випромінювання визначає їхню захисну роль у функціонуванні фотосинтетичного апарату рослин, особливо на ранніх стадіях онтогенезу [49]. Наприклад, *Betula pendula* реагує на підвищення УФ-В-випромінювання (315–280 нм) посиленням синтезу похідних кверцетину [43]. У сіянців під впливом УФ-В вміст кверцетину в листках зростає на 35% у *B. pubescens* і на 28% у *B. pendula* [51]. У листках *B. pendula* в умовах парника під дією УФ-В збільшується вміст 3-галактозиду та 3-рамнозиду кверцетину, а також кверцетину 3-глікозиду-1-глюкуроніду та кверцетину-3-арабінозиду [52].

У різних видів рослин кількісний і якісний склад вторинних метаболітів має виражену специфічність, що дозволяє ідентифікувати види чи гібриди, визначати їхнє походження, виявляти хемораси на рівні популяцій, а також оцінювати біохімічну гетерогенність і спрямованість адаптивних процесів у просторі й часі. Якісний склад продуктів вторинного метаболізму успішно використовується в систематиці рослин. На цій основі розроблено нові класифікаційні системи, засновані на розподілі вторинних метаболітів. Ці системи дали можливість хемотаксономістам описати закономірності, пов'язані з класифікацією покритонасінних рослин. Хемосистематика спрямована на порівняння фітохімічних профілів близьких видів рослин, тоді як хемотаксономія має на меті ранжувати й класифікувати рослини за складом метаболітів [53]. Часто обидва підходи поєднують для хемодиверсифікації таксонів у межах роду. Гени флавоноїдного шляху, як структурні, так і регуляторні, слугують модельною системою для вивчення різноманітних еволюційних процесів.

Різниця у профілях вторинних метаболітів може свідчити, що систематичне значення фітохімічних ознак є предметом інтерпретації стосовно традиційних морфологічних маркерів [54]. Існують припущення, що склад вторинних метаболітів має певне значення для систематики вищих рослин, але їхня еволюція відображає адаптації та особливості життєвих стратегій видів, закладені у філогенетичну структуру [54]. Хемосистематичні ознаки, як і всі інші фенетичні ознаки вищих рослин, значною мірою залежать від екологічного стресу й схильні до явищ паралельної еволюції [53].

Процеси росту й розвитку рослин, специфічність їхнього морфогенезу регулюються гормональними стимулами, а розподіл і транспорт фітогормонів контролюються вторинними метаболітами, зокрема флавоноїдами та іншими фенольними сполуками [55]. Флавоноли, такі як кверцетин і кемпферол, беруть участь у функціонуванні спеціальних транспортних білків, що забезпечують полярний транспорт ауксинів [55].

Флавоноли відіграють важливу роль у регуляції транспорту фітогормонів. Наприклад, моногідроксили В-кільця флавоноїдів розглядаються як кофактори пероксидази, що функціонально подібна до ІОК-оксидази, яка дезактивує ауксини. У той час як флавоноїди, що мають дигідроксили в структурі В-кільця, діють як інгібітори деградації ІОК. Моно- і дигідроксифлавоноїди також інгібують транспорт ІОК через плазматичну мембрану шляхом зв'язування з білком плазматичної мембрани, відомим як рецептор N-1-нафтілфталамінової кислоти (NPA). NPA – це синтетична сполука, яка, як вважається, зв'язує регуляторний білок, що контролює трансмембранний відтік аніонів ІОК, опосередкований носієм.

Флавоноїди, що інгібують ІОК оксидазу, можуть бути альтернативними субстратами для пероксидази, захищаючи ІОК від окислення. Деякі флавоноїди, такі як кверцетин, апігенін і кемпферол, не безпосередньо конкурують з ІОК, а діють через рецептор NPA в плазматичній мембрані рослинної клітини, блокуючи полярний транспорт ауксину. Ці реакції можуть впливати на архітектуру рослин. Флавоноїди, синтез яких індукується під час формування

бульбочок ризобіальними бактеріями, можуть також впливати на розпад ауксину в клітинах через активність ІОК оксидази [56].

Фітогормони відомі своєю багатофункціональністю, проте їхня ключова роль полягає у регуляції процесів росту клітин, тканин і органів, таких як корені, стебла, листки, плоди та насіння, а також у залученні мінеральних речовин та асимілятів до зон з найбільш інтенсивним метаболізмом [47]. Недавні дослідження підтвердили існування взаємозв'язку між флавоноїдами та морфологічною будовою рослин [57]. Встановлено, що мутанти з порушеннями у синтезі флавоноїдів демонструють значні зміни в розвитку кореневої системи та пагонів. Крім того, встановлено, що ауксини відіграють важливу роль у відповідях рослин на стресові чинники, контролюють процеси транспірації та беруть участь у регулюванні ресурсів за умов пригніченого росту.

На рівні екосистеми окремі види рослин взаємодіють з іншими рослинами, а також із грибами, тваринами та мікроорганізмами. Ці взаємодії характеризуються динамічністю, варіюючи від паразитичних до симбіотичних стосунків. Кожен тип міжвидової взаємодії впливає на синтез певних метаболітів. Для створення стійких декоративних деревних насаджень необхідно ретельно підбирати види, форми та культивари, враховуючи їхню адаптованість до ґрунтово-кліматичних умов, стійкість до антропогенних факторів, хвороб та шкідників.

Лісові плантації мають меншу видову різноманітність і стійкість порівняно з природними лісами, тому вони більш вразливі до збудників хвороб. Короткі ротаційні цикли в лісових насадженнях сприяють підвищенню вірулентності патогенів, що викликають кореневі гnilі та епіфітотії [58]. Крім того, глобальні зміни клімату активно впливають на поширення патогенів у лісових культурах. Багато наукових досліджень присвячено вивченню складу, структури, різноманіття та функцій мікробіоти лісових екосистем під впливом змін навколишнього середовища, кліматичних умов, антропогенних факторів, рослинних генотипів і сигналінгу.

Зниження продуктивності та здатності до регенерації деревних культур внаслідок внутрішньовидової алелопатії є серйозною проблемою в умовах постійної монокультури. Було виявлено новий циклічний дипептид (6-гідрокси-1,3-диметил-8-нонадецил-(1,4)-діазокан-2,5-дикетон) з високою фітотоксичною активністю, який виділяє кунінгамія ланцетоподібна (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) у ґрунт [59].

Проте алелопатичні ефекти можуть бути як негативними, так і позитивними, оскільки рослинні та мікробні виділення містять практично всі відомі природні органічні сполуки, а їхній вплив значною мірою залежить від концентрації.

У ґрунтах лісових розсадників спостерігається зниження мікробного різноманіття через відсутність трав'яного покриву, домінування монокультури та застосування хімічних обробок, що призводить до скорочення чисельності та різноманіття мікроорганізмів і появи стійких видів, пристосованих до умов штучних фітоценозів. Це, в свою чергу, сприяє зростанню кількості фітопатогенних мікроміцетів і зниженню різноманітності мікроорганізмів з антагоністичними властивостями. Для захисту сіянців у ювенільній фазі розвитку від фітопатогенних мікроорганізмів необхідна ефективна система захисних та екологічних заходів у місцях штучного лісовідновлення.

Міжнародний досвід показує ефективність використання мікроорганізмів з рістстимулювальними та антагоністичними властивостями для боротьби з хворобами деревних порід. Передпосівна обробка насіння сосни звичайної суспензіями культур або сухими спорами мікроорганізмів-антагоністів, таких як гриби роду *Trichoderma* (*viride*, *koningii*) і бактерії родів *Bacillus* (*subtilis*, *curculans*, *mesentericus*) і *Pseudomonas* (*sp.-201*, *circulans*, *aeruginosa*, *aureofacins*, *fluorescens*), які мають широкий спектр антифунгальної дії, сприяла підвищенню схожості насіння та життєздатності сіянців (на 22–80 % порівняно з контролем), зменшенню загибелі насіння і сіянців (з 58 % у контролі до 25 % у досліді). Найвищий індекс пригнічення хвороб був відзначений при обробці бактеріями

роду *Pseudomonas*. Крім того, всі досліджувані мікроорганізми сприяли росту та розвитку сіянців сосни, покращуючи їхні морфометричні показники [24].

Присутність мікроорганізмів впливає на якісні та кількісні характеристики флавоноїдів у ризосфері через модифікацію корневих ексудатів та їхній мікробний катаболізм. Зміни в мікробних сукцесіях і ослаблення сигналів фенольних сполук можуть мати екологічні наслідки для взаємодії між рослинами та мікроорганізмами. Ці природні захисні механізми, які залежать від фенольних сполук, заслуговують особливої уваги з огляду на їхній потенціал як альтернативи хімічним методам контролю збудників хвороб деревних культур.

Патогени рослин є природною складовою екосистем, а рівень їх розвитку та шкідливість визначаються взаємодією комплексу факторів, зокрема еколого-біологічних властивостей патогенів, генотипів рослин та умов навколишнього середовища. Сучасні методи захисту деревних культур від хвороб ґрунтуються на розумінні життєвих циклів фітопатогенів з урахуванням усіх трьох груп чинників. Більшість фітопатогенних мікроорганізмів мають широкий спектр спеціалізації щодо різних видів хвойних. Значну роль у патогенезі відіграють фітопатогенні мікроміцети.

До найпоширеніших та небезпечних захворювань деревних порід у розсадниках України відноситься інфекційне вилягання, яке спричиняють фітопатогенні мікроміцети *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Verticillium sp.*, *Botrytis sp.*, *Sclerotinia sp.* тощо. У разі масштабного ураження втрати можуть становити 30–45 %, а інколи навіть 85–100 % рослин. Це захворювання найбільш характерне для молодих сіянців сосни віком до двох місяців. У кореневій шийці загиблих сіянців часто виявляються види роду *Fusarium*, такі як *F. avenaceum var. herbarum*, *F. sporotrichiella var. porotrichioides* і *F. oxysporum*.

У виробничій практиці для захисту деревних культур від грибних збудників на ранніх стадіях розвитку переважно застосовують фунгіциди. Проте тривале використання фунгіцидів і гербіцидів під час вирощування сіянців сприяє збільшенню частки патогенних мікроорганізмів у ґрунті лісових

розсадників порівняно з цілиними ґрунтами. Наприклад, використання пестицидів при вирощуванні сосни звичайної призводить до тератогенезу сіянців, а довготривале забруднення ґрунтів пестицидами та їхніми метаболітами спричиняє неінфекційне вилягання сіянців [25].

Для підвищення стійкості до хвороб у рослинництві використовують сполуки, які здатні індукувати захисні реакції рослин, такі як саліцилова кислота (СК), що виступає альтернативою протруйникам. Окремі дослідження показали позитивний вплив СК на стійкість сосни звичайної до кореневої губки і збудників інфекційного вилягання [26].

Вторинні метаболіти, такі як прості феноли, флавоноїди, кумарини, хінони, терпеноїди (монотерпени, сесквітерпени, ди- та тритерпени), алкалоїди та азотовмісні сполуки (амінокислоти, бензоксазиноїди, ціаногенні глікозиди) та інші, відіграють важливу роль у формуванні стійкості рослин до різних збудників. Фенольні сполуки є активними компонентами захисних систем рослин. Вони можуть діяти як сигнальні молекули, регулюючи захисні реакції, або як про- та антиоксиданти, впливаючи на рівень вільних радикалів [27], які накопичуються в клітинах під час різних стресових ситуацій.

Фенольні сполуки, що виділяються з насіння, коріння або залишків тканин, зазвичай мають високу активність щодо ґрунтових фітопатогенів. Деякі дослідження свідчать про те, що захист рослин від нематод і фітофагів пов'язаний з виділенням та накопиченням фенольних сполук рослинами в ґрунті [60]. Полімеризація фенольних сполук у клітинних стінках з утворенням лігніну та лігніноподібних структур сприяє створенню механічного бар'єру для проникнення мікроорганізмів у тканини рослин. Нині ідентифіковано кілька генів, що беруть участь у біосинтезі фенілпропаноїдів у деревних рослин. Крім того, існують ізоензими, які регулюють фенілпропаноїдний синтез у рослинах у відповідь на зміну навколишніх умов. Біосинтез попередників лігніну і формування вторинних клітинних стінок стимулюються абіотичними та біотичними стресами, такими як посуха, механічні ушкодження або дія патогенних мікроорганізмів. При цьому хімічна структура лігніну, утвореного

під впливом стресу, дещо відрізняється від біополімеру, що синтезується за оптимальних умов. Стресові лігніни зазвичай характеризуються збільшенням вмісту п-гідроксифеніл (Н) одиниць [61].

У останні роки увага науковців зосереджена на дослідженні ролі вторинних метаболітів, які є кон'югатами аліфатичних поліамінів або арилмоноамінів з оксикоричними кислотами (кавовою, феруловою та п-кумаровою), у розвитку рослин та їх захисті від несприятливих чинників, у тому числі патогенів. Ізофлавоноїди, що синтезуються *de novo*, розглядаються як індуктори стійкості рослин через утворення фітоалексинів або як супресори через формування моноциклічних гідрокси-ароматичних метаболітів [62].

Численні фенольні сполуки, що синтезуються рослинами, діють як фітоалексини, пригнічуючи патогенну мікрофлору. З іншого боку, у преінфекційний період фенольні сполуки рослин сої функціонують як хемоатрактанти, активуючи метаболічні процеси у бактеріях, що стимулюють синтез Nod-факторів — сигнальних молекул мікросимбіонтів, які впливають на їхню концентрацію в ризосфері. Синтез цих молекул дозволяє бактеріям адгезувати на поверхні коренів і проникати в їх тканини [27].

Також вивчена рутин-опосередкована індукція стійкості рослин до бактеріальних збудників через активацію саліцилової кислоти (СК)-залежного сигнального шляху. Під час обробки рослин рису, тютюну та арабідопсису рутином у концентрації 2 мМ спостерігалось підвищення стійкості до *Xanthomonas oryzae pv. oryzae*, *Ralstonia solanacearum* і *Pseudomonas syringae pv. tomato*. Дослідження ролі флавоноїдів у захисті рослин є перспективним напрямом для подальших досліджень. У багатьох роботах виявлено антигрибковий ефект флавоноїдів, наприклад, *Pyricularia oryzae*, що уражує рис, показала різну чутливість до розчинів нарінгеніну, кемпферолу, кверцетину та дигідрокверцетину. Під час експресії структурного гена, що кодує дигідрофлавонол-редуктазу, спостерігалось накопичення дигідрокверцетину та зниження проникнення гіф збудників у рослинні тканини [63].

Активність фенольних сполук частково визначається їх структурною різноманітністю. Медикарпін, куместрол, фазеолін, фазеолінін, ізофлавоноїди та флавоноїди виступають як фітоалексини і нематоциди проти збудників ґрунтових патогенів і фітофагів. Було продемонстровано антифунгальну активність флавоноїдів гліцеоліну та ківетону, а також встановлено кореляцію між концентрацією бензоксазиноїдів і стійкістю до фузаріозної гнилі у сортів пшениці [64].

Фенольні сполуки, що синтезуються рослинами під час ураження патогенами, діють через кілька механізмів захисту. Зокрема, ензим метилтрансфераза у кукурудзи регулює активність та накопичення бензоксазиноїдів, які виступають ефективними токсинами для захисту від фітофагів і стимулюють утворення калози, що ускладнює живлення попелиць соком флоєми. Зміна метаболічних шляхів між утворенням токсинів і захисною регуляцією впливає на стійкість пшениці до личинок лускокрилих та попелиць. Біохімічний і філогенетичний аналіз виявив подібний механізм у рослин пшениці, що свідчить про «конвергентну еволюцію».

Також доведено, що L-гістидин індукує стійкість рослин до *Ralstonia solanacearum* через активацію сигнальних шляхів утворення етилену. В алелопатичних взаємодіях між пшеницею та бур'янами домінантними алелохімічними речовинами є DIMBOA та MBOA, продукти ВМ пшениці, які модифікують мікробну структуру ґрунту через зміну популяцій міксоміцетів. У ризосфері сої виявлено ізофлавоїди даїдзєїн і геністеїн, що можуть виступати алелохімічними сполуками у взаємодії кореневої системи зі ґрунтовою мікробіотою, а їх концентрація змінюється залежно від тривалості монопосіву. Флавоноїди рутин і кверцетин, виділені з корневих ексудатів злаків, беруть участь у формуванні асоціацій азоспіріл *Azospirillum brasilense* Sp245 з коренями злакових рослин шляхом модифікації глікополімерів бактерій.

Висновок до розділу 1: найвища активність щодо бактерій виявлена у кверцетину, що пояснюється його здатністю сорбуватись на поверхні бактеріальних клітин через високу гідрофобність. Накопичення фенольних

сполук активує захисний сигналінг у місцях ураження, що супроводжується локальним синтезом активних форм кисню та зміцненням клітинних стінок [65].

РОЗДІЛ 2

**ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА
ЛІСОВОГО ФОНДУ РАЙОНУ ДІЯЛЬНОСТІ ФІЛІЇ «БЕРЕГОМЕТСЬКЕ
ЛМГ» КАРПАТСЬКОГО ЛІСОВОГО ОФІСУ ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ».**

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природно-кліматичні умови району досліджень

Згідно лісорослинного районування («Комплексне лісогосподарське районування України і Молдови», під редакцією С.А.Генсірука, Київ, «Наукова думка», 1981) територія філії «Берегометське ЛМГ» Карпатського лісового офісу ДП «Ліси України» відноситься до Гірськокарпатського лісогосподарського округу лісорослинної зони Українські Карпати. В фізично-географічному і флористичних відношеннях лісомисливське господарство розташоване в трьох підзонах: нижній (висота над рівнем моря 500–600 м); середній – (650–1100 м); верхній – (1100–1400 м). Нижній пояс гір є перехідним передгір'я і відрізняється домінуванням букових та ялицевих деревостанів. Ялина зустрічається у вигляді домішки до ялиці та буку і не створює природних кореневих лісостанів. До нижньогірського поясу відноситься все Вашківецьке та Славецьке лісництва та частина Мигівського (кв.1-19). Середньогірський пояс – пояс змішаних буково-ялицево-ялинових лісів, а Верхньогірський пояс – пояс чистих ялинників, Передгір'я являє собою підзону буково-ялицево-грабово-ялинових лісів.

Район розташування лісомисливського господарства характеризується елементами гірського і лісостепоного клімату і є перехідним від помірно теплого (західно європейського) до континентального (східно європейського). Континентальність клімату чітко проявляється на нижній частині схилів у передгір'ях, особливо в південній частині гірської системи. Тут переважає холодна зима із стійким сніговим покривом. Із кліматичних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень слід відмітити пізні

весняні і ранні осінні заморозки, максимальні зниження температури в зимовий період до $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$, сонцеопіки, зливи, сильні вітри.

В цілому, клімат Українських Карпат м'який, без різких температурних коливань. Тривалий вегетаційний період і достатня вологість створюють сприятливі умови для успішного зростання як листяних, так і хвойних порід та успішного їх природного відновлення.

Територія лісомисливського господарства належить до гірського рельєфу і поділяється на 2 райони: низькогірський і середньогірський. Низькогірський район, куди входить Мигівське лісництво, північна частина Берегометського і південно-західна частина Славецького лісництва характеризується сполученням низькогірських місцевостей з терасово-долинними і котловинно-терасовими місцевостями.

Середньогірський район, куди входить основна частина лісомисливського господарства, розташований у внутрішній частині Покутсько-Буковинських Карпат, яка витягнулась з північного заходу на південний схід і тісно пов'язана з геологічною будовою даного району. Гірські хребти досягають тут висоти від 1000 до 1500 м. Рельєф також характеризується сильною розчленованістю з наявністю великої кількості гірських потоків. Продуктивність насаджень в гірських умовах в значній мірі залежить від розвитку та глибини ґрунтів. Утворення ґрунтів на території лісомисливського господарства відбувалось в складних умовах гірського рельєфу, різноманітності ґрунтоутворюючих порід, змінної кількості вологи, характеру продуктів вивітрювання, крутизни схилів, рослинного покриву тощо.

