

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ФІЛОНЕНКО АРТУР МИКОЛАЙОВИЧ

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

УДК 630*4

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**“ГРИБИ-КСИЛОТРОФИ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ЛІСОВІ
НАСАДЖЕННЯ У ЗВ'ЯГЕЛЬСЬКОМУ НАДЛІСНИЦТВІ”**

(тема роботи)

205 – лісове господарство

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня **бакалавр**

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

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Швець Марина Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.б.н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2025

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: допускається до захисту

Протокол засідання кафедри _____

№ 14 від 06 червня 2025 р.

Завідувач кафедри _____

К.С-Г.Н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Сірук Юрій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

06 червня 2025 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Філоненко Артур Миколайович** захистив

(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Філоненко А. М. : “Гриби-ксилотрофи та їхній вплив на лісові насадження у Звягельському надлісництві”. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

У кваліфікаційній роботі наведено результати експериментальних досліджень видового складу та впливу на ліси грибів-ксилотрофів в умовах Звягельського надлісництва. Встановлено, що видовий склад грибів-ксилотрофів включає наступні види: *Armillaria mellea*, *Fomitopsis betulina*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Heterobasidion annosum*, *Laetiporus sulphureus*, *Phellinus igniarius*, *Phellinus pini*, *Polyporus squamosus*, *Schizophyllum commune*, *Stereum hirsutum*, *Trametes versicolor*. Констатується, що видовое різноманіття представлено 12 видами, які належать до 7 родин. Найбільш численними є родини *Fomitopsidaceae*, *Polyporaceae* та *Hymenochaetaceae*. Акцентується увага, що виявлені гриби виконують різні екологічні функції: деякі є сапротрофами, що сприяють розкладу мертвої деревини, інші – паразитами, які викликають гнилі та знижують стійкість дерев до стресових факторів. Зазначається, що хвойні дерева, зокрема *Pinus sylvestris*, уражають шість видів грибів-трутовиків, серед яких *Fomitopsis pinicola*, *Heterobasidion annosum* та *Phellinus pini* є паразитами. Листяні дерева, такі як *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Populus alba*, *Salix alba* та *Alnus glutinosa*, зазнають впливу дев'яти видів грибів, з яких п'ять сапротрофні, а чотири – паразитичні. Рекомендовано регулярне видалення хворих і пошкоджених дерев; висадження та вирощування дерев, стійких до грибів-трутовиків; змішане лісокультурне планування для зменшення монокультур.

Ключові слова : гриби-трутовики, *Fomitopsis pinicola*, *Phellinus pini*, *Ganoderma applanatum*, ліс, шкодочинність, ураження.

ANNOTATION

Filonenko A. M. : “Xylotrophic fungi and their impact on forest stands in the Zvyahelske Forestry Management Unit”. Qualification work to obtain an educational bachelor's degree in speciality 205 – forestry. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The qualification work presents the results of experimental studies of the species composition and impact on forests of xylotrophic fungi in the conditions of the Zvyahelske Forestry Management Unit. It was established that the species composition of xylotrophic fungi is the following species: *Armillaria mellea*, *Fomitopsis betulina*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Heterobasidion annosum*, *Laetiporus sulphureus*, *Phellinus igniarius*, *Phellinus pini*, *Polyporus squamosus*, *Schizophyllum commune*, *Stereum hirsutum*, *Trametes versicolor*. It is stated that the species diversity is represented by 12 species belonging to 7 families. The most numerous are the families *Fomitopsidaceae*, *Polyporaceae* and *Hymenochaetaceae*. It is emphasized that the identified fungi perform various ecological functions: some are saprotrophs that contribute to the decomposition of dead wood, others are parasites that cause rot and reduce the resistance of trees to stress factors. It is noted that conifers, in particular *Pinus sylvestris*, are affected by six species of tinder fungi, among which *Fomitopsis pinicola*, *Heterobasidion annosum* and *Phellinus pini* are parasites. Deciduous trees, such as *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Populus alba*, *Salix alba* and *Alnus glutinosa*, are affected by nine species of fungi, of which five are saprotrophic and four are parasitic. Regular removal of diseased and damaged trees; planting and growing trees resistant to tinder fungi; mixed silvicultural planning to reduce monocultures are recommended.

Key words: xylotrophic fungi, *Fomitopsis pinicola*, *Phellinus pini*, *Ganoderma applanatum*, forest, pest, damage.