В умовах лісомисливського господарства ґрунти формуються на елювіально-делювіальному пласті глибиною не більше 1–1,5 м. Відклади делювію, ступінь вивітрювання елювію-делювію залежать від рельєфу гір. Для крутих схилів характерна незначна глибина делювію, він мало вивітрений, щербенистий. На пологих місцях та біля основи схилів товщі вивітреного делювію відкладаються у великій кількості, а тому і глибина утвореного тут ґрунту більша, ніж на схилах великої крутизни. Чим меншої крутизни схил, тим,

як правило, більш глибокий шар м'якозему залягає поверх щільних гірських порід. Основними ґрунтоутворюючими породами є: елювіо-делювій Карпатського фліша (піщаники, сланці) і елювіальні відклади. В процесі ґрунтового-лісотипологічного обстеження, проведеного у 1969 році на території лісомисливського господарства були виділені основні типи ґрунтів в передгірській і гірській частинах. В передгірській: буроземно-підзолисті (4,4 %), дерново-підзолисті (14,4 %), дернові (2,7 %). В гірській частині: гірсько-підзолисті (2,9 %), бурі гірсько-піщані (75,2 %). Основним процесом, який обумовлює особливості утворення буроземів, є біологічний процес з умовами вологого клімату, завдяки чому мінералізація органічних решток проходить дуже швидко і нагромаджуються лише найбільш стійкі її продукти, Проміжних продуктів – органічних кислот – утворюється мало. Це і обумовлює слабкий розвиток підзолистого процесу. Буроземні ґрунти розвиваються в умовах лісомисливського господарства під буковими та ялиновими деревостанами. Наявність різних видів бурих гірських, гірсько-підзолистих та інших видів ґрунтів залежить від висоти над рівнем моря, тобто від кліматичних умов місцевості, від розвитку гірського рельєфу і в зв'язку з цим від появи материнських порід, багатих первинними мінералами. Для крутих верхніх схилів і вершин гір характерна перевага слаборозвинених буроземних ґрунтів. Нижче по схилах на висоті 1200–1400 м розташовуються гірсько-підзолисті ґрунти, які за механічним складом належать до супіскових і піщанисто-легкосуглинистих. Вони зустрічаються на північно-східних схилах. Ґрунти більш важкі за механічним складом формуються на рівніших місцях і пологіх схилах. Ґрунотвірною породою є продукти вивітрювання глинистих сланців. Легкі ґрунти відносяться до більш високих гір з гострими формами рельєфу. В ролі ґрунотвірної породи виступають продукти вивітрювання пісковика. За фізико-хімічними властивостями ґрунти господарства відрізняються високою кислотністю. Запаси гумусу в ґрунтах міняються залежно від умов рельєфу (крутизни схилів).

Вміст органічних речовин у верхній частині схилів більший порівняно з середньою і нижньою. Таке явище пояснюється тим, що у верхній частині схилів у вологому і холодному кліматичному режимі створюються менш сприятливі умови для розкладу органічних решток і тому вони нагромаджуються там у великій кількості у вигляді так званого грубого, кислого гумусу. Процеси гуміфікації і мінералізації органічних речовин в середній і нижній частинах схилів відбуваються дуже інтенсивно. А тому тут створюються сприятливіші умови для водного, повітряного і теплового режимів ґрунтів. Отже, ґрунтові умови в середній і нижній частинах схилів кращі для росту насаджень порівняно з верхніми. Що стосується більш детальної характеристики ґрунтів, то вона подається в ґрунтово-лісотипологічному нарисі, який лісомисливське господарство використовує в практичній діяльності.

За ступенем вологості більша частина ґрунтів відноситься до вологих. На долю лісових ділянок з надмірним зволоженням припадає 1,3 % площі, вкритих лісовою рослинністю. Болота займають площу 10,9 га. Гідромеліоративні роботи були проведені у 1965 році в Славецькому лісництві на площі 300 га. Загальна протяжність гідролісомеліоративної мережі складала 28 км і представлена в основному меліоративними канавами, які в даний час знаходяться в задовільному стані. Характер формування ґрунтових вод на території лісомисливського господарства обумовлено близьким заляганням скельового горизонту та глибоковрізаних долинах річок і струмків. Круті схили гір не стримують вологу, яка потім стікає в пониження, перезволожуючи долини. Деревна рослинність у всіх висотноекологічних зонах виконує водорегулюючу функцію.

В цілому гідрологічний режим території лісомисливського господарства сприяє формуванню вологих типів умов місцезростання, які складають близько 97 % від загальної площі вкритих лісовою рослинністю земель.

2.2. Адміністративно-організаційна структура філії «Берегометське ЛМГ»

Філія «Берегометське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» розташована в західній частині Чернівецької області на території двох адміністративних районів: Вижницького та Чернівецького (рис. 2.1).

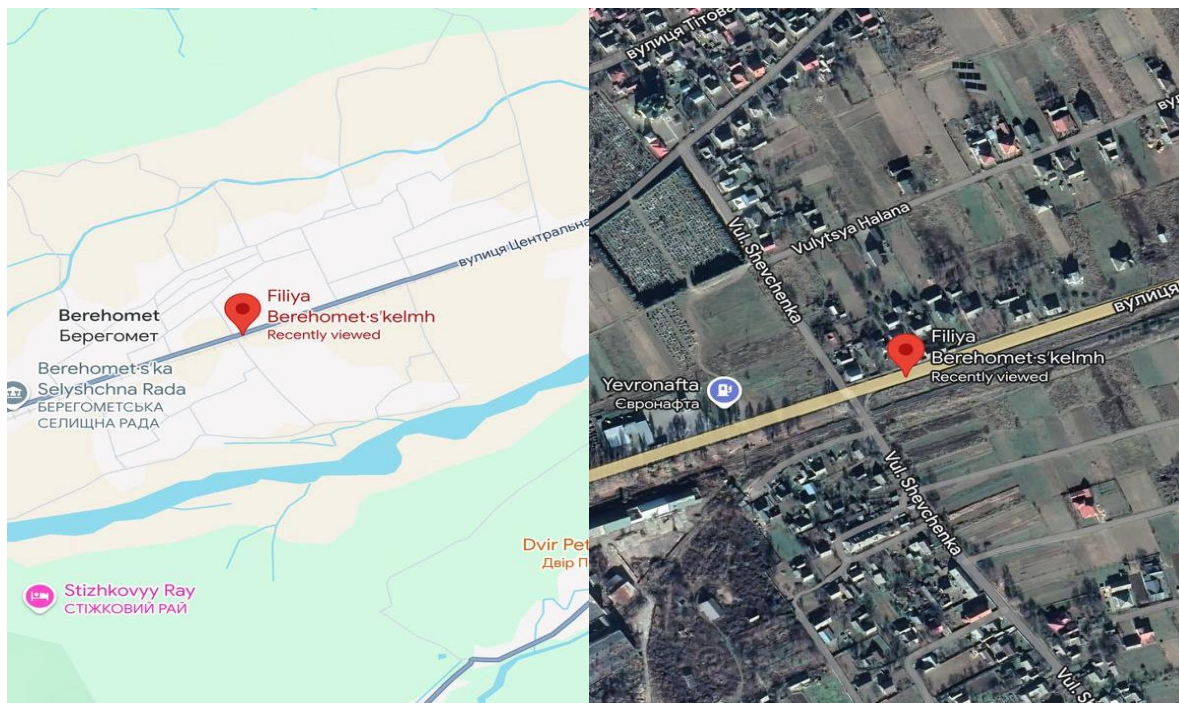


Рис. 2.1. Розташування Берегометської філії в межах адміністративного поділу Чернівецької області [20]

Філія «Берегометське лісомисливське господарство» була створена 16.12.2022р. шляхом реорганізації ДП "Берегометське лісомисливське господарство", а саме приєднання до ДП "Ліси України", відповідно до наказу №108 було затверджено положення про Філію «Берегометське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України».

Місцезнаходження філії або ж її адміністративної будівлі: Україна, 59233, Чернівецька область, Вижницький район, смт. Берегомет, вулиця Центральна, будинок 55 (рис. 2.2) [20].



Рис 2.2. Адміністративна будівля філії «Берегометське ЛМГ» ДП «Ліси України» [20]

Одними з основних завдань філії «Берегометське лісомисливського господарства» ДП «Ліси України» є:

- відтворення та підвищення продуктивності лісових насаджень, посилення їх корисних властивостей, вживання інших заходів відповідно до законодавства;
- забезпечення охорони лісів від пожеж, незаконних рубок, шкідників і хвороб, пошкодження внаслідок антропогенного та іншого шкідливого впливу;
- запобігання злочинам і адміністративним правопорушенням у сфері лісового та мисливського господарства, а також використання лісових ресурсів і мисливських тварин;
- дотримання правил і норм використання лісових ресурсів;

- ведення лісового господарства на основі матеріалів лісовпорядкування, здійснення використання лісових ресурсів способами, які забезпечують збереження оздоровчих і захисних властивостей лісів, а також створюють сприятливі умови для їх охорони, захисту та відтворення;
- дотримання встановленого законодавством режиму використання земель;
- лісівництво та інша діяльність у лісовому господарстві, лісозаготівля тощо.

Загальна площа земель лісогосподарського призначення філії становить 35034,6 га (табл. 2.1, рис. 2.3).

Таблиця 2.1

Адміністративно-організаційна структура філії «Берегометське ЛМГ»

ДП «Ліси України»

Найменування та місцезнаходження лісництв	Адміністративні райони	Площа, га
Вашківецьке, с. Карапчів, кв.39 вид.1	Вижницький	3642,6
Славецьке, сmt. Берегомет, кв.29 вид.17	Вижницький	2549,6
Берегометське лісництво сmt. Берегомет	Вижницький	2672,0
Мигівське лісництво с. Мигове, кв.4 вид.23	Вижницький	5110,5
Лопушлянське лісництво с. Лопушна, кв.9 вид.19	Вижницький	3485,0
Чемернарське лісництво с. Долішній Шепіт, кв.33 вид.1	Вижницький	4598,3
Гірсько-Кутське лісництво с. Долішній Шепіт, кв.21 вид.13	Вижницький	4583,3
Фальківське лісництво с. Фальків, кв.33 вид.13	Чернівецький	4277,1
Долішньошепітське лісництво с. Долішній Шепіт, кв.38 вид.20	Вижницький	4116,2
Всього по лісгоспу		35034,6
Зокрема адміністративними районами	Вижницький	30757,5
	Чернівецький	4277,1

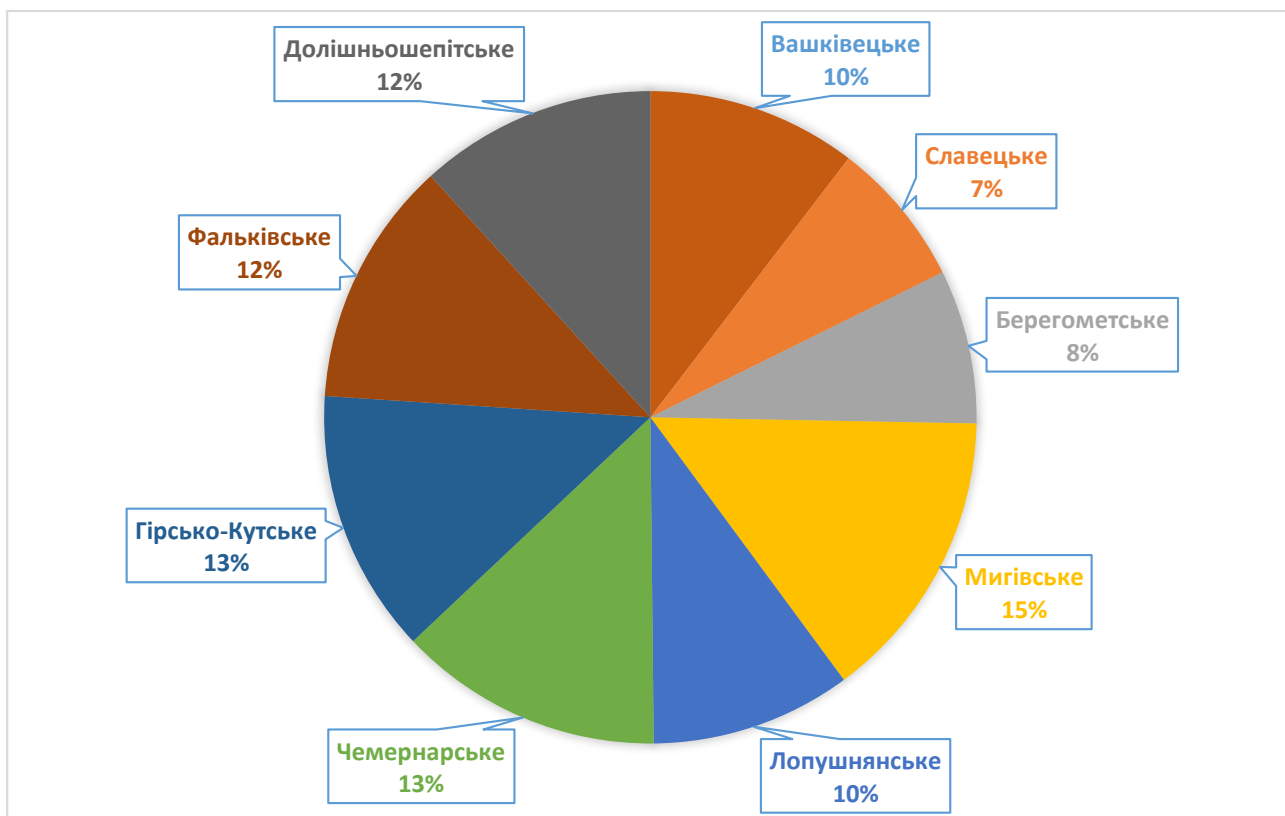


Рис. 2.3. Розподіл площ державного лісового фонду філії ДП «Берегометське лісомисливське господарство» по лісництвах, у %

Поділ лісів підприємства на категорії залежно від основних виконуваних ними функцій проводиться у порядку, що встановлюється Кабінетом Міністрів України. Існуючий поділ лісів на категорії (табл. 2.2, рис. 2.4) проведено згідно постанови КМ України від 16.04.07р. № 733 «Порядок поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок», постанов КМ України від 30 січня 2019 р. № 55 «Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення» та затверджений наказом Державного агентства лісових ресурсів України № 212 від 31.08.2015 року за погодженням з Міністерством екології і природних ресурсів України.

Існуючий поділ площі на території лісів відповідає господарському призначенню, природним та економічним умовам району розташування філії. Розподіл насаджень за групами віку нерівномірний. У філії переважають молодняки 1-2 класу та середньовікові насадження при нестачі стиглих і перестійних. Це відповідає місцевим природним та економічним умовам і

доводить, що господарство направлене на раціональне та невиснажливе лісокористування.

Таблиця 2.2

Поділ на категорії лісів філії «Берегометське ЛМГ» ДП «Ліси України»

Категорії лісів	Площа за даними лісовпорядкування	
	га	%
Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення – разом	15625,4	44,6
в тому числі:		
Заповідні лісові урочища	8,7	
Пам'ятки природи	410,1	1,1
Заказники	13095,0	37,3
Ліси історико-культурного призначення	32,0	0,1
Національні природні парки (господарська зона)	1987,1	5,7
Ліси наукового призначення, включаючи генетичні резервати	92,5	0,3
Рекреаційно-оздоровчі ліси - разом	680,3	1,9
в тому числі:		
Ліси у межах населених пунктів	4,5	-
Лісопаркова частина лісів зелених зон	35,0	0,1
Лісогосподарська частина лісів зелених зон	537,3	1,5
Рекреаційно-оздоровчі ліси, поза межами зелених зон	103,5	0,3
Захисні ліси – разом	1342,6	3,8
в тому числі:		
Ліси протиерозійні	116,7	0,3
Ліси уздовж смуг відведення автомобільних доріг	46,4	0,1
Ліси уздовж берегів річок, навколо озер, водойм та інш.	1179,5	3,4
Експлуатаційні ліси	17386,3	49,7
Всього по філії:	35034,6	100,0

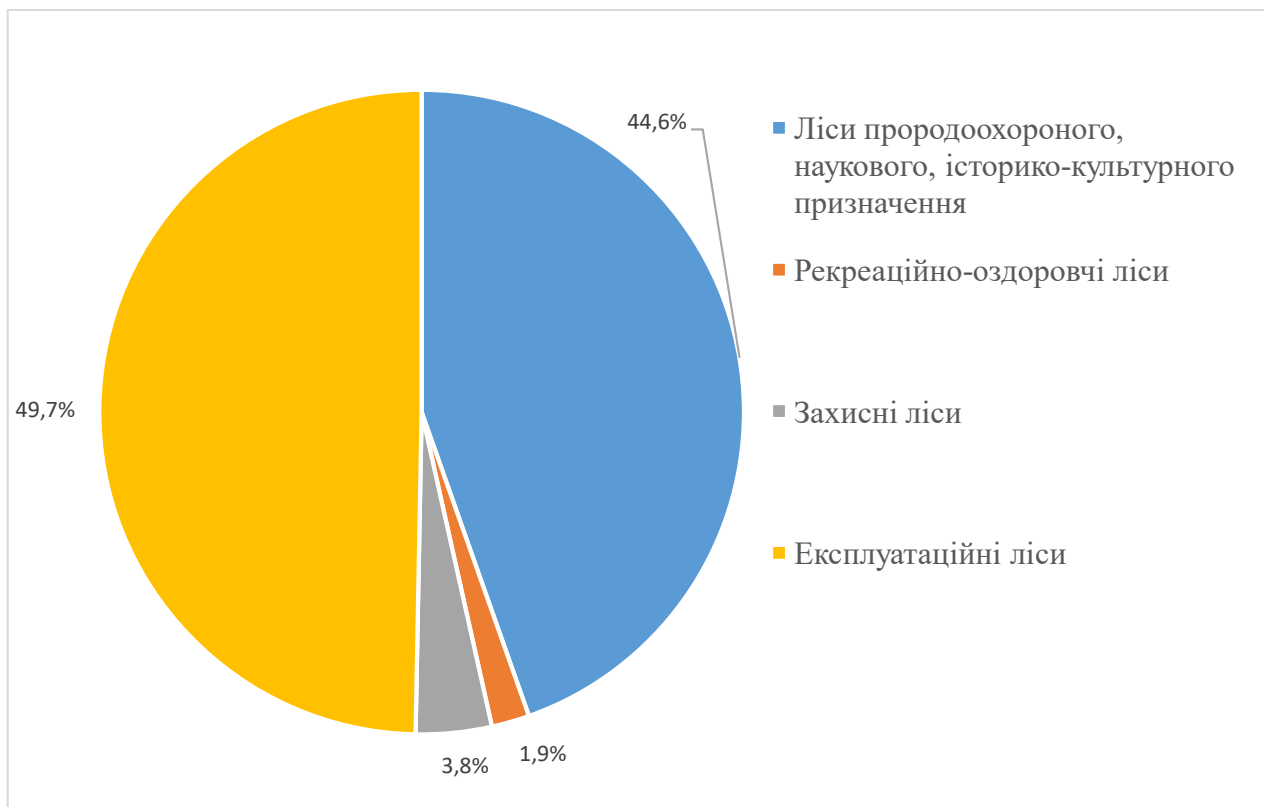


Рис. 2.4. Розподіл лісового фонду філії «Берегометське ЛМГ» за категоріями лісів

Висновки до підрозділу 2.2: існуючий поділ площі на території лісів відповідає господарському призначенню, природним та економічним умовам району розташування філії. Розподіл насаджень за групами віку нерівномірний. У філії переважають молодняки 1-2 класу та середньовікові насадження при нестачі стиглих і перестійних. Це відповідає місцевим природним та економічним умовам і доводить, що господарство направлене на раціональне та невиснажливе лісокористування.

2.3. Стан лісового фонду філії «Берегометське ЛМГ»

Серед лісового фонду філії «Берегометське ЛМГ» переважають насадження ялиці білої (*Abies alba*), що становить 45,1 % від покритої лісом площі, серед

твердолистяних видів найбільшу частку займає бук лісовий (*Fagus sylvatica*) – 20,4 % (рис. 2.5).

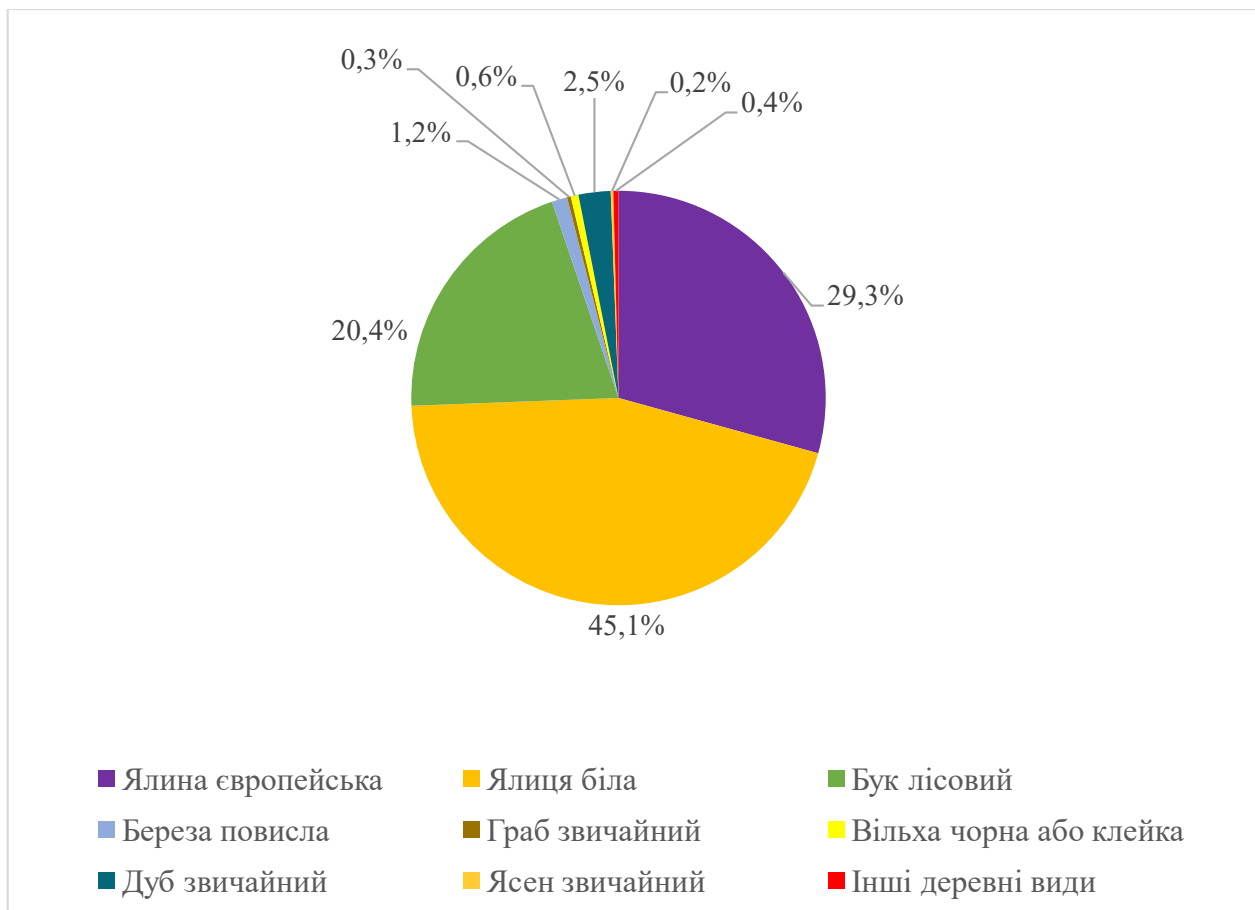


Рис. 2.5. Розподіл лісових ділянок, укритих лісовою рослинністю, за переважаючими деревними видами

Варто також зазначити, що у регіоні домінують лісові насадження насінневого природного походження, їхня частка складає 57,3 %, з яких 40 % – це букові модальні деревостани. Сучасна площа букових лісів Європи складає понад 19,5 млн гектарів [8]. У додатку А подано інформацію, де загальна площа бука лісового по Україні становить 618 968,1 тис. га, що складає 203 601,9 тис. кубометрів. Площа бука лісового по Чернівецькій області становить 58 971,1 тис. га, що складає 16 387,3 тис. кубометрів, із них молодняки 1 класу та 2 класу займають 10 126,9 тис. га, середньовікові – 24 818,8 тис. га, пристигаючі – 13 665,4 тис. га, стиглі – 9807,0 тис. га (рис. 2.6).

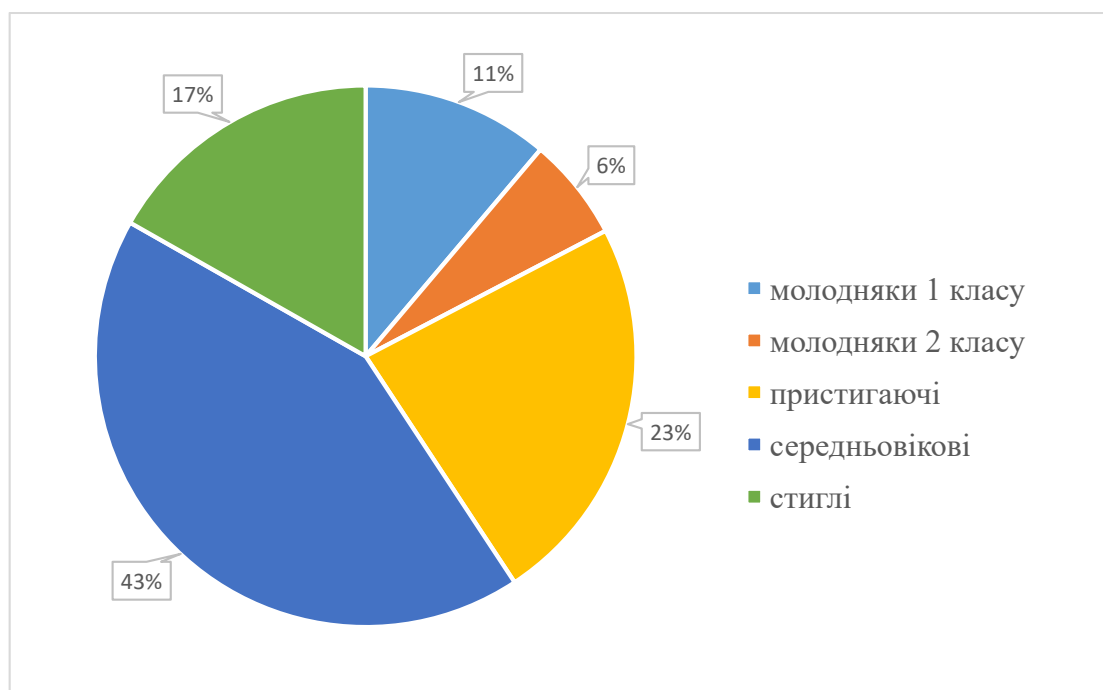


Рис. 2.6. Розподіл площі бука лісового за групами віку по Чернівецькій області, %

Сума запасів букових деревостанів по Чернівецькій області складає 16 387,3 тис. кубометрів з них 441,4 тис. м³ – це молодняки 1 та 2 класу, середньовікові займають найбільшу частку – це 5758,9 тис. м³, пристигаючі – 2359,8 тис. м³, стиглі – 5062,1 тис. м³ (рис. 2.7).

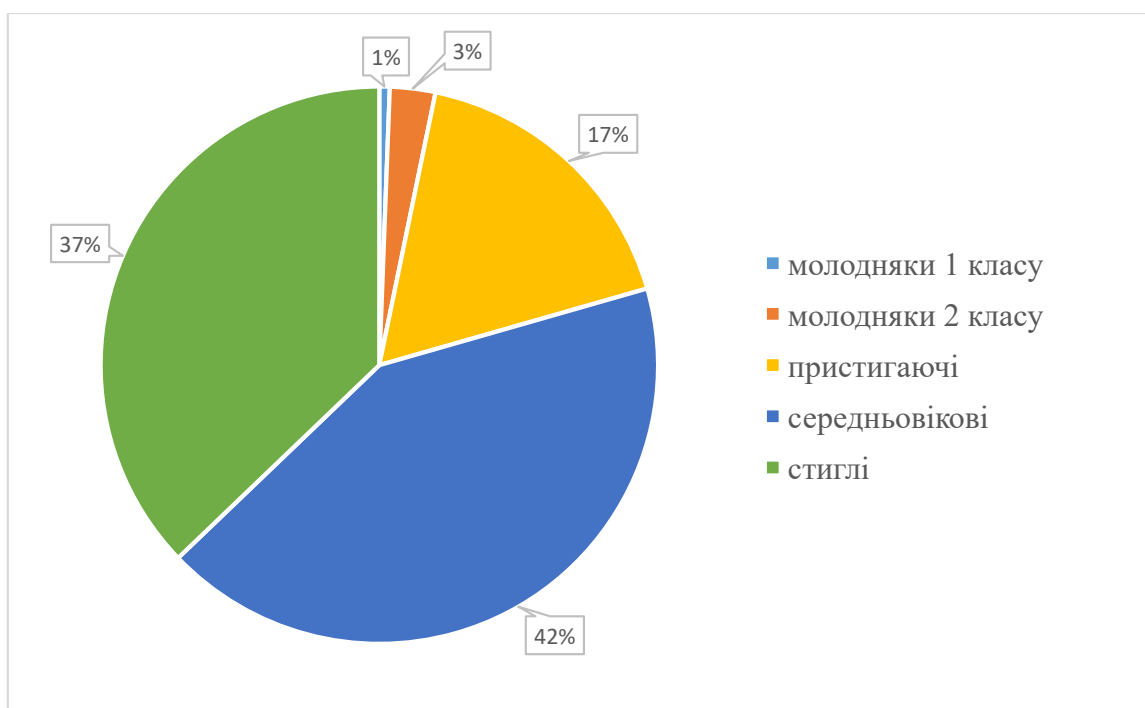


Рис. 2.7. Сума запасів бука лісового за групами віку по Чернівецькій області, у %

Площа бука лісового по філії ДП «Берегометське лісомисливське господарство» становить 15 994,2 тис. га, що складає 4433,14 тис. кубометрів, із них молодняки 1 класу та 2 класу займають 2 478,8 тис. га, середньовікові – 5 832,4 тис. га, пристигаючі – 3 803,8 тис. га, стиглі – 3879,2 тис. га (рис. 2.8).

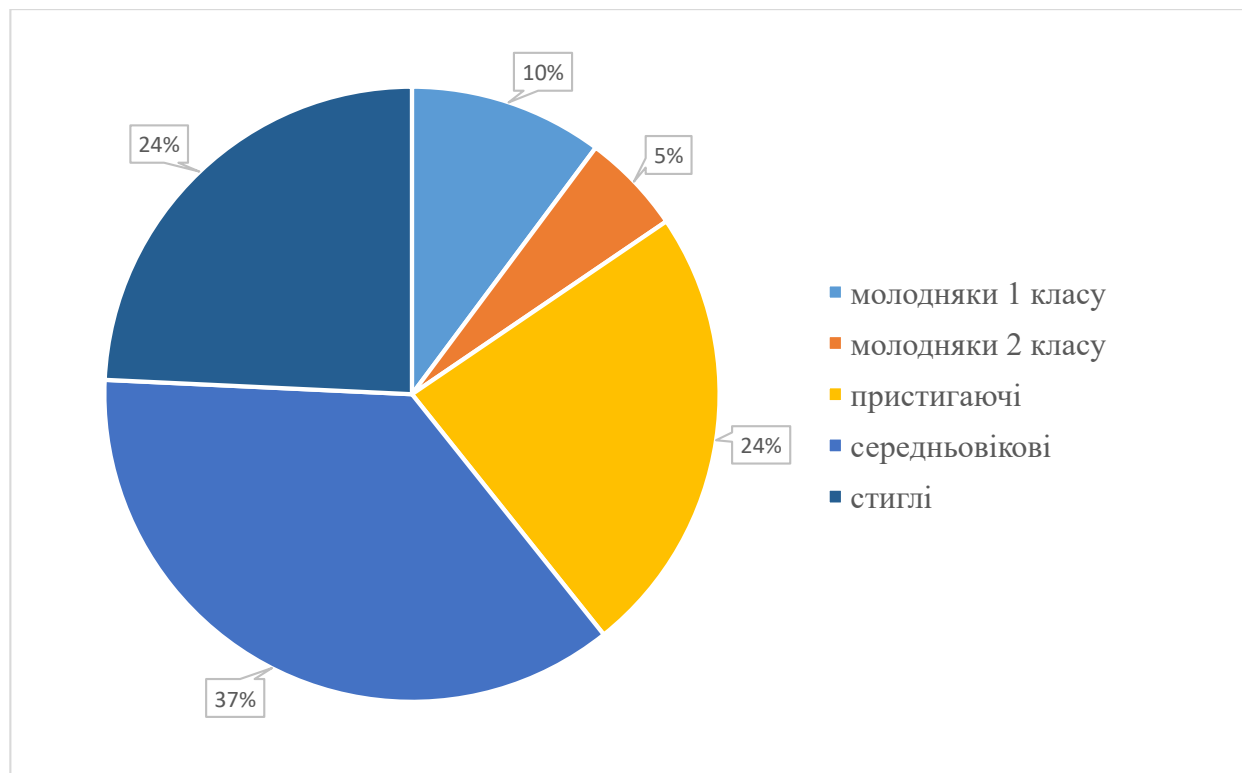


Рис. 2.8. Розподіл площі бука лісового за групами віку по філії ДП «Берегометське лісомисливське господарство», у %

Сума запасів букових деревостанів по філії ДП «Берегометське лісомисливське господарство» становить 4 433,14 тис. кубометрів з них 139,48 тис. м³ – це молодняки 1 та 2 класу, середньовікові займають найбільшу частку – це 1899,86 тис. м³, пристигаючі – 1224,30 тис. м³, стиглі – 1169,50 тис. м³ (рис. 2.9).

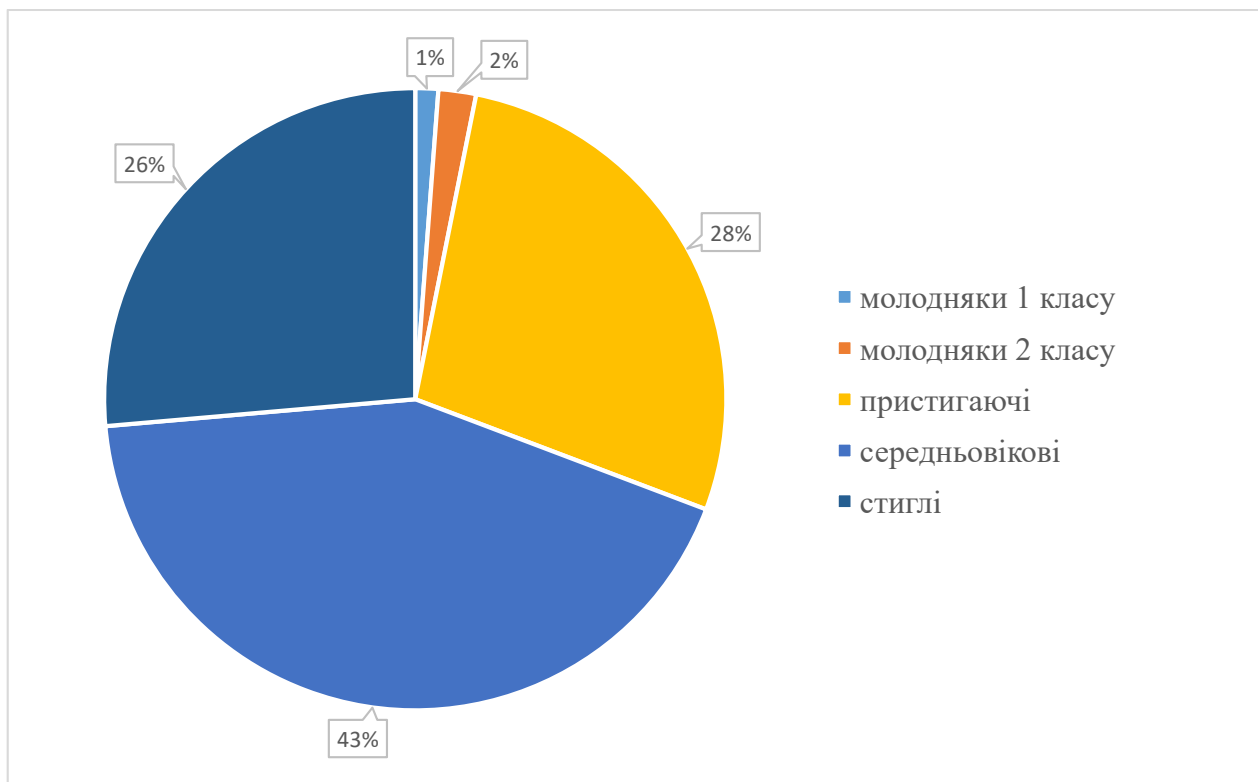


Рис. 2.9. Сума запасів бука лісового за групами віку по філії ДП «Берегометське лісомисливське господарство», у %

2.4. Методи досліджень

2.4.1. Методи морфо-анатомічних досліджень. Будову клітин і клітинних стінок в структурі листків, а також ксилеми досліджували методами флуоресцентної мікроскопії за допомогою інвертованого мікроскопу з системою багатоканальної флуоресцентної візуалізації (EVOS FL System, Thermo Fisher Scientific, США). Експерименти вконували на нативному та зафіксованому рослинному матеріалі. Морфометричні показники морфологічних ознак і анатомічної будови листків бука лісового аналізували у спеціалізованій програмі Image Pro-Premier 10.0.15 (США).

2.4.2. Методи фітохімічних досліджень листків бука лісового. *Визначення загального вмісту флавоноїдів.* Кількісний вміст флавоноїдів в екстрактах листків бука лісового виконували методом спектрофотометрії за

допомогою однопроменевого спектрофотометру Optizen Pop. Для виконання дослідження в реакційній суміші до 0,1 мл екстракту листків бука лісового (v/v – 1/10) додавали 0,3 мл 5% розчину хлориду алюмінію, 0,5 мл ацетату натрію (CH_3COONa — 100 г/л) і 4,1 мл бідистильованої води. Вимірювання виконували за $\lambda = 415$ нм Контрольний зразок містив 0,1 мл екстракту листків та 4,9 мл бідистильованої води. Калібрувальний графік будували на рутині (Sigma, Гамбург, Німеччина).

Хроматографічні дослідження вторинних метаболітів тканин бука лісового. Хроматографію фенольних сполук у листках бука лісового проводили методом високоефективної тонкошарової хроматографії на пластинах Silica Gel 60 (Merck, Німеччина) у системі розчинників: етилацетат-мурашина кислота-оцтова кислота-вода (v / v / v / v – 100: 11: 11: 26). На стартову лінію наносили зразки метанольних екстрактів листків бука ($V = 5,0$ мкл). Після просушування хроматограму обробляли розчином натурального реагента (NP) та ПЕГ 4000, нагрівали 30 с за 100°C і вивчали в УФ (365 нм). Аналіз хроматографічних профілів виконували методом фотоденситометрії за допомогою програмного забезпечення.

2.4.3. Методи статистичної обробки та непараметричного аналізу даних. Результати мофрометричного і спектрофотометричного аналізів, досліджень фітохімічних прфілів представлені в таблицях як середнє значення \pm стандартна похибка ($m \pm \text{SE}$), а також коефіцієнту варіації (CV, %).

Аналіз головних компонент (АГК), дискримінантний і ортогонально-дискримінантний аналізи та інші методи багатовимірного статистичного аналізу виконували на платформі MetaboAnalyst 6.0 (Канада). Достовірність відмінностей між середніми значеннями ($p < 0,05$) визначали методом дисперсійного аналізу (one-way ANOVA) і апостеріорним тестом Т'юкі.

РОЗДІЛ 3

МОРФО-АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН БУКА ЛІСОВОГО З НЕСПРАВЖНІМ ЯДРОМ

3.1. Специфіка умов місцезростання і загальна оцінка дерев бука лісового з ознаками несправжнього ядра

У Гірсько-Кутському, Фальківському та Долішньошепітському лісництвах проводилися переважно вибірково-санітарні рубки бука лісового, де було виявлено деревостани бука лісового з несправжнім ядром, яке суттєво впливає на якість пиломатеріалів. Квартали та виділи:

- Гірсько-Кутське лісництво : кв. 1 (вид. 5, 9, 11-23), кв. 424 (вид. 2), кв. 4 (вид. 1,2, 8,10, 12, 26,27), кв. 5 (вид. 2-7, 9-16) , кв. 6 (вид. 1-6, 16-22).
- Фальківське лісництво : кв. 35 (вид. 1, 13).
- Долішньошепітське лісництво : кв. 35 (вид. 20, 12), кв. 34 (вид. 26, 28).

Ми відбирали зразки бука лісового в нормальному стані та із несправжнім ядром із букових деревостанів, що ростуть в умовах С₃, після вибірково-санітарних рубок в Гірсько-Кутському лісництві, кв. 41(вид. 2). Відмінність між листками була помічена відразу за розмірами та вагою, що стало предметом наших досліджень та розробки системи ранньої діагностики на основі біохімічних маркерів несправжнього ядра бука лісового.

Умови місцезростання бука лісового на територіях цих лісництв характеризуються перехідним передгір'ям і відрізняється домінуванням букових та ялицевих деревостанів від інших лісництв. Ялина зустрічається у вигляді домішки до ялиці та буку і не створює природних кореневих лісостанів. Дані умови місцезростання характеризуються елементами гірського і лісостепового клімату і є перехідним від помірно теплого (західно-європейського) до континентального (східно-європейського). Континентальність клімату чітко проявляється на нижній частині схилів у передгір'ях, особливо в південній

частині гірської системи. Тут переважає холодна зима із стійким сніговим покривом.

Коротка характеристика кліматичних умов, що мають значення для букових деревостанів, приведена в таблиці 3.1. (кліматограмі).

Таблиця 3.1

**Характеристика кліматичних умов перехідного передгір'я
«Берегометського ЛМГ» ДП «Ліси України»**

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення	Дата
1. Температура повітря:			
- середньорічна	градус	4,6	
- абсолютна максимальна	градус	+34	3 серпня
- абсолютна мінімальна	градус	-32	2 лютого
2. Кількість опадів на рік	мм	979	
3. Тривалість вегетаційного періоду	днів	180	
4. Пізні весняні заморозки			18 тавня
5. Перші осінні заморозки			14 вересня
6. Середня дата замерзання рік			21 грудня
7. Середня дата початку паводку			10 березня
8. Сніговий покрив:			
- товщина	см	24	
- час появи			кінець листопада
- час сходження у лісі			початок квітня
9. Глибина промерзання ґрунту	см	20	
10. Напрямок переважаючих вітрів за сезонами:			
- зима	румб	ПнЗ	
- весна	румб	ПнЗ	
- літо	румб	ПнЗ	
- осінь	румб	ПнЗ	
11. Середня швидкість переважаючих вітрів за сезонами:			
- зима	м/сек.	1,4	
- весна	м/сек.	1,4	
- літо	м/сек.	1,2	
- осінь	м/сек.	2,1	
12. Відносна вологість повітря:			
- зима	%	75-85	
- весна	%	50-70	
- літо	%	50-60	
- осінь	%	60-75	

Як висновок, утворення несправжнього ядра бука пов'язати з порушенням системи транспорту води та зниженням життєздатності ксилемної паренхіми, тобто, несправжнє ядро здатне виникати внаслідок травм або стресів, які пошкоджують тканини дерева. Через що закупорюються судини, знижуються енергетичні запаси клітин, порушуються функції паренхіми, активно окислюються фенольні речовини і в результаті змінюється колір деревини.

Ми відбирали зразки листків бука лісового в нормальному стані та із несправжнім ядром із букових деревостанів, що ростуть в умовах С₃, після вибірково-санітарних рубок в Гірсько-Кутському лісництві, кв. 41 (вид. 2). Відмінність між листками була помічена відразу за розмірами та вагою, що стало предметом наших досліджень та розробки системи ранньої діагностики на основі біохімічних маркерів несправжнього ядра бука лісового.

3.2. Структура деревини бука лісового з ознаками несправжнього ядра

Дослідження деревини бука лісового дозволили виявити відмінності в структурі та біохімічному складі клітин ксилеми, де виявляється несправжнє ядро (рис. 3.1).

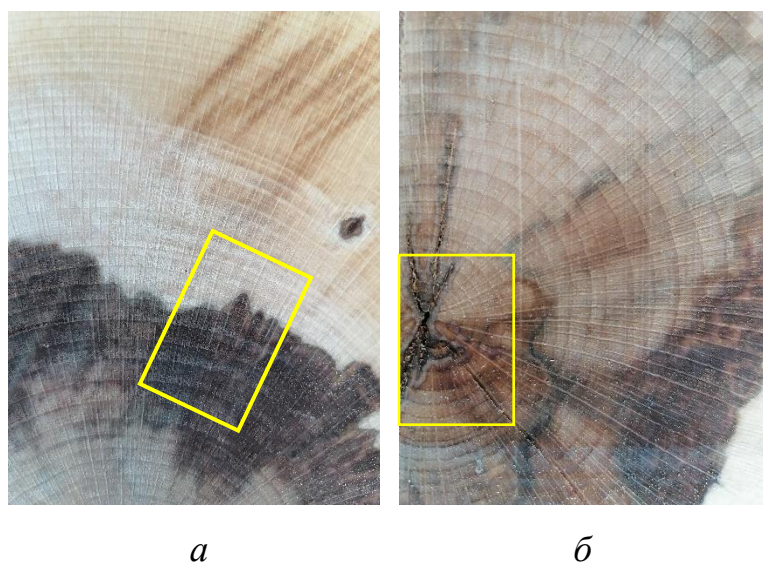


Рис. 3.1. Фрагмент деревини бука лісового з ознаками несправжнього ядра (а) і гнилі (б): жовтим контуром позначена межа поширення несправжнього

ядра (а) і зона з характерними ознаками деструктивних процесів, які викликані дереворуйнівними грибами (б)

Методом флуоресцентної мікроскопії визначено, що у рослин з несправжнім ядром клітини ксилемної паренхіми нагромаджують продукти вторинного синтезу, зокрема катехіни. Відсутність ознак руйнування судин і деревних волокон екзоферментами дереворуйнівних грибів вказує на можливу бактеріальну етіологію виникнення несправжнього ядра (рис. 3.1, а). Зазвичай у деревині стовбура з часом, окрім характерного забарвлення стають помітними ознаки гнилі (рис. 3.1, б). Це може свідчити про інтенсивний ріст дереворуйнівних грибів з активною ферментативною системою, а також стійкістю проти рослинних поліфенолів, які для бактеріальних клітин виявляються доволі надійним стримуючим бар'єром. Наявність деструктивних змін у більшій частині деревини з несправжнім ядром може бути пояснена тим, що саме ця зона є менш захищеною через її біохімічну трансформацію (рис. 3.2).

Складні процеси взаємодії ендofітних бактерій і тканин рослинного організму за певних умов можуть супроводжуватись захисними реакціями. Внаслідок роботи ферментних систем продукти фенольного синтезу окислюються. Окислені феноли часто мають темне забарвлення, що пояснює виникнення темного кольору в стовбурі. Відкритим залишається питання: чому у бука лісового забарвлюється саме ядрова частина деревини у той час, як функціонально активнішою є заболонь.

Для кращого розуміння специфіки взаємодії живих клітин деревини бука лісового з ендofітними мікроорганізмами стовбур п'ятирічного дерева діаметром 40-50 мм було розрізано на диски товщиною 12 мм. У стерильних умовах ці диски (по 5 шт.) розкладали на вологий фільтрувальний папір у чашках Петрі. Частину дисків (5 шт.) обробляли суспензійною культурою бактерій *B. halotolerans*, яка попередньо було виділена з деревини бука с несправжнім ядром. Інші диски обробляли культурою *B. subtilis*, а також сумішшю (1:1) обох бактеріальних культур. На контрольні диски нанесли

стерильну водогінну воду. Диски витримували протягом 5 діб у термостаті за 25°C.

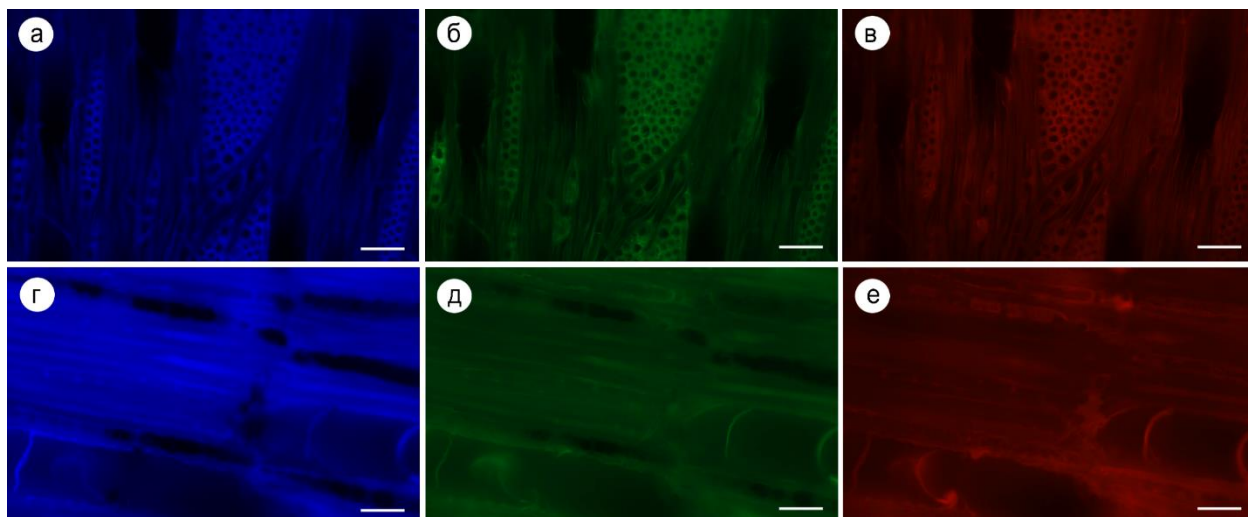


Рис. 3.2. Автофлуоресценція судин, радіальних променів і волокон лібриформу стовбурової деревини багатовікової рослини бука лісового з ознаками несправжнього ядра: верхній ряд – рослина без ознак вад деревини; нижній ряд – з ознаками побуріння; планка – 50 мкм

За 5 діб на поверхні дисків з бактеріальними культурами з'явилися ознаки зміни кольору і потемніння дисків у зоні серцевинної паренхіми, перимедулярної зони, а також безпосередньо в центральній частині деревини. Характер і інтенсивність потемніння залежала від штамів бактерій. Колонія *B. halotolerans* викликала потемніння деревини навколо серцевинної паренхіми. Під дією *B. subtilis* суттєво темніла серцевина, а за умов бінарного бактеріального комплексу інтенсивність забарвлення тканин в центральній частині стовбура зменшувалась, проте переважно темніла вся деревина.

Отже, інокуляція ендоефітних бактерій бука лісового дозволила виявити схожі симптоми хімічної трансформації живих тканин в функціональній частині деревини. Характер і наслідки взаємодії для рослинних тканин залежать від штаму бактерій. Бінарний комплекс ендоефітів через взаємодію між колоніями бактерій і тканинами рослин може бути більш збалансованим, а процеси окислення метаболітів рослин менш інтенсивним, що може завдавати меншої шкоди рослині і створювати більш зрівноважену рослинно-мікробну систему.

3.3. Морфологічні та анатомічні особливості листків у дерев бука лісового з ознаками несправжнього ядра та ураження трутовиками

За нашими даними у бука лісового з несправжнім ядром, окрім вже перелічених відмінностей у структурі деревини, суттєві зміни спостерігаються і в морфо-анатомічній будові листків. Методом флуоресцентної мікроскопії визначено, що у дерев з цією вадою листки мають товстіші стінки в клітинах верхнього і нижнього епідермісів, а також стовпчастої і губчастої паренхіми порівняно з листками бука без аномальних змін у кольорі деревини (рис. 3.3). Також спостерігається підвищення яскравості флуоресценції клітинних стінок трахеїд у провідних пучках. Питома вага листків також збільшується на 15-20 %.

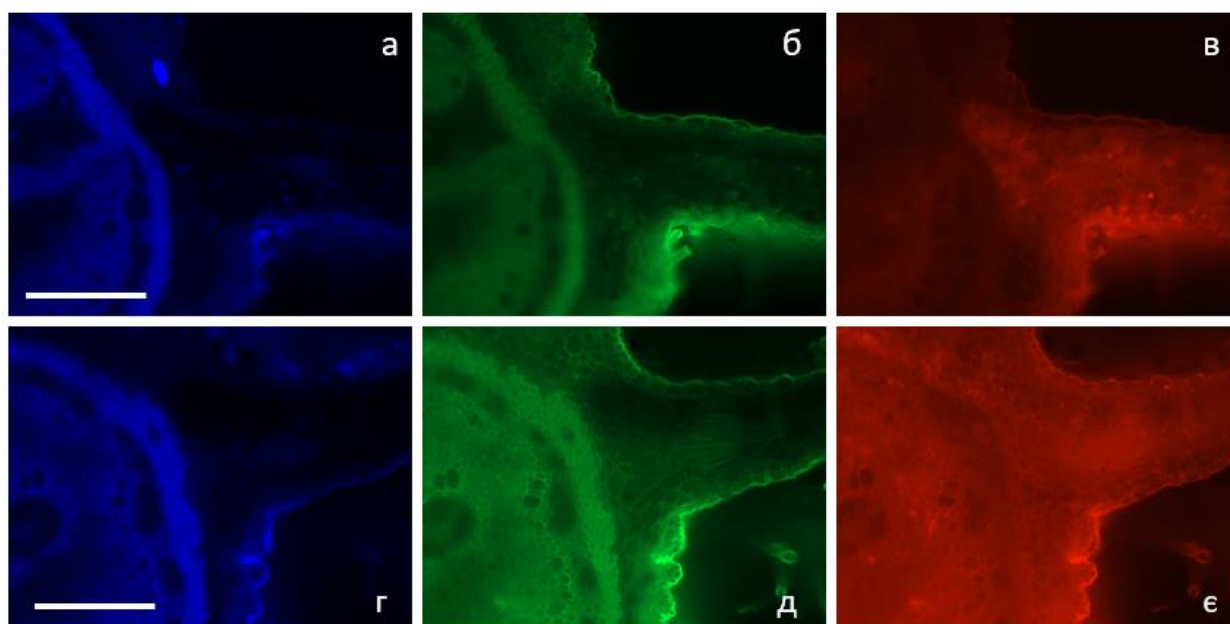


Рис. 3.3. Поперечні зрізи центральної жилки листкових пластинок рослин у нормі та з несправжнім ядром, планка – 100 мкм

Ці досить відтворюванні особливості і відкривають перспективи для виявлення несправжнього ядра у бука лісового ще до початку рубки. Водночас, варто зазначити, що анатомічна будова листків у вікових дерев також має певні особливості в будові. Специфічність цих змін полягає в тому, що з часом товщина листків може зменшуватися, тоді як значно збільшується товщина кутикули, клітинних стінок верхнього і нижнього епідермісів, а також трахеїд у провідних пучках (табл. 3.2).

Морфометричні показники тканин листкової пластинки у дерев *Fagus sylvatica* L. у нормі та з ознаками несправжнього ядра

Показник	Норма	Несправжнє ядро
	m ± SE	m ± SE
Товщина пластинки, мкм	105,4 ± 2,67	84,5 ± 1,79
Висота ВЕП, мкм	14,0 ± 1,70	10,5 ± 1,75
Висота НЕП, мкм	11,0 ± 1,09	9,4 ± 1,12
Товщина СП, мкм	33,1 ± 3,90	23,6 ± 2,43
Товщина ГП, мкм	36,3 ± 1,97	39,9 ± 2,57
Співвідношення СТ/ГП	0,91 ± 0,05	0,60 ± 0,03

* ВЕП – верхній епідерміс, НЕП – нижній епідерміс, СТ – стовпчаста паренхіма, ГП – губчаста паренхіма

Поєднання кластерного і кореляційного аналізів у тепловій карті, є візуальним підтвердженням даних щодо зв'язку між морфометричними показниками листків здорових і пошкоджених рослин. Теплова карта підтвердила наші спостереження, що листкова пластинка дерев з несправжнім ядром, як правило, вужча. У кластері "НЯ" (несправжнє ядро) комірки показника W (ширина) забарвлені в більш холодні кольори (синій, фіолетовий), що відповідає меншим кількісним значенням (рис. 3.4).

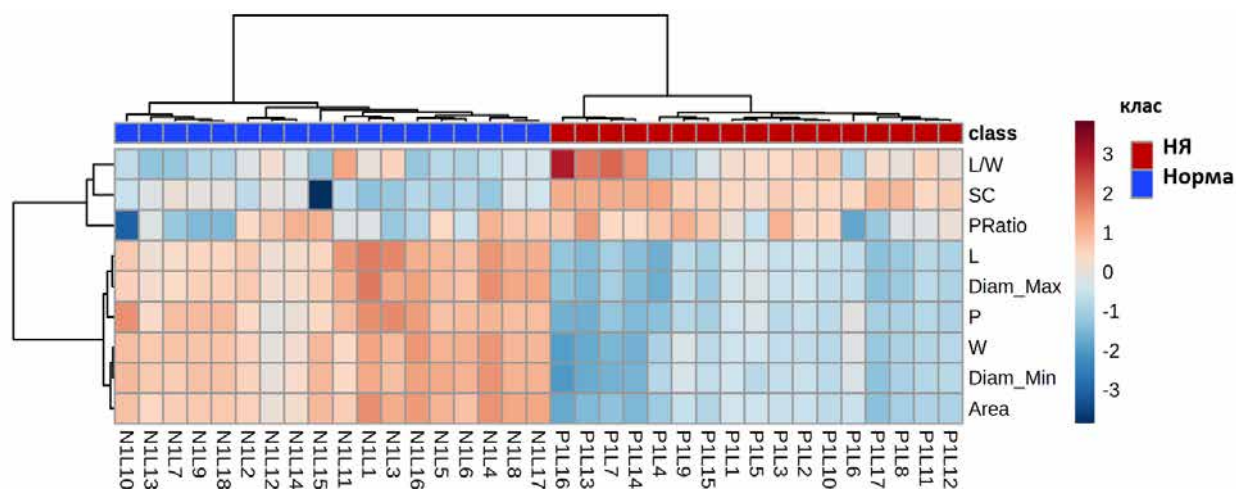


Рис. 3.4. Теплова карта: кожен рядок відповідає зразку листка, а стовпець – морфометричним показникам. Кольори комірок відображають значення цих показників; теплі кольори (червоний, оранжевий) відповідають високим значенням, а холодні (синій, фіолетовий) - низьким.

Вужчі листки можуть бути наслідком порушення фізіологічних процесів в рослині, пов'язаних з розвитком несправжнього ядра. Це може бути обумовлено недостатнім надходженням поживних речовин або порушенням фотосинтезу.

Рослини з несправжнім ядром можуть піддаватись хронічному стресу, і зменшення площі листків можуть бути одним із способів адаптації до таких умов. Зменшена листкова пластинка з товстою кутикулою дозволяє уповільнити випаровування води і таким чином допомогти рослині зберегти вологу. При цьому не можна виключати і те, що схильність до формування дещо вужчих листків у дерев з несправжнім ядром є наслідком особливостей фенольного синтезу. Для того, щоб знайти лінійні комбінації морфометричних показників листків, які найкраще вирізняють дві форми бука лісового було проведено дискримінантний і (ДА) та ортогонально-дискримінантний аналізи (ОДА) (рис. 3.5).

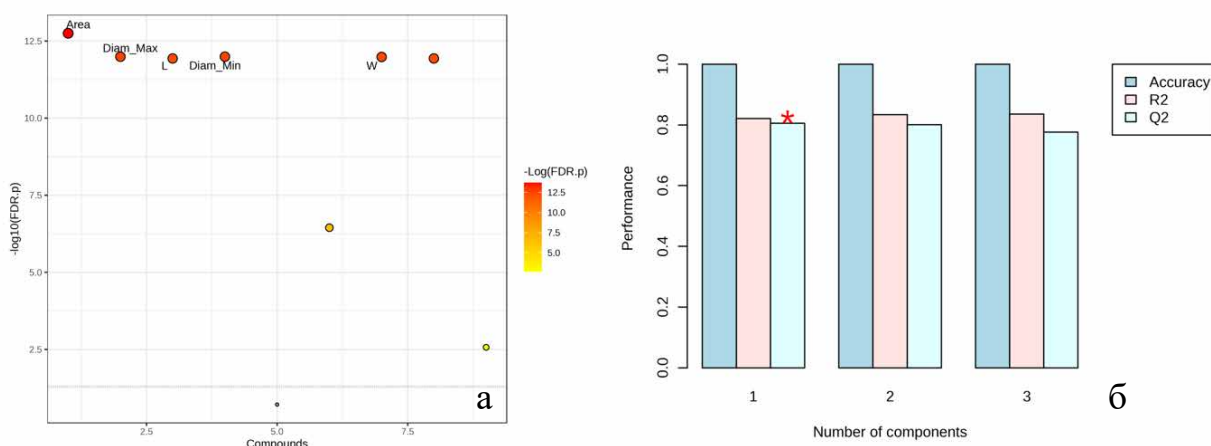


Рис. 3.5. Результати перевірки достовірності різниць морфометричних показників листків у рослин в нормі і з несправжнім ядром: Т-тест перевірка (а) і крос-валідація дискримінантної моделі (б), яка отримана за комплексом морфометричних показників листків бука лісового

Результати, що представлені на плот-графіку, підтверджують розділення зразків листків у здорових дерев та дерев з несправжнім ядром на дві окремі групи. На графіках кожна точка відповідає окремому зразку. Синіми колами

позначені листки здорових дерев, червоними квадратами – рослини з прижиттєвими вадами деревини. Вісі X та Y відповідають першим двом дискримінантним функціям. Еліпси відображають характер розподілу даних для кожної групи в межах обраного довірчого інтервалу (95%). На графіках видно, що досліджені групи досить добре розділяються за першими двома дискримінантними функціями. Це свідчить про те, що між здоровими та хворими деревами дійсно існують статистично значимі відмінності за морфометричними показниками листків.

Ортогонально-дискримінантний аналіз (ОДА) є подібним до ДА, але з додатковим обмеженням ортогональності дискримінантних функцій. Структура графіка є аналогічною до графіка ДА. Обидва методи показали, що за морфометричними показниками листків існують статистично значущі відмінності між деревами без ознак патології деревини і такими, що мають несправжнє ядро (рис. 3.6).

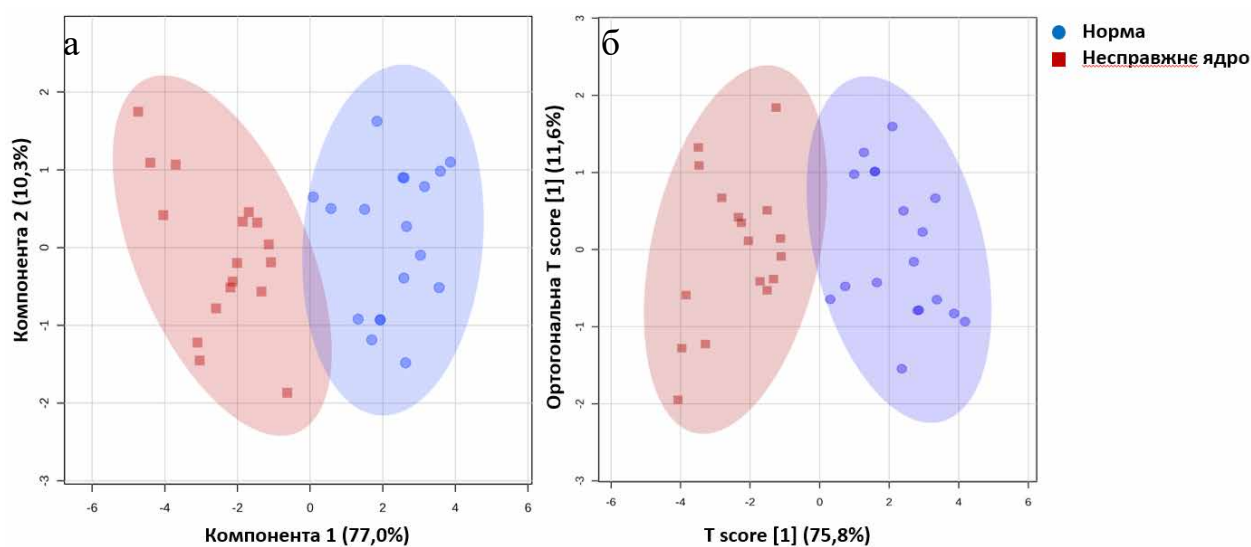


Рис. 3.6. Двовимірне представлення результатів дискримінантного (а) і ортогонально-дискримінантного (б) аналізів морфометричних показників листків у нормі (сині кола) та у дерев з несправжнім ядром (червоні квадрати) за першими двома дискримінантними функціями; еліпси відображають 95% довірчі інтервали для кожної групи

Аналіз навантажувальних коефіцієнтів дискримінантних функцій дозволив виявити, що серед використаних нами морфометричних показників найбільш вагомо на розділення груп впливають: площа листкової пластинки, а також довжина, ширина пластинки та її периметр. Ці показники можуть бути потенційними біомаркерами розвитку прихованого патогенезу деревини (рис. 3.7).

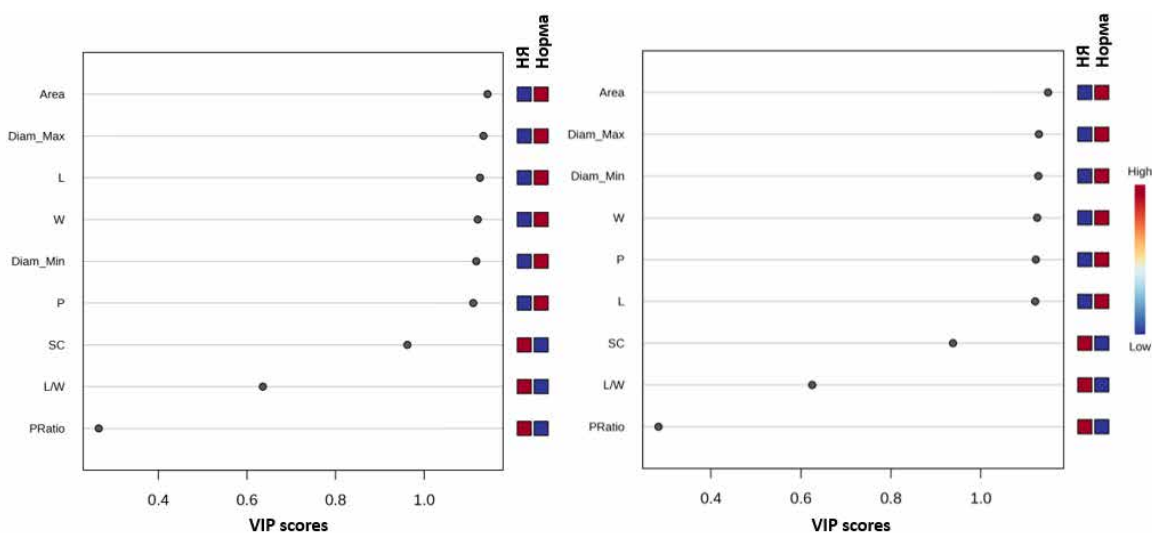


Рис. 3.7. Значення VIP-показників морфометричних ознак листків, що потенційно дозволяють розрізняти здорові дерева та дерева з прижиттєвими вадами деревини; результати отримані методом дискримінантного (ДА) (а), ортогонально-дискримінантного аналізу (ОДА) (б)

Висновок до розділу 3: VIP-показники (Variable Importance in Projection) на графіках багатовимірного статистичного аналізу часткових найменших квадратів (PLS) та ортогональні часткових найменших квадратів (OPLS) є статистичним показником, який показує, наскільки важливою для розділення груп рослин є кожна морфометрична ознака. На графіках показано, що до потенційних біомаркерів діагностики прихованих вад деревини бука лісового з обраних 9 є 6 ознак. Цікавим є те, що всі визначені показники мали тенденцію до зниження у рослин з несправжнім ядром, водночас у нормі рослини бука мали тенденції для збільшення площі листка, а також відповідно до підвищення приросту тканин листкової пластинки у довжину і ширину.

РОЗДІЛ 4

ФІТОХІМІЧНІ МАРКЕРИ НАЯВНОСТІ ПРИЖИТТЄВИХ ВАД В ДЕРЕВИНІ БУКА ЛІСОВОГО

4.1. Фіто-хімічні особливості листків бука лісового з ознаками вад деревини

Ураження фітопатогенними мікроорганізмами, шкідниками, посилення патогенних властивостей латентних ендоефітних мікроорганізмів, є одними з основних причин погіршення кваліметричних показників та якості деревини.

Отримання високоякісної деревини тісно пов'язано з садивним матеріалом лісових порід, що нині є складним завданням через обмежену кількість пестицидів, рекомендованих до використання, адже у ЄС набули чинності правила щодо інтегрованого управління шкідливими організмами у лісових розсадниках, що вимагає пошуку безпечних альтернативних методів захисту рослин [66].

Одними з методів покращення кваліметричних показників та якості деревини є підвищення набутого системного імунітету деревних порід за використання ендоефітних мікроорганізмів. Мікробіом деревних рослин (сукупність асоційованих з рослинами мікроорганізмів та закодованих у них генів) визначає їхню продуктивність, доступність поживних речовин, стійкість до стресових чинників та захист від шкідників і патогенів.

Наразі маловивченими є дослідження латентних ендоефітів у тканинах рослин бука лісового в Україні, видовий склад та локалізація колоній, їхні сапротрофні та патогенні властивості, утворення вторинних метаболітів рослин у відповідь на їхню дію, особливості сукцесії в уражених та здорових тканинах деревних рослин.

4.2. Біохімічна трансформація бука лісового з вадами деревини та відбір речовин із маркерними властивостями

Хроматографічний аналіз вторинних метаболітів, які містяться в деревині бука лісового з якісною деревиною і з несправжнім ядром дозволив виділити 8 основних фенольних сполук (рис. 4.1). Навіть без детального денситометричного аналізу зразків можна виділити три речовини з $R_f \sim 0,57$ і $0,16$ для рослин з якісною деревиною і $R_f \sim 0,38$ для рослин з несправжнім ядром.

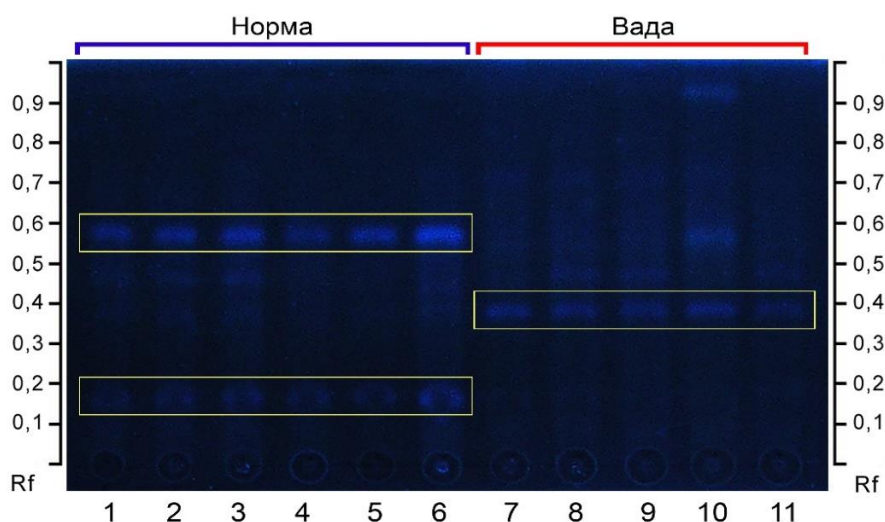


Рис. 4.1. Хроматографія водно-спиртових екстрактів деревини бука лісового в нормі і з ознаками несправжнього ядра

Для перевірки надійності результатів дискримінантного аналізу між зразками деревини з різними кваліметричними характеристиками було проведено перехресну перевірку. Високі значення коефіцієнту Q^2 дозволило визнати дискримінантну модель як надійну.

Дискримінантний аналіз показав, що рівень розсіювання концентрацій речовин із потенційно маркерними властивостями набагато більший у контролі, ніж у рослин з ознаками побуріння (рис. 4.2). Графіки навантажень на фенольні сполуки у відповідних моделях підтвердив високу інформативність для прижиттєвої діагностики несправжнього ядра бука. Серед них вказана вище сполука з $R_f \sim 0,38$, яка у великих кількостях накопичується в деревині разом з речовиною $R_f \sim 0,54$.

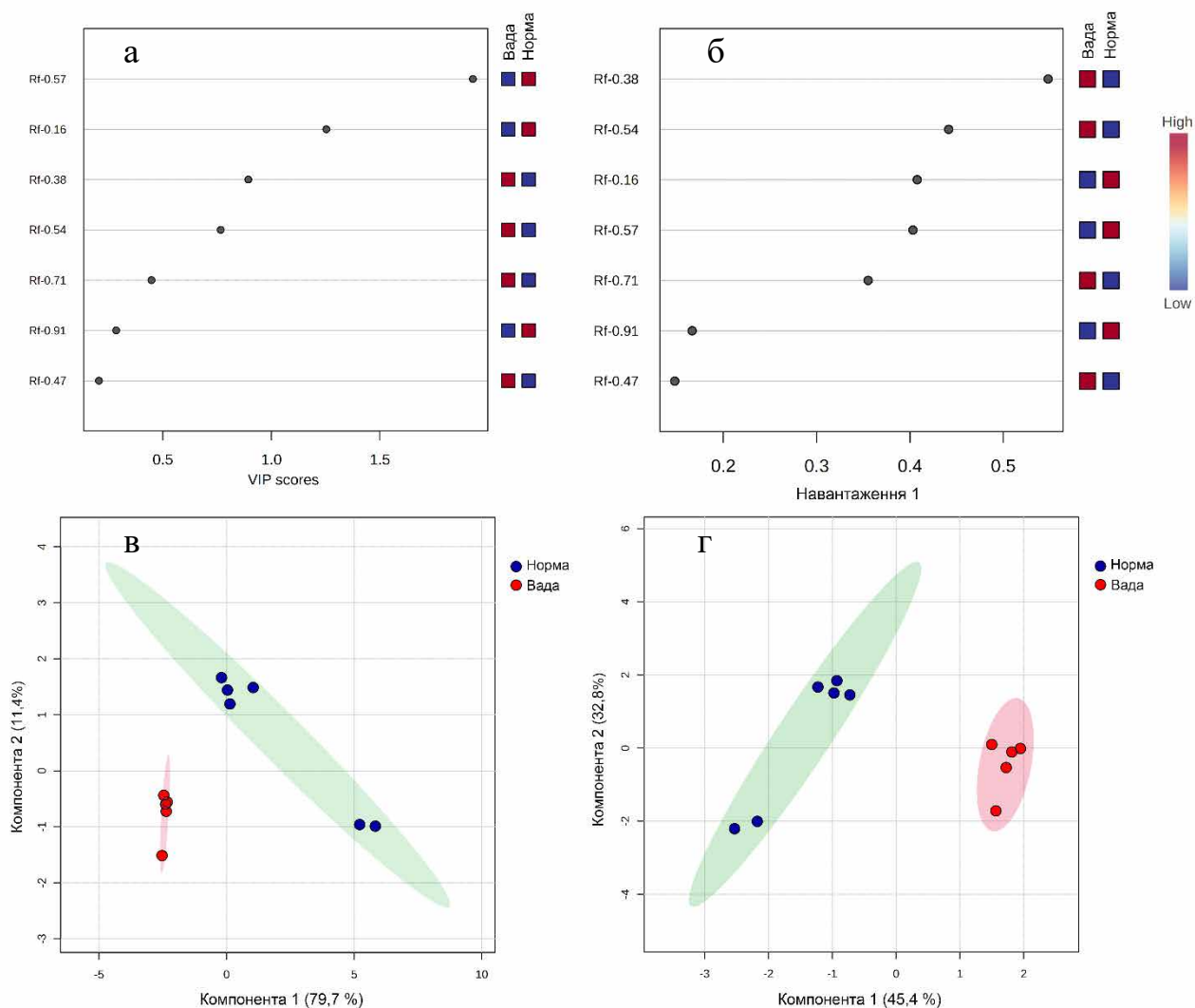


Рис. 4.2. Графік навантажень на фенольні сполуки деревини бука лісового в нормі (норма) та з несправжнім ядром (вада) для першої головної компоненти, які відібрано за допомогою моделі дискримінантного аналізу найменших квадратів PLS-DA (а) і розрідженого дискримінантного аналізу (sPLS-DA) (б); результати PLS-DA (а,в) і sPLS-DA (б,г); маркери ранжовано за абсолютними значеннями їх навантажень

Навпаки речовини з $Rf \sim 0,16$ і $0,57$ є потенційними кваліметричними маркерами якості деревини. Співвідношення вмісту цих речовин у деревині бука звичайного дозволяє доволі точно визначити приховане несправжнє ядро до початку рубки.

Для діагностики несправжнього ядра бука доволі перспективною також є висока чутливість рослин до виникнення цієї вади до екзополісахаридів

ендофітних бактерій, які вони синтезують. Під час посухи за умов дефіциту вологи ендofіти через створення полісахаридного комплексу навколо клітин здатні зберігати необхідну їм вологу. У складі полісахаридів досліджуваних нами бактерій є галактоза, яка здатна негативно впливати на фізіологічні функції рослин, викликати окиснювальних стрес і пригнічувати ріст органів.

Для з'ясування індивідуальної чутливості рослин бука лісового з виявленим у них несправжнім ядром було проведено серію експериментів, які підтвердили надзвичайно високу реактивність листків у відповідь на обробку їхньої поверхні екзополісахаридами (рис. 4.3).

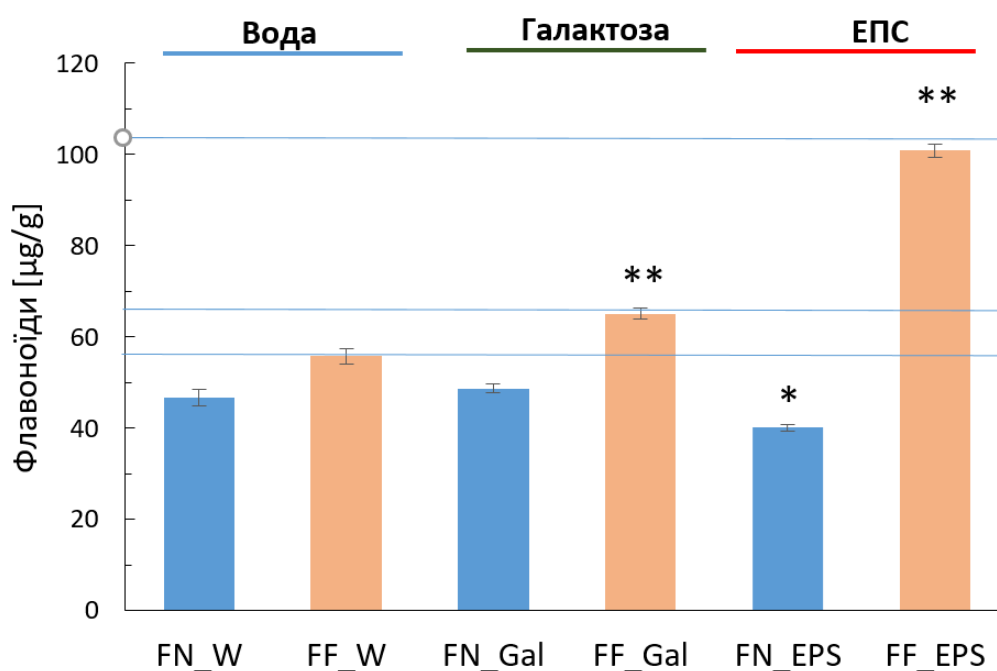


Рис. 4.3. Чутливість флавоноїдного синтезу дерев бука лісового з несправжнім ядром до екзополісахаридів ендofітних бактерій

Листки дерев з несправжнім ядром (FF) вже за 4 год після дії ЕПС підвищували вміст катехінів майже вдвічі, у той час як рослини з нормальною деревиною (NF) достовірних відмінностей у вмісті катехінів не виявляли. Обробка галактозою за 14 год показала достовірні відмінності у концентрації катехінів у листках. Збільшення концентрації катехінів може призводити до інгібування ферментів, що беруть участь у синтезі ауксинів. Катехіни здатні

впливати на транспортні білки, що відповідають за переміщення ауксинів по тканинам рослини. Це, у свою чергу, може призвести до зміни концентрації і розподілі ауксинів. Катехіни та ауксини можуть діяти синергічно або антагоністично, і впливати на клітинний поділ і диференціацію тканин, відповідно впливати на ріст і формування листкової пластинки. Високий вміст катехінів у листках бука з несправжнім ядром може сприяти потовщенню клітинних стінок, що і призводить до збільшення маси листків на одиницю площі.

Системне підвищення поліфенолів у живих клітинах і тканинах бука лісового у відповідь на адаптаційні прояви ендofітних бактерій в період посухи призводить до окиснювального стресу, наслідком якого є утворення в деревині зон несприятливих для бактерій. Оскільки ендofітні бактерії є важливим елементом системної стійкості деревних рослин, зокрема по відношенню до фітопатогенних грибів, втрата екологічної рівноваги на рівні окремого рослинного організму в подальшому може призводити до утворення гнилі (рис. 4.4).

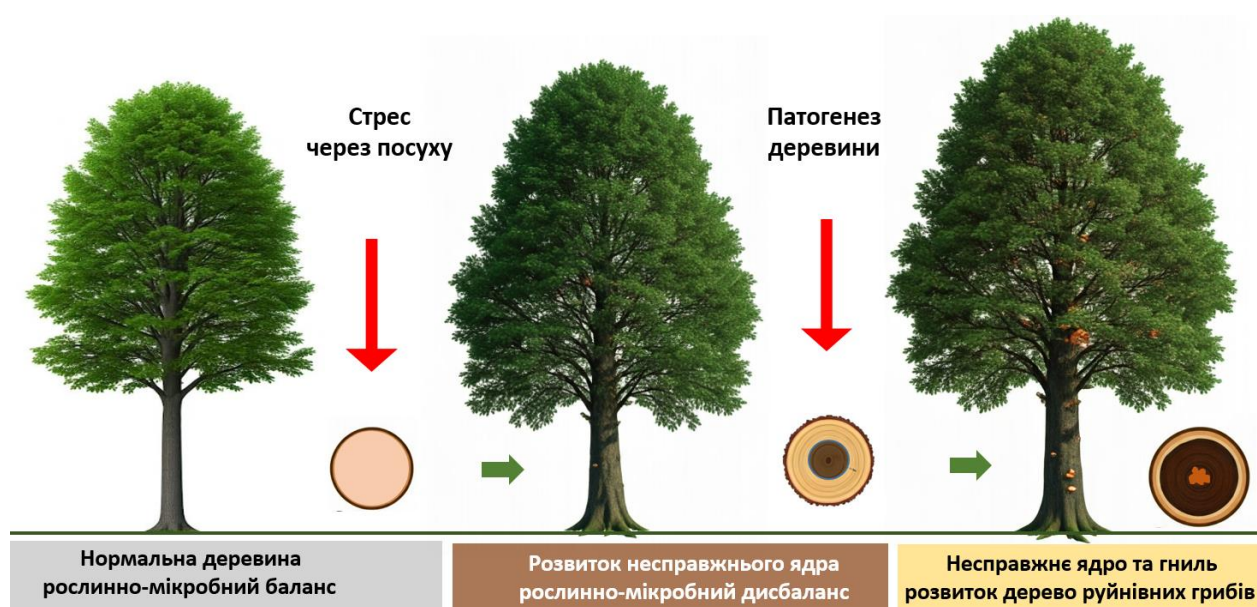


Рис. 4.4. Послідовність процесу розвитку прижиттєвих вад, які супроводжуються біохімічними реакціями в деревині у рослин, надмірно чутливих до екзополісахаридів ендofітних бактерій у період посухи або за дії інших негативних природних чинників

Висновок до розділу 4: отже, в букових насадженнях виявлено форми дерев надзвичайно чутливих до екзополісахаридів бактерій. Окиснювання катехінів під час фізіологічного стресу може призводити до їхньої автополімеризації і утворення в деревині темно забарвлених зон (несправжнього ядра). Така фізіологічна реакція для рослини є генетично детермінованою.

Вона виникає в будь якому органі або тканині, яка зберігає здатність до біосинтезу катехінів. Це підтверджує можливість використання листків для прижиттєвої діагностики несправжнього ядра бука лісового.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз природо-кліматичних умов зростання бука лісового та його ареал засвідчив, що зміни клімату, зокрема підвищення середньорічних температур і збільшення посушливих періодів, негативно впливають на фізіологічний стан дерев бука лісового (*Fagus sylvatica* L.). Встановлено, що ці чинники призводять до утворення прижиттєвих вад у деревині, зокрема несправжнього ядра, що суттєво знижує її якість для промислового використання.

2. Комплексний морфо-анатомічний аналіз листків бука лісового показав, що зміни морфометричних показників (площа листкової пластинки, товщина кутикули, щільність продихів) можуть використовуватися як ранні індикатори стресу дерева. Виявлено, що зміни в структурі листків пов'язані з нестачею вологи та підвищенням температури, що пов'язано з адаптаційними реакціями дерев до несприятливих умов зростання.

3. Дослідження хімічного складу деревини та листків показало, що вміст фенольних сполук, флавоноїдів та інших вторинних метаболітів може бути використаний як діагностичний показник. Виявлено, що підвищений рівень цих сполук у деревині корелює з наявністю прихованих прижиттєвих дефектів або вад, що є наслідком екологічного стресу. Це дозволяє використовувати фітохімічні маркери для неінвазивної діагностики стану деревини на ранніх стадіях її формування.

4. Інтегрований підхід до діагностики, що базується на поєднанні морфо-анатомічних і фітохімічних методів має значні переваги для визначення прижиттєвих вад. Розроблені методики дозволяють підвищити точність виявлення дефектів деревини на етапі рубок головного користування, що сприяє більш прогнозованому використанню лісових ресурсів та зменшенню відходів при переробці.

5. Запропонована методика ранньої діагностики є практичним інструментом для лісівничої практики, що дозволяє остаточно виявити наявне

дерево з несправжнім ядром, запобігаючи зниженню якості готової продукції. Це сприяє оптимізації лісозаготівельного процесу та підвищенню економічної ефективності лісогосподарських підприємств.

6. Виявлено, що фітохімічні показники можуть використовуватися для моніторингу стану деревини у насадженнях різного віку. Крім того, використання хроматографічного аналізу для оцінки концентрації вторинних метаболітів у деревині може бути застосоване як інструмент контролю за станом лісових ресурсів у довгостроковій перспективі.

7. Результати дослідження мають потенціал для подальшого розвитку у сфері екологічного моніторингу лісових насаджень. Запропоновані діагностичні методи можуть бути адаптовані для інших видів деревних рослин, що дозволить провести більш точний контроль за якістю лісових ресурсів у різних регіонах України.

8. Практична цінність дослідження полягає у можливості інтеграції розроблених методів діагностики в систему управління лісовими ресурсами, що сприятиме підвищенню екологічної стійкості лісових екосистем, дозволить зменшити екологічні ризики, пов'язані зі змінами клімату, та забезпечувати раціональне використання деревини.

9. Перспективи подальших досліджень полягають у розширеному використанні отриманих результатів, які дозволять підвищити ефективність лісогосподарських заходів і можуть бути використані для адаптації лісівничих стратегій у відповідь на нові кліматичні виклики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптація рослин до умов техногенного забруднення. URL: <https://moodle.znu.edu.ua>
2. Дендрологія: підручник / В. Заячук. Львів: СПОЛОМ, 2014. 676 с.
3. Букові деревостани Буковинського Передкарпаття: особливості росту та енергетичний потенціал: монографія / Р.Д. Василюшин, В.В. Слюсарчук, І.П. Лакида, А.Ю. Терентьев. Житомир: ТОВ «Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 168 с.
4. Мельник В., Корінько О. Букові ліси Подільської височини: монографія. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 152 с.
5. Василюшин Р. Еколого-енергетичний потенціал лісів Українських Карпат та його стале використання: монографія. Київ: ТОВ «ЦП КОМПРИНТ», 2018. 305 с.
6. Смаглюк К. Аборигенні листяні лісоутворювачі: монографія. Ужгород: Карпати, 1974. 64 с.
7. Бала О. Моделювання росту та продуктивності деревостанів твердолистяних деревних видів України: монографія. Київ: ТОВ «ЦП КОМПРИНТ», 2019. 291 с.
8. Герушинський З. Типологія лісів Українських Карпат: монографія. Львів: Піраміда, 1996. 208 с.
9. Белоус В.І. Способи вирощування сеянців і створення культур бука в районах Правобережної Лісостепи УРСР: автореф. дис. канд. с.-х. наук / УСХА, 1962. 17 с.
10. Бутейко І. А. Сосново-букові ліси заходу УРСР: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Львівський лісотехнічний інститут. Львів, 1975. 28 с.
11. Миклуш С.І. Площі та корисні функції букових лісів рівнинної частини заходу України // Лісове господарство. 2001. Вип. 39. С. 261–268.
12. Клімат України / за ред. В.М. Лінінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченка. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

13. Мальцев М. П. Бук. М.: Лісова промисловість, 1980. 80 с.
14. Поляков О. Ф. Водорегулююча роль букових лісів Карпат та Криму // VI Симпозіум INFRO з проблем бука: тези доповідей. Львів, 1995. С. 27–28.
15. Олійник В.С. Вплив букових насаджень на формування стоку води в Українських Карпатах // VI Симпозіум INFRO з проблем бука: тези доповідей. Львів, 1995. С. 23.
16. Червона книга України. Рослинний світ / під ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. К.: Вид-во «Українська енциклопедія», 1996. 608 с.
17. Рудишин М. П., Делеган І. В. Вплив ссавців на процеси відновлення букових деревостанів в Українських Карпатах // VI Симпозіум INFRO з проблем бука: тези доповідей. Львів, 1995. С. 28–29.
18. Циліорик А. В., Шевченко С. В. Гриби лісових біоценозів. Атлас. К.: Вища школа, 1989. 137 с.
19. Букові ліси Західного Поділля: монографія / Г. Т. Криницький та ін. Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. 168 с.
20. Філія «Берегометське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України». URL: <https://blmg.com.ua>
21. Shvidenko A. Z., Karpachevskiy M. V. Ecological and physiological aspects of wood defects formation in broadleaved species. Journal of Forestry Research, 46(6), 2015. P. 528–537.
22. Заленський В. Р. Матеріали до кількісної анатомії різних листків одних і тих самих рослин. Изв. Киевского политехн. ин-та, 1904. Т. IV. Кн. 1. 112 с.
23. Гнатів П. С. Функціональна діагностика в дендроекології. Львів: Камула, 2014. 336 с.
24. Гродницька І. Д., Кузнєцова Г. В. Захворювання *Pinus sylvestris* L. і *Pinus sibirica* Du Tour в географічних культурах і лісових розсадниках Красноярського краю і Хакасії // Хвойні бореальної зони, 2012. Т. 27, № 3–4. С. 55–60.

25. Мешкова В. Л. Наукові й виробничі проблеми захисту лісу // Лісове і садово-паркове господарство, 2012. № 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgos_2012_2_9

26. Чемеріс О. В., Бойко М. І. Активність пероксидази в інфікованих грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. проростках *Pinus sylvestris* L. та *Pinus pallasiana* D. Don за попередньої обробки насіння саліциловою кислотою // Фізіологія і біохімія культурних рослин, 2010. Т. 42, № 4. С. 348–355.

27. Макарова Л. Є. Фізіологічне значення фенольних сполук при формуванні бобово-ризобіального симбіозу на етапі преінфекції // Вісник Харківського національного аграрного університету, 2012. № 2. С. 25–40.

28. Journal of Forestry Research. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02856776>

29. The Ecological Management and Sustainable Development of Forests. URL: <https://www.mdpi.com/1999-4907/15/5/871>

30. A New Perspective is Required to Understand the Role of Forest Ecosystems in Global Mercury Cycle: A Review. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00128-019-02569-2>

31. *Fagus sylvatica* (Common Beech, European Beech) | North Carolina Extension Gardener Plant Toolb. URL: <https://plants.ces.ncsu.edu>

32. *Fagus sylvatica* – Європейська програма лісових генетичних ресурсів EUFORGEN. URL: <https://www.euforgen.org/species/fagus-sylvatica>

33. European Red List of Globally Threatened Animals and Plants -New-York: United Nations, 1991. 154 p.

34. Walther H. Entwicklung der Fagaceae (Buchengewächse) in Tertiär Mitteleuropas // Berichte der Naturforscher der Gesellschaft der Oberlausitz, 1994. №3.5. P. 27–42.

35. Hörfeldt, R.; Drouin, R.; Woxblom, L. False heartwood in beech *Fagus sylvatica*, birch *Betula pendula*, *B. papyrifera* and ash *Fraxinus excelsior*. Ecological Bulletins 2010, 53, P. 61–75.

36. Kölling, D., & Kleber, C. Influence of environmental conditions on wood quality in *Fagus sylvatica*. *European Journal of Forest Research*, 133(4), 2014. P. 683–694.
37. Vidal, C., & Ruel, J.-C. Impact of environmental stress on the formation of wood defects in European hardwoods. *Forestry*, 80(5), 2007. P. 493–504.
38. Långström, B.; Långström, S. Impact of environmental factors on beech wood formation. *Forest Ecology and Management*, 244(1–3), 2007. P. 74–85.
39. Lattanzio V. Phenolic Compounds: Introduction. In *Handbook of Natural Products*. Ed. K. G. Ramawat, J. M Merillon. Germany, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. 2013. P. 1543–1580.
40. Meyer K., Kohler A., Kauss H. Biosynthesis of ferulic acid esters of plant cell wall polysaccharides in endomembranes from parsley cells. *FEBS Letter*. 1991. Vol. 290 (1–2). P. 209–212.
41. Monties B., Fukushima Y. Occurrence, function and biosynthesis of lignins/ Ed. M. Hofrichter, A. Steinbüchel. *Biopolymers*. 2001. Vol 1. P. 1–64.
42. Meinzer F. C., Wisdom C. S., Gonzalez–Coloma A., Rundel P. W., Schultz L. Effects of leaf resin on stomatal behaviour and gas exchange of *Larrea tridentata* (DC.). *Cov. Funct. Ecol*. 1990. Vol. 4. P. 579–584.
43. Broun P. Transcriptional control of flavonoid biosynthesis: a complex network of conserved regulators involved in multiple aspects of differentiation in *Arabidopsis*. *Current Opinion in Plant Biology*. 2005. Vol. 8(3). P. 272–279.
44. Caretto S., Linsalata V., Colella G., Mita G., Lattanzio V. Carbon fluxes between Primary Metabolism and Phenolic Pathway in Plant Tissues under Stress. *International Journal of Molecular Sciences*. 2015. Vol. 16. P. 26378–26394.
45. Mattson W. J., Julkunen–Tiitto R., and Herms D. A. CO₂ enrichment and carbon partitioning to phenolics: do plant responses accord better with the protein competition or the growth-differentiation balance models. *Oikos*. 2005. Vol. 111. P. 337–347.
46. Charles S. B., Imin N., Djordjevic M. A. Flavonoids: new roles for old molecules. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2010. Vol. 52(1). P. 98–111.

47. Волюнец А.П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск: Белорус. наука, 2013. 283 с.
48. Lim W., Li J. Synergetic effect of the Onion CHI gene on the PAP1 regulatory gene for enhancing the flavonoid profile of tomato skin. *Sci Rep* 7. 2017.
49. Geissman T. A. The chemistry of flavonoid compounds. New York: Macmillan, 1962. 185 p.
50. Hakkinen S., Heinonen M., Karenlampi S., Mykkanen H., Ruuskanen J., Torronen R. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International*. 1999. Vol. 32. P. 345–353.
51. Keski-Saari S., Pusenius J., Julkunen-Tiitto R. Phenolic compounds in seedlings of *Betula pubescens* and *B. pendula* are affected by enhanced UVB radiation and different nitrogen regimens during early ontogeny. *Glob. Chang. Biol.* 2005. Vol. 11. P. 1180–1194.
52. Tegelberg R., Julkunen-Tiitto, R., Aphalo, P. J. The effects of long-term elevated UV-B on the growth and phenolics of field-grown silver birch (*Betula pendula*). *Glob. Chang. Biol.* 2001. Vol. 7 P. 839–848.
53. Reimann A., Nurhayati N., Backenkohler A., Ober D. Repeated evolution of the pyrrolizidine alkaloid-mediated defense system in separate angiosperm lineages. *Plant Cell*. 2004. Vol. 16. P. 2772–2784.
54. Bosabalidis A., Gabrieli C., Niopas I. Flavone aglycones in glandular hairs of *Origanum x intercedens*. *Phytochemistry*. 1998. Vol.49. P. 1549–1553.
55. Santelia D., Henrichs S., Vincenzetti V., Sauer M., Bigler L., Klein M., Bailly A., Lee Y., Frim J., Geisler M., Martinoia E. Flavonoids redirect PIN-mediated polar auxin fluxes during root gravitropic responses. *The J. of Biological Chemistry*. 2008. Vol. 283(45). P. 31218 –31226.
56. Dąbrowska G., Kata A., Goc A., Szechyńska-Hebda M., Skrzypek E. Characteristics of the plant ascorbate peroxidase family. *Acta biologica cracoviensia: Series Botanica*. 2007. Vol. 49, № 1. P. 7–17.
57. Les D. H., Sheridan D. J. Biochemical heterophylly and flavonoid evolution in North American Potamogeton (*Potamogetonaceae*). *Am. J. Bot.* 1990. Vol. 77. P.

453–465.

58. Soularue J. P., Robin C., Desprez Loustau M. L., Dutech C. Short rotations in forest plantations accelerate virulence evolution in root–rot pathogenic fungi. *Forests*. 2017. Vol. 8. P. 205.

59. Mercado-Blanco J., Abrantes I., Barra Caracciolo A., Bevivino A., Ciancio A., Grenni P., Hrynkiewicz K., Kredics L. and Proença D. Belowground Microbiota and the Health of Tree Crops. *Front. Microbiol.* 2018. Vol. 9. 1006 p.

60. Inderjit S., Duke O. Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*. 2003. Vol. 217. P. 529–539. DOI: 10.1007/s00425-003-1054-z.

61. Hamberger B, Ellis M, Friedmann M, Souza CDA, Barbazuk B, Douglas C. J. Genome-wide analyses of phenylpropanoid-related genes in *Populus trichocarpa*, *Arabidopsis thaliana*, and *Oryza sativa*: the *Populus* lignin toolbox and conservation and diversification of angiosperm gene families. *Can J Bot.* 2007. Vol. 85. P. 1182–1201.

62. Rao J. R., Cooper J. E. Soybean nodulating rhizobia modify nod gene inducers daidzein and genistein to yield aromatic products that can influence geneinducing activity. *Mol. Plant Microbe Interact.* 1995. Vol. 8. P. 855–862.

63. Taguri T., Tanaka T., Kouno I. Antibacterial spectrum of plant polyphenols and extracts depending upon hydroxyphenyl structure. *Biol Pharm Bull.* 2006. Vol. 29. P. 2226–2235.

64. Soltoft M., Jorgensen L.N., Svensmark B., Fornsgaard I. S. Benzoxazinoid concentrations show correlation with *Fusarium* Head Blight resistance in Danish wheat varieties. *Biochemical Systematics and Ecology.* 2008. Vol. 36(4). P. 245–259.

65. Seo S., Nakaho K., Hong S.W., Takahashi H., Shigemori H., Mitsuhara I. L. Histidine induces resistance in plants to the bacterial pathogen *Ralstonia solanacearum* partially through the activation of ethylene signaling. *Plant Cell Physiol.* 2016. Vol. 57. P. 1932–1942.

66. Balla, A., Silini, A., Cherif-Silini, H., Chenari Bouket, A., Moser, W.K., Nowakowska, J.A., Oszako, T., Benia, F., Belbahri, The Threat of Pests and Pathogens and the Potential for Biological Control in Forest Ecosystems. *Forests* 2021, 12, 1579.

URL: <https://doi.org/10.3390/f12111579>

67. Hapla F., Meggers L., Militz H., Mai C. Investigation on the yield and quality of sliced veneer produced from beech trees (*Fagus sylvatica* L.) containing red heartwood. Holz als Roh- und Werkstoff Springer-Verlag. 2002. P. 440–442.

ДОДАТКИ

Додаток А

Інформація про наявність букових насаджень в лісах постійних користувачів, що належать до сфери управління Держлісагентства

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Вінницька область	Філія "Гайсинське ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	2,0	0,44
Вінницька область	Філія "Іллінецьке ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові	0,1	0,02
Вінницька область	Філія "Іллінецьке ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	5,2	1,62
Вінницька область	Філія "Вінницьке ЛГ "ДП "Ліси України"	молодняки 2 класу	3,8	0,42
Вінницька область	Філія "Вінницьке ЛГ "ДП "Ліси України"	пристигли	10,7	3,95
Вінницька область	Філія "Вінницьке ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові	21,1	8,05
Вінницька область	Філія "Вінницьке ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	18,3	7,19
Вінницька область	Філія "Вінницьке ЛГ "ДП "Ліси України"	стигли	7,7	3,35
Вінницька область	Філія "Дашівське досвідне ЛМГ ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	2,6	0,86
Вінницька область	Філія "Жмеринське ЛГ "ДП "Ліси України"	перестійні	2,7	0,59
Вінницька область	Філія "Жмеринське ЛГ "ДП "Ліси України"	пристигли	6,3	1,68
Вінницька область	Філія "Жмеринське ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	7,0	1,88
Вінницька область	Філія "Жмеринське ЛГ "ДП "Ліси України"	стигли	27,3	9,57
Вінницька область	Філія "Тульчинське ЛГ "ДП "Ліси України"	пристигли	4,6	1,75
Вінницька область	Філія "Тульчинське ЛГ "ДП "Ліси України"	стигли	10,8	4,01
Волинська область	ДП "Горохівське ЛМГ"	молодняки 1 класу	2,0	0,15
Волинська область	ДП "Горохівське ЛМГ"	середньовікові	5,5	1,16
Волинська область	Філія "Ківерцівське ЛГ "ДП "Ліси України"	молодняки 2 класу	1,7	0,22
Волинська область	Філія "Ківерцівське ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові	1,6	0,60
Житомирська область	ДП "Городницький лісгосп"	молодняки 2 класу	0,7	0,11
Житомирська область	ДП "житомирський лісгосп"	стигли	0,5	0,09
Житомирська область	Філія "Бердичівське ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові	2,0	0,70
Житомирська область	Філія "Бердичівське ЛГ "ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	1,3	0,36
Закарпатська область	НПП "Зачарований край"	молодняки 1 класу	80,4	6,69

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Закарпатська область	НПП 'Зачарований край'	молодняки 2 класу	395,4	67,65
Закарпатська область	НПП 'Зачарований край'	перестійні	369,7	130,22
Закарпатська область	НПП 'Зачарований край'	пристигли	141,1	59,86
Закарпатська область	НПП 'Зачарований край'	середньовікові	2602,2	1208,85
Закарпатська область	НПП 'Зачарований край'	середньовікові, включені до розрахунку	1180,1	586,85
Закарпатська область	НПП 'Зачарований край'	стигли	108,9	41,58
Закарпатська область	Філія 'Берегівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	333,8	14,29
Закарпатська область	Філія 'Берегівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	29,7	1,85
Закарпатська область	Філія 'Берегівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	1,4	0,28
Закарпатська область	Філія 'Берегівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	571,6	217,20
Закарпатська область	Філія 'Берегівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	1094,8	393,60
Закарпатська область	Філія 'Берегівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	367,6	143,02
Закарпатська область	Філія 'Берегівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	стигли	236,1	84,45
Закарпатська область	Філія 'Брустурянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	590,4	25,10
Закарпатська область	Філія 'Брустурянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	1064,1	173,40
Закарпатська область	Філія 'Брустурянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	984,3	334,86
Закарпатська область	Філія 'Брустурянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	1474,1	516,99
Закарпатська область	Філія 'Брустурянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	3898,9	1246,25
Закарпатська область	Філія 'Брустурянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	2431,7	860,84
Закарпатська область	Філія 'Брустурянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	стигли	2397,3	797,69
Закарпатська область	Філія 'Великобичківське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	1835,5	58,69
Закарпатська область	Філія 'Великобичківське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	2848,0	374,19
Закарпатська область	Філія 'Великобичківське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	3951,1	1439,69
Закарпатська область	Філія 'Великобичківське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	5815,6	2242,80
Закарпатська область	Філія 'Великобичківське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	6742,0	2104,26
Закарпатська область	Філія 'Великобичківське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	4947,3	1718,38
Закарпатська область	Філія 'Великобичківське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	стигли	6645,7	2630,13
Закарпатська область	Філія 'Довжанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	1609,7	54,11
Закарпатська область	Філія 'Довжанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	2181,3	350,02
Закарпатська область	Філія 'Довжанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	1638,0	628,76
Закарпатська область	Філія 'Довжанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	2219,6	990,53

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Закарпатська область	Філія 'Довжанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	13647,3	5325,39
Закарпатська область	Філія 'Довжанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	9971,5	4073,63
Закарпатська область	Філія 'Довжанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	стигли	3002,6	1289,31
Закарпатська область	Філія 'Міжгірське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	1328,9	41,27
Закарпатська область	Філія 'Міжгірське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	2187,9	318,95
Закарпатська область	Філія 'Міжгірське ЛГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	2587,3	876,19
Закарпатська область	Філія 'Міжгірське ЛГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	2641,8	974,64
Закарпатська область	Філія 'Міжгірське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	4550,7	1516,42
Закарпатська область	Філія 'Міжгірське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	2988,6	1186,86
Закарпатська область	Філія 'Міжгірське ЛГ' ДП 'Ліси України'	стигли	4658,9	1643,34
Закарпатська область	Філія 'Мокрянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	1114,7	41,22
Закарпатська область	Філія 'Мокрянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	3056,9	423,51
Закарпатська область	Філія 'Мокрянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	6332,6	2076,01
Закарпатська область	Філія 'Мокрянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	2951,2	998,11
Закарпатська область	Філія 'Мокрянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	14946,4	4238,92
Закарпатська область	Філія 'Мокрянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	10175,3	3347,16
Закарпатська область	Філія 'Мокрянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	стигли	5208,3	1706,21
Закарпатська область	Філія 'Мукачівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	1850,6	82,22
Закарпатська область	Філія 'Мукачівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	1561,7	209,30
Закарпатська область	Філія 'Мукачівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	191,5	57,48
Закарпатська область	Філія 'Мукачівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	2258,3	962,07
Закарпатська область	Філія 'Мукачівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	7147,0	2953,19
Закарпатська область	Філія 'Мукачівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	4042,1	1607,32
Закарпатська область	Філія 'Мукачівське ЛГ' ДП 'Ліси України'	стигли	1817,3	668,63
Закарпатська область	Філія 'Рахівське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	519,1	17,95
Закарпатська область	Філія 'Рахівське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	620,5	75,06
Закарпатська область	Філія 'Рахівське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	1392,1	450,35
Закарпатська область	Філія 'Рахівське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	955,9	355,74
Закарпатська область	Філія 'Рахівське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	2832,2	944,15
Закарпатська область	Філія 'Рахівське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	1253,8	458,94
Закарпатська область	Філія 'Рахівське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	стигли	974,3	318,59

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Закарпатська область	Філія 'Свалявське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	5881,9	210,83
Закарпатська область	Філія 'Свалявське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	4025,4	527,35
Закарпатська область	Філія 'Свалявське ЛГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	9972,2	4028,84
Закарпатська область	Філія 'Свалявське ЛГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	10220,3	4321,52
Закарпатська область	Філія 'Свалявське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	15629,2	5731,25
Закарпатська область	Філія 'Свалявське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	15826,1	6440,13
Закарпатська область	Філія 'Свалявське ЛГ' ДП 'Ліси України'	стигли	6596,6	2635,58
Закарпатська область	Філія 'Ужгородське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	4471,9	136,55
Закарпатська область	Філія 'Ужгородське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	2400,6	336,69
Закарпатська область	Філія 'Ужгородське ЛГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	3003,2	1146,09
Закарпатська область	Філія 'Ужгородське ЛГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	9437,2	3660,03
Закарпатська область	Філія 'Ужгородське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	20020,8	7386,02
Закарпатська область	Філія 'Ужгородське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	16963,5	6501,44
Закарпатська область	Філія 'Ужгородське ЛГ' ДП 'Ліси України'	стигли	10327,1	4007,09
Закарпатська область	Філія 'Хустське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	1650,0	68,96
Закарпатська область	Філія 'Хустське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	2703,6	378,80
Закарпатська область	Філія 'Хустське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	2130,1	775,61
Закарпатська область	Філія 'Хустське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	5459,9	2167,08
Закарпатська область	Філія 'Хустське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	9194,3	2993,66
Закарпатська область	Філія 'Хустське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	7241,2	2797,67
Закарпатська область	Філія 'Хустське ЛДГ' ДП 'Ліси України'	стигли	4536,6	1789,58
Закарпатська область	Філія 'Ясінянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	49,6	2,46
Закарпатська область	Філія 'Ясінянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	26,1	3,86
Закарпатська область	Філія 'Ясінянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	55,1	19,16
Закарпатська область	Філія 'Ясінянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	185,6	59,81
Закарпатська область	Філія 'Ясінянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	257,2	84,66
Закарпатська область	Філія 'Ясінянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	118,7	41,73
Закарпатська область	Філія 'Ясінянське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	стигли	187,3	57,93
Івано-Франківська область	Галицький НПП	молодняки 1 класу	49,7	2,58
Івано-Франківська область	Галицький НПП	молодняки 2 класу	125,9	13,43
Івано-Франківська область	Галицький НПП	пристигли	391,1	140,28

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Івано-Франківська область	Галицький НПП	середньовікові	464,3	129,96
Івано-Франківська область	Галицький НПП	середньовікові, включені до розрахунку	898,6	293,48
Івано-Франківська область	Галицький НПП	стигли	140,6	44,81
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський лісгосп'	молодняки 1 класу	33,2	1,14
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський лісгосп'	молодняки 2 класу	45,5	2,77
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський лісгосп'	перестійні	45,5	16,40
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський лісгосп'	пристигли	271,4	88,69
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський лісгосп'	середньовікові	411,7	132,94
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	285,4	99,76
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський лісгосп'	стигли	173,7	63,42
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський ЛСНЦ'	молодняки 1 класу	58,5	1,47
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський ЛСНЦ'	молодняки 2 класу	20,8	2,31
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський ЛСНЦ'	перестійні	1,2	0,33
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський ЛСНЦ'	пристигли	154,5	54,12
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський ЛСНЦ'	середньовікові	149,9	48,48
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський ЛСНЦ'	середньовікові, включені до розрахунку	155,9	53,17
Івано-Франківська область	ДП 'Івано-Франківський ЛСНЦ'	стигли	103,9	26,15
Івано-Франківська область	ДП 'Болехівський лісгосп'	молодняки 1 класу	1601,4	35,27
Івано-Франківська область	ДП 'Болехівський лісгосп'	молодняки 2 класу	1090,0	140,99
Івано-Франківська область	ДП 'Болехівський лісгосп'	перестійні	188,8	61,78
Івано-Франківська область	ДП 'Болехівський лісгосп'	пристигли	3487,1	1370,92
Івано-Франківська область	ДП 'Болехівський лісгосп'	середньовікові	2693,4	1002,10
Івано-Франківська область	ДП 'Болехівський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	3880,8	1441,65
Івано-Франківська область	ДП 'Болехівський лісгосп'	стигли	2607,8	934,51
Івано-Франківська область	ДП 'Брошнівський лісгосп'	молодняки 1 класу	113,5	2,89
Івано-Франківська область	ДП 'Брошнівський лісгосп'	молодняки 2 класу	117,2	17,32
Івано-Франківська область	ДП 'Брошнівський лісгосп'	перестійні	109,5	35,69
Івано-Франківська область	ДП 'Брошнівський лісгосп'	пристигли	1364,0	561,65
Івано-Франківська область	ДП 'Брошнівський лісгосп'	середньовікові	2003,1	773,76
Івано-Франківська область	ДП 'Брошнівський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	2754,3	1097,38
Івано-Франківська область	ДП 'Брошнівський лісгосп'	стигли	1089,5	428,51

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Івано-Франківська область	ДП 'Верховинський лісгосп'	молодняки 1 класу	12,9	0,35
Івано-Франківська область	ДП 'Верховинський лісгосп'	молодняки 2 класу	6,0	0,20
Івано-Франківська область	ДП 'Верховинський лісгосп'	перестійні	8,1	3,02
Івано-Франківська область	ДП 'Верховинський лісгосп'	пристигли	26,4	11,41
Івано-Франківська область	ДП 'Верховинський лісгосп'	середньовікові	19,6	8,09
Івано-Франківська область	ДП 'Верховинський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	40,1	15,22
Івано-Франківська область	ДП 'Верховинський лісгосп'	стигли	45,0	21,89
Івано-Франківська область	ДП 'Вигодський лісгосп'	молодняки 1 класу	332,3	8,48
Івано-Франківська область	ДП 'Вигодський лісгосп'	молодняки 2 класу	267,0	38,75
Івано-Франківська область	ДП 'Вигодський лісгосп'	перестійні	696,1	238,98
Івано-Франківська область	ДП 'Вигодський лісгосп'	пристигли	1654,5	681,07
Івано-Франківська область	ДП 'Вигодський лісгосп'	середньовікові	3256,3	1243,10
Івано-Франківська область	ДП 'Вигодський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	2433,2	969,79
Івано-Франківська область	ДП 'Вигодський лісгосп'	стигли	1606,7	600,26
Івано-Франківська область	ДП 'Ворохтянський лісгосп'	молодняки 1 класу	40,5	1,48
Івано-Франківська область	ДП 'Ворохтянський лісгосп'	молодняки 2 класу	16,6	2,68
Івано-Франківська область	ДП 'Ворохтянський лісгосп'	перестійні	3,1	1,01
Івано-Франківська область	ДП 'Ворохтянський лісгосп'	пристигли	75,8	23,30
Івано-Франківська область	ДП 'Ворохтянський лісгосп'	середньовікові	66,5	21,64
Івано-Франківська область	ДП 'Ворохтянський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	88,1	29,49
Івано-Франківська область	ДП 'Ворохтянський лісгосп'	стигли	48,8	17,05
Івано-Франківська область	ДП 'Гринявський лісгосп'	молодняки 1 класу	10,9	0,20
Івано-Франківська область	ДП 'Гринявський лісгосп'	молодняки 2 класу	15,6	0,70
Івано-Франківська область	ДП 'Гринявський лісгосп'	перестійні	18,3	6,38
Івано-Франківська область	ДП 'Гринявський лісгосп'	пристигли	58,7	17,73
Івано-Франківська область	ДП 'Гринявський лісгосп'	середньовікові	104,1	31,03
Івано-Франківська область	ДП 'Гринявський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	68,1	21,35
Івано-Франківська область	ДП 'Гринявський лісгосп'	стигли	94,3	30,72
Івано-Франківська область	ДП 'Делятинський лісгосп'	молодняки 1 класу	427,1	7,02
Івано-Франківська область	ДП 'Делятинський лісгосп'	молодняки 2 класу	321,6	33,59
Івано-Франківська область	ДП 'Делятинський лісгосп'	перестійні	129,1	42,32

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Івано-Франківська область	ДП 'Делятинський лісгосп'	пристигли	3048,3	1196,29
Івано-Франківська область	ДП 'Делятинський лісгосп'	середньовікові	1607,0	586,82
Івано-Франківська область	ДП 'Делятинський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	3809,5	1373,23
Івано-Франківська область	ДП 'Делятинський лісгосп'	стигли	1972,6	683,80
Івано-Франківська область	ДП 'Калуський лісгосп'	молодняки 1 класу	40,8	1,46
Івано-Франківська область	ДП 'Калуський лісгосп'	молодняки 2 класу	82,4	3,81
Івано-Франківська область	ДП 'Калуський лісгосп'	перестійні	68,5	22,08
Івано-Франківська область	ДП 'Калуський лісгосп'	пристигли	948,9	315,22
Івано-Франківська область	ДП 'Калуський лісгосп'	середньовікові	242,8	50,49
Івано-Франківська область	ДП 'Калуський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	1009,9	301,94
Івано-Франківська область	ДП 'Калуський лісгосп'	стигли	828,9	265,68
Івано-Франківська область	ДП 'Коломийський лісгосп'	молодняки 1 класу	618,2	19,18
Івано-Франківська область	ДП 'Коломийський лісгосп'	молодняки 2 класу	394,8	46,39
Івано-Франківська область	ДП 'Коломийський лісгосп'	перестійні	76,3	26,63
Івано-Франківська область	ДП 'Коломийський лісгосп'	пристигли	1093,0	429,84
Івано-Франківська область	ДП 'Коломийський лісгосп'	середньовікові	935,2	315,03
Івано-Франківська область	ДП 'Коломийський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	2093,0	779,41
Івано-Франківська область	ДП 'Коломийський лісгосп'	стигли	660,8	243,41
Івано-Франківська область	ДП 'Кутський лісгосп'	молодняки 1 класу	310,0	6,08
Івано-Франківська область	ДП 'Кутський лісгосп'	молодняки 2 класу	313,9	26,75
Івано-Франківська область	ДП 'Кутський лісгосп'	перестійні	45,0	10,63
Івано-Франківська область	ДП 'Кутський лісгосп'	пристигли	1002,2	343,50
Івано-Франківська область	ДП 'Кутський лісгосп'	середньовікові	5192,3	1833,47
Івано-Франківська область	ДП 'Кутський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	1922,1	668,31
Івано-Франківська область	ДП 'Кутський лісгосп'	стигли	388,5	105,62
Івано-Франківська область	ДП 'Надвірнянський лісгосп'	молодняки 1 класу	94,1	2,69
Івано-Франківська область	ДП 'Надвірнянський лісгосп'	молодняки 2 класу	302,5	32,20
Івано-Франківська область	ДП 'Надвірнянський лісгосп'	перестійні	487,0	160,91
Івано-Франківська область	ДП 'Надвірнянський лісгосп'	пристигли	1740,7	679,25
Івано-Франківська область	ДП 'Надвірнянський лісгосп'	середньовікові	1673,1	589,26
Івано-Франківська область	ДП 'Надвірнянський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	3277,6	1285,75

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Івано-Франківська область	ДП 'Надвірнянський лісгосп'	стигли	699,3	232,52
Івано-Франківська область	ДП 'Осмолодський лісгосп'	молодняки 1 класу	399,5	8,54
Івано-Франківська область	ДП 'Осмолодський лісгосп'	молодняки 2 класу	272,0	26,14
Івано-Франківська область	ДП 'Осмолодський лісгосп'	перестійні	175,6	49,27
Івано-Франківська область	ДП 'Осмолодський лісгосп'	пристигли	2230,9	809,92
Івано-Франківська область	ДП 'Осмолодський лісгосп'	середньовікові	1359,5	479,85
Івано-Франківська область	ДП 'Осмолодський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	2010,0	699,04
Івано-Франківська область	ДП 'Осмолодський лісгосп'	стигли	1285,2	401,87
Івано-Франківська область	ДП 'Рогатинський лісгосп'	молодняки 1 класу	607,8	15,57
Івано-Франківська область	ДП 'Рогатинський лісгосп'	молодняки 2 класу	781,9	83,38
Івано-Франківська область	ДП 'Рогатинський лісгосп'	перестійні	1,1	0,48
Івано-Франківська область	ДП 'Рогатинський лісгосп'	пристигли	1751,4	625,76
Івано-Франківська область	ДП 'Рогатинський лісгосп'	середньовікові	525,3	128,08
Івано-Франківська область	ДП 'Рогатинський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	1181,6	383,82
Івано-Франківська область	ДП 'Рогатинський лісгосп'	стигли	1184,3	405,04
Івано-Франківська область	ДП 'Солотвинський лісгосп'	молодняки 1 класу	214,4	3,80
Івано-Франківська область	ДП 'Солотвинський лісгосп'	молодняки 2 класу	438,8	49,69
Івано-Франківська область	ДП 'Солотвинський лісгосп'	перестійні	295,1	86,73
Івано-Франківська область	ДП 'Солотвинський лісгосп'	пристигли	917,1	297,74
Івано-Франківська область	ДП 'Солотвинський лісгосп'	середньовікові	1060,0	320,43
Івано-Франківська область	ДП 'Солотвинський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	1683,1	559,53
Івано-Франківська область	ДП 'Солотвинський лісгосп'	стигли	346,8	98,38
Київська область	Філія "Білоцерківське ЛГ" ДП "Ліси України"	середньовікові	0,9	0,24
Київська область	Філія "Білоцерківське ЛГ" ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	1,9	0,70
Львівська область	ДП "Боринський лісгосп"	молодняки 1 класу	9,5	0,20
Львівська область	ДП "Боринський лісгосп"	молодняки 2 класу	100,9	13,12
Львівська область	ДП "Боринський лісгосп"	перестійні	18,3	5,47
Львівська область	ДП "Боринський лісгосп"	пристигли	266,8	92,69
Львівська область	ДП "Боринський лісгосп"	середньовікові	1519,6	454,48
Львівська область	ДП "Боринський лісгосп"	середньовікові, включені до розрахунку	622,3	193,96
Львівська область	ДП "Боринський лісгосп"	стигли	373,9	115,74

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Львівська область	ДП "Жовківський лісгосп"	молодняки 1 класу	67,7	2,18
Львівська область	ДП "Жовківський лісгосп"	молодняки 2 класу	67,0	6,71
Львівська область	ДП "Жовківський лісгосп"	перестійні	1,4	0,31
Львівська область	ДП "Жовківський лісгосп"	пристигли	766,0	205,36
Львівська область	ДП "Жовківський лісгосп"	середньовікові	315,1	75,89
Львівська область	ДП "Жовківський лісгосп"	середньовікові, включені до розрахунку	389,6	97,65
Львівська область	ДП "Жовківський лісгосп"	стигли	524,4	132,40
Львівська область	ДП "Турківський лісгосп"	молодняки 1 класу	35,5	0,81
Львівська область	ДП "Турківський лісгосп"	молодняки 2 класу	42,7	4,74
Львівська область	ДП "Турківський лісгосп"	перестійні	62,7	22,37
Львівська область	ДП "Турківський лісгосп"	пристигли	2427,7	905,41
Львівська область	ДП "Турківський лісгосп"	середньовікові	871,0	321,99
Львівська область	ДП "Турківський лісгосп"	середньовікові, включені до розрахунку	2000,5	802,63
Львівська область	ДП "Турківський лісгосп"	стигли	977,9	317,75
Львівська область	ДП 'Бібрський лісгосп'	молодняки 1 класу	682,9	22,77
Львівська область	ДП 'Бібрський лісгосп'	молодняки 2 класу	822,8	106,54
Львівська область	ДП 'Бібрський лісгосп'	перестійні	71,3	22,83
Львівська область	ДП 'Бібрський лісгосп'	пристигли	3356,3	1348,43
Львівська область	ДП 'Бібрський лісгосп'	середньовікові	1585,0	460,28
Львівська область	ДП 'Бібрський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	3417,4	1318,91
Львівська область	ДП 'Бібрський лісгосп'	стигли	1981,9	722,49
Львівська область	ДП 'Старосамбірське ЛМГ'	молодняки 1 класу	158,0	5,82
Львівська область	ДП 'Старосамбірське ЛМГ'	молодняки 2 класу	12,7	1,83
Львівська область	ДП 'Старосамбірське ЛМГ'	перестійні	9,4	2,61
Львівська область	ДП 'Старосамбірське ЛМГ'	пристигли	1346,2	546,24
Львівська область	ДП 'Старосамбірське ЛМГ'	середньовікові	906,6	346,82
Львівська область	ДП 'Старосамбірське ЛМГ'	середньовікові, включені до розрахунку	2010,9	814,48
Львівська область	ДП 'Старосамбірське ЛМГ'	стигли	1083,7	374,00
Львівська область	НПП 'Сколівські Бескиди'	молодняки 1 класу	121,6	3,38
Львівська область	НПП 'Сколівські Бескиди'	молодняки 2 класу	326,0	36,41
Львівська область	НПП 'Сколівські Бескиди'	перестійні	62,7	23,22

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Львівська область	НПП 'Сколівські Бескиди'	пристигли	1079,2	462,50
Львівська область	НПП 'Сколівські Бескиди'	середньовікові	8686,2	3834,01
Львівська область	НПП 'Сколівські Бескиди'	середньовікові, включені до розрахунку	1760,2	799,00
Львівська область	НПП 'Сколівські Бескиди'	стигли	767,9	305,28
Львівська область	Філія "Рава-Руське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 1 класу	5,4	0,29
Львівська область	Філія "Рава-Руське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 2 класу	55,9	6,32
Львівська область	Філія "Рава-Руське лісове господарство" ДП "Ліси України"	перестійні	42,0	9,68
Львівська область	Філія "Рава-Руське лісове господарство" ДП "Ліси України"	пристигли	177,5	61,72
Львівська область	Філія "Рава-Руське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові	59,6	17,70
Львівська область	Філія "Рава-Руське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	125,6	39,55
Львівська область	Філія "Рава-Руське лісове господарство" ДП "Ліси України"	стигли	310,0	93,91
Львівська область	Філія "Радехівське ЛМГ" ДП "Ліси України"	перестійні	1,3	0,25
Львівська область	Філія "Радехівське ЛМГ" ДП "Ліси України"	пристигли	0,3	0,12
Львівська область	Філія "Радехівське ЛМГ" ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	1,0	0,35
Львівська область	Філія "Самбірське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 1 класу	6,3	0,09
Львівська область	Філія "Самбірське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 2 класу	27,3	3,96
Львівська область	Філія "Самбірське лісове господарство" ДП "Ліси України"	перестійні	42,2	11,88
Львівська область	Філія "Самбірське лісове господарство" ДП "Ліси України"	пристигли	945,0	362,51
Львівська область	Філія "Самбірське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові	217,2	76,24
Львівська область	Філія "Самбірське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	1219,9	477,89
Львівська область	Філія "Самбірське лісове господарство" ДП "Ліси України"	стигли	722,9	248,08

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Львівська область	Філія "Сколівське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 1 класу	631,9	12,46
Львівська область	Філія "Сколівське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 2 класу	755,8	102,78
Львівська область	Філія "Сколівське лісове господарство" ДП "Ліси України"	перестійні	221,4	69,40
Львівська область	Філія "Сколівське лісове господарство" ДП "Ліси України"	пристигли	1894,5	687,46
Львівська область	Філія "Сколівське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові	2372,4	845,08
Львівська область	Філія "Сколівське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	2304,4	831,44
Львівська область	Філія "Сколівське лісове господарство" ДП "Ліси України"	стигли	2288,3	774,45
Львівська область	Філія "Славське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 1 класу	582,7	9,49
Львівська область	Філія "Славське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 2 класу	506,1	88,54
Львівська область	Філія "Славське лісове господарство" ДП "Ліси України"	перестійні	482,5	150,29
Львівська область	Філія "Славське лісове господарство" ДП "Ліси України"	пристигли	669,2	261,67
Львівська область	Філія "Славське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові	2064,7	723,43
Львівська область	Філія "Славське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	1095,8	427,81
Львівська область	Філія "Славське лісове господарство" ДП "Ліси України"	стигли	1151,2	385,08
Львівська область	Філія "Стрийське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 1 класу	584,7	15,75
Львівська область	Філія "Стрийське лісове господарство" ДП "Ліси України"	молодняки 2 класу	524,1	54,87
Львівська область	Філія "Стрийське лісове господарство" ДП "Ліси України"	перестійні	197,9	85,11
Львівська область	Філія "Стрийське лісове господарство" ДП "Ліси України"	пристигли	3140,4	1253,10

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Львівська область	Філія "Стрийське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові	692,5	190,12
Львівська область	Філія "Стрийське лісове господарство" ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	2049,4	749,79
Львівська область	Філія "Стрийське лісове господарство" ДП "Ліси України"	стигли	3542,2	1369,69
Львівська область	Філія 'Бродівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	164,3	7,56
Львівська область	Філія 'Бродівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	298,2	35,67
Львівська область	Філія 'Бродівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	перестійні	4,3	1,21
Львівська область	Філія 'Бродівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	пристигли	274,8	85,80
Львівська область	Філія 'Бродівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	середньовікові	346,1	112,05
Львівська область	Філія 'Бродівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	366,9	130,03
Львівська область	Філія 'Бродівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	стигли	757,2	211,58
Львівська область	Філія 'Дрогобицьке лісове господарство' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	63,1	1,87
Львівська область	Філія 'Дрогобицьке лісове господарство' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	167,3	21,31
Львівська область	Філія 'Дрогобицьке лісове господарство' ДП 'Ліси України'	перестійні	182,6	67,32
Львівська область	Філія 'Дрогобицьке лісове господарство' ДП 'Ліси України'	пристигли	724,5	333,65
Львівська область	Філія 'Дрогобицьке лісове господарство' ДП 'Ліси України'	середньовікові	1346,8	579,19
Львівська область	Філія 'Дрогобицьке лісове господарство' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	1786,7	798,89
Львівська область	Філія 'Дрогобицьке лісове господарство' ДП 'Ліси України'	стигли	1090,8	482,09
Львівська область	Філія 'Золочівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	1277,7	36,69

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Львівська область	Філія 'Золочівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	1423,0	160,49
Львівська область	Філія 'Золочівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	перестійні	111,8	34,19
Львівська область	Філія 'Золочівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	пристигли	3023,2	1035,54
Львівська область	Філія 'Золочівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	середньовікові	2074,6	649,04
Львівська область	Філія 'Золочівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	1606,6	558,53
Львівська область	Філія 'Золочівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	стигли	3291,1	1078,07
Львівська область	Філія 'Львівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	368,6	10,89
Львівська область	Філія 'Львівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	186,1	27,27
Львівська область	Філія 'Львівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	перестійні	206,4	60,25
Львівська область	Філія 'Львівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	пристигли	2420,9	800,08
Львівська область	Філія 'Львівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	середньовікові	701,9	216,60
Львівська область	Філія 'Львівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	1061,4	348,16
Львівська область	Філія 'Львівське лісове господарство' ДП 'Ліси України'	стигли	1621,3	512,65
Львівська область	Філія 'Львівський ЛСНЦ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	40,9	1,45
Львівська область	Філія 'Львівський ЛСНЦ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	30,4	2,32
Львівська область	Філія 'Львівський ЛСНЦ' ДП 'Ліси України'	перестійні	199,4	69,87
Львівська область	Філія 'Львівський ЛСНЦ' ДП 'Ліси України'	пристигли	276,5	111,72
Львівська область	Філія 'Львівський ЛСНЦ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	273,9	83,45
Львівська область	Філія 'Львівський ЛСНЦ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	417,5	158,01
Львівська область	Філія 'Львівський ЛСНЦ' ДП 'Ліси України'	стигли	487,9	189,86
Рівненська область	ДП 'Дубенський лісгосп'	молодняки 1 класу	3,7	0,15
Рівненська область	ДП 'Дубенський лісгосп'	молодняки 2 класу	0,2	0,03

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Рівненська область	ДП 'Дубенський лісгосп'	пристигли	76,1	27,27
Рівненська область	ДП 'Дубенський лісгосп'	середньовікові	2,7	1,13
Рівненська область	ДП 'Дубенський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	42,0	14,84
Рівненська область	ДП 'Дубенський лісгосп'	стигли	12,1	4,40
Рівненська область	ДП 'Клеванський лісгосп'	пристигли	1,8	0,79
Рівненська область	ДП 'Клеванський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	8,8	3,41
Рівненська область	ДП 'Млинівський лісгосп'	молодняки 1 класу	0,2	
Рівненська область	ДП 'Млинівський лісгосп'	пристигли	19,2	6,95
Рівненська область	ДП 'Млинівський лісгосп'	середньовікові	7,7	2,85
Рівненська область	ДП 'Млинівський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	61,7	23,19
Рівненська область	ДП 'Острозький лісгосп'	молодняки 1 класу	4,7	0,28
Рівненська область	ДП 'Острозький лісгосп'	пристигли	13,6	4,16
Рівненська область	ДП 'Острозький лісгосп'	середньовікові	118,2	37,13
Рівненська область	ДП 'Острозький лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	4,3	1,27
Рівненська область	ДП 'Рівненський лісгосп'	молодняки 1 класу	4,1	0,17
Рівненська область	ДП 'Рівненський лісгосп'	пристигли	0,8	0,38
Рівненська область	ДП 'Рівненський лісгосп'	середньовікові	7,7	3,31
Рівненська область	ДП 'Рівненський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	2,8	0,73
Рівненська область	Філія 'Сарненське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	0,1	0,02
Тернопільська область	ДП "Кремінецький лісгосп"	молодняки 1 класу	19,1	0,90
Тернопільська область	ДП "Кремінецький лісгосп"	молодняки 2 класу	26,2	3,26
Тернопільська область	ДП "Кремінецький лісгосп"	перестійні	6,6	1,12
Тернопільська область	ДП "Кремінецький лісгосп"	пристигли	21,7	8,32
Тернопільська область	ДП "Кремінецький лісгосп"	середньовікові	9,7	2,37
Тернопільська область	ДП "Кремінецький лісгосп"	середньовікові, включені до розрахунку	51,5	18,23
Тернопільська область	ДП "Кремінецький лісгосп"	стигли	44,8	14,76
Тернопільська область	ДП "Тернопільський лісгосп"	молодняки 1 класу	24,3	0,94
Тернопільська область	ДП "Тернопільський лісгосп"	молодняки 2 класу	26,7	2,72
Тернопільська область	ДП "Тернопільський лісгосп"	перестійні	1,8	0,44
Тернопільська область	ДП "Тернопільський лісгосп"	пристигли	87,2	27,30
Тернопільська область	ДП "Тернопільський лісгосп"	середньовікові	67,5	19,62

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Тернопільська область	ДП "Тернопільський лісгосп"	середньовікові, включені до розрахунку	63,9	19,50
Тернопільська область	ДП "Тернопільський лісгосп"	стигли	135,5	44,83
Тернопільська область	ПЗ Медобори	молодняки 1 класу	3,8	0,23
Тернопільська область	ПЗ Медобори	молодняки 2 класу	110,4	13,63
Тернопільська область	ПЗ Медобори	перестійні	2,0	0,80
Тернопільська область	ПЗ Медобори	пристигли	7,0	3,22
Тернопільська область	ПЗ Медобори	середньовікові	39,9	11,44
Тернопільська область	ПЗ Медобори	середньовікові, включені до розрахунку	15,9	6,67
Тернопільська область	Філія 'Бережанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	861,5	28,56
Тернопільська область	Філія 'Бережанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	1308,5	133,55
Тернопільська область	Філія 'Бережанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	74,5	19,81
Тернопільська область	Філія 'Бережанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	3011,7	990,29
Тернопільська область	Філія 'Бережанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	940,1	232,90
Тернопільська область	Філія 'Бережанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	1079,4	337,86
Тернопільська область	Філія 'Бережанське ЛМГ' ДП 'Ліси України'	стигли	5214,9	1435,40
Тернопільська область	Філія 'Чортківське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 1 класу	2,4	0,17
Тернопільська область	Філія 'Чортківське ЛГ' ДП 'Ліси України'	молодняки 2 класу	34,5	5,82
Тернопільська область	Філія 'Чортківське ЛГ' ДП 'Ліси України'	перестійні	8,3	3,37
Тернопільська область	Філія 'Чортківське ЛГ' ДП 'Ліси України'	пристигли	116,9	40,50
Тернопільська область	Філія 'Чортківське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові	50,4	12,71
Тернопільська область	Філія 'Чортківське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	48,7	14,18
Тернопільська область	Філія 'Чортківське ЛГ' ДП 'Ліси України'	стигли	53,7	20,17
Хмельницька область	ДП 'Ізяславський лісгосп'	молодняки 2 класу	0,8	0,06
Хмельницька область	ДП 'Кам'янець-Подільський лісгосп'	молодняки 1 класу	12,1	0,75
Хмельницька область	ДП 'Кам'янець-Подільський лісгосп'	пристигли	6,6	2,73
Хмельницька область	ДП 'Кам'янець-Подільський лісгосп'	середньовікові	23,7	8,31
Хмельницька область	ДП 'Кам'янець-Подільський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	3,1	1,15
Хмельницька область	ДП 'Летичівський лісгосп'	молодняки 2 класу	1,5	0,15
Хмельницька область	ДП 'Летичівський лісгосп'	пристигли	7,0	2,59
Хмельницька область	ДП 'Новоушицький лісгосп'	молодняки 1 класу	0,6	0,02
Хмельницька область	ДП 'Новоушицький лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	0,8	0,25

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Хмельницька область	ДП 'Проскурівський лісгосп'	пристигли	1,2	0,36
Хмельницька область	ДП 'Староконстантинівський лісгосп'	молодняки 1 класу	59,4	3,19
Хмельницька область	ДП 'Староконстантинівський лісгосп'	молодняки 2 класу	48,8	4,43
Хмельницька область	ДП 'Староконстантинівський лісгосп'	перестійні	2,8	0,89
Хмельницька область	ДП 'Староконстантинівський лісгосп'	пристигли	15,2	5,84
Хмельницька область	ДП 'Староконстантинівський лісгосп'	середньовікові	5,1	1,54
Хмельницька область	ДП 'Староконстантинівський лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	12,7	4,01
Хмельницька область	ДП 'Староконстантинівський лісгосп'	стигли	3,4	1,10
Хмельницька область	ДП 'Хмельницьке ЛМГ'	молодняки 1 класу	13,8	0,76
Хмельницька область	ДП 'Хмельницьке ЛМГ'	молодняки 2 класу	0,9	0,05
Хмельницька область	ДП 'Хмельницьке ЛМГ'	пристигли	4,5	1,74
Хмельницька область	ДП 'Хмельницьке ЛМГ'	середньовікові	0,2	0,06
Хмельницька область	ДП 'Хмельницьке ЛМГ'	середньовікові, включені до розрахунку	0,7	0,25
Хмельницька область	ДП 'Шепетівський лісгосп'	молодняки 1 класу	0,5	0,02
Хмельницька область	ДП 'Шепетівський лісгосп'	молодняки 2 класу	2,0	0,32
Хмельницька область	ДП 'Ярмолинецький лісгосп'	молодняки 1 класу	48,0	1,79
Хмельницька область	ДП 'Ярмолинецький лісгосп'	молодняки 2 класу	60,3	6,01
Хмельницька область	ДП 'Ярмолинецький лісгосп'	перестійні	97,5	41,42
Хмельницька область	ДП 'Ярмолинецький лісгосп'	пристигли	41,7	16,33
Хмельницька область	ДП 'Ярмолинецький лісгосп'	середньовікові	265,4	78,80
Хмельницька область	ДП 'Ярмолинецький лісгосп'	середньовікові, включені до розрахунку	86,6	34,07
Хмельницька область	ДП 'Ярмолинецький лісгосп'	стигли	62,1	25,43
Черкаська область	Філія 'Смілянське ЛГ' ДП 'Ліси України'	середньовікові, включені до розрахунку	0,1	0,03
Черкаська область	Філія 'Смілянське ЛГ' ДП 'Ліси України'	стигли	0,6	0,13
Черкаська область	Філія 'Уманське ЛГ' ДП 'Ліси України'	стигли	0,2	0,09
Чернівецька область	ДП "Хотинське держспеціалізаційне АПК"	молодняки 2 класу	33,9	4,94
Чернівецька область	ДП "Хотинське держспеціалізаційне АПК"	пристигли	45,0	16,16
Чернівецька область	ДП "Хотинське держспеціалізаційне АПК"	середньовікові	28,4	7,68
Чернівецька область	ДП "Хотинське держспеціалізаційне АПК"	середньовікові, включені до розрахунку	68,8	20,98
Чернівецька область	ДП "Хотинське держспеціалізаційне АПК"	стигли	9,2	2,93
Чернівецька область	ДП Герцаївське держспеціалізаційне АПК	молодняки 1 класу	66,9	1,44

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Чернівецька область	ДП Герцаївське держспецілісництво АПК	молодняки 2 класу	3,2	0,49
Чернівецька область	ДП Герцаївське держспецілісництво АПК	пристигли	104,7	27,44
Чернівецька область	ДП Герцаївське держспецілісництво АПК	середньовікові	40,3	10,43
Чернівецька область	ДП Герцаївське держспецілісництво АПК	середньовікові, включені до розрахунку	98,3	27,02
Чернівецька область	ДП Герцаївське держспецілісництво АПК	стигли	176,9	43,85
Чернівецька область	ДП Глибоцький держспецілісгосп АПК	молодняки 1 класу	243,1	4,91
Чернівецька область	ДП Глибоцький держспецілісгосп АПК	молодняки 2 класу	86,1	6,87
Чернівецька область	ДП Глибоцький держспецілісгосп АПК	пристигли	412,6	131,59
Чернівецька область	ДП Глибоцький держспецілісгосп АПК	середньовікові	50,7	11,52
Чернівецька область	ДП Глибоцький держспецілісгосп АПК	середньовікові, включені до розрахунку	188,6	57,71
Чернівецька область	ДП Глибоцький держспецілісгосп АПК	стигли	219,4	65,41
Чернівецька область	ДП Сторожинецький лісгосп	молодняки 1 класу	2340,9	61,77
Чернівецька область	ДП Сторожинецький лісгосп	молодняки 2 класу	1164,8	126,99
Чернівецька область	ДП Сторожинецький лісгосп	перестійні	92,5	28,03
Чернівецька область	ДП Сторожинецький лісгосп	пристигли	3428,4	1138,19
Чернівецька область	ДП Сторожинецький лісгосп	середньовікові	4086,5	1410,17
Чернівецька область	ДП Сторожинецький лісгосп	середньовікові, включені до розрахунку	4659,7	1546,52
Чернівецька область	ДП Сторожинецький лісгосп	стигли	2141,6	612,04
Чернівецька область	Філія "Заставнівське держспецілісництво АПК" ДП "Ліси України"	молодняки 1 класу	22,5	0,16
Чернівецька область	Філія "Заставнівське держспецілісництво АПК" ДП "Ліси України"	молодняки 2 класу	1,4	0,06
Чернівецька область	Філія "Заставнівське держспецілісництво АПК" ДП "Ліси України"	пристигли	329,1	98,45
Чернівецька область	Філія "Заставнівське держспецілісництво АПК" ДП "Ліси України"	середньовікові	17,5	3,30
Чернівецька область	Філія "Заставнівське держспецілісництво АПК" ДП "Ліси України"	середньовікові, включені до розрахунку	129,4	32,37
Чернівецька область	Філія "Заставнівське держспецілісництво АПК" ДП "Ліси України"	стигли	53,2	14,08
Чернівецька область	Філія Берегометське ЛМГ ДП Ліси України	молодняки 1 класу	1630,1	52,83
Чернівецька область	Філія Берегометське ЛМГ ДП Ліси України	молодняки 2 класу	848,7	86,65
Чернівецька область	Філія Берегометське ЛМГ ДП Ліси України	перестійні	112,8	44,33

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Чернівецька область	Філія Берегометське ЛМГ ДП Ліси України	пристигли	3803,8	1224,30
Чернівецька область	Філія Берегометське ЛМГ ДП Ліси України	середньовікові	2232,5	690,91
Чернівецька область	Філія Берегометське ЛМГ ДП Ліси України	середньовікові, включені до розрахунку	3599,9	1208,95
Чернівецька область	Філія Берегометське ЛМГ ДП Ліси України	стигли	3766,4	1125,17
Чернівецька область	Філія 'Путильське лісове господарство' ДП 'Ліси України	молодняки 1 класу	38,1	0,88
Чернівецька область	Філія 'Путильське лісове господарство' ДП 'Ліси України	молодняки 2 класу	84,3	10,53
Чернівецька область	Філія 'Путильське лісове господарство' ДП 'Ліси України	перестійні	231,6	66,08
Чернівецька область	Філія 'Путильське лісове господарство' ДП 'Ліси України	пристигли	395,6	105,64
Чернівецька область	Філія 'Путильське лісове господарство' ДП 'Ліси України	середньовікові	497,5	119,45
Чернівецька область	Філія 'Путильське лісове господарство' ДП 'Ліси України	середньовікові, включені до розрахунку	473,7	129,40
Чернівецька область	Філія 'Путильське лісове господарство' ДП 'Ліси України	стигли	645,3	205,64
Чернівецька область	Філія Сокирянське лісове господарство ДП Ліси України	молодняки 1 класу	473,4	12,88
Чернівецька область	Філія Сокирянське лісове господарство ДП Ліси України	молодняки 2 класу	347,4	30,94
Чернівецька область	Філія Сокирянське лісове господарство ДП Ліси України	перестійні	25,9	6,86
Чернівецька область	Філія Сокирянське лісове господарство ДП Ліси України	пристигли	1554,8	572,91
Чернівецька область	Філія Сокирянське лісове господарство ДП Ліси України	середньовікові	478,1	117,38
Чернівецька область	Філія Сокирянське лісове господарство ДП Ліси України	середньовікові, включені до розрахунку	576,5	184,59
Чернівецька область	Філія Сокирянське лісове господарство ДП Ліси України	стигли	878,8	305,51
Чернівецька область	Філія Чернівецьке лісове господарство ДП Ліси України	молодняки 1 класу	1714,1	41,41
Чернівецька область	Філія Чернівецьке лісове господарство ДП Ліси України	молодняки 2 класу	1028,0	94,49

Продовження додатку А

Область	Підприємство	Група віку	Площа вид. (га)	Сум. запас (тис. куб.м)
Чернівецька область	Філія Чернівецьке лісове господарство ДП Ліси України	перестійні	90,2	26,51
Чернівецька область	Філія Чернівецьке лісове господарство ДП Ліси України	пристигли	3591,4	1154,22
Чернівецька область	Філія Чернівецьке лісове господарство ДП Ліси України	середньовікові	3076,9	999,10
Чернівецька область	Філія Чернівецьке лісове господарство ДП Ліси України	середньовікові, включені до розрахунку	4515,5	1687,62
Чернівецька область	Філія Чернівецьке лісове господарство ДП Ліси України	стигли	1916,2	568,63
Всього			618968,1	203601,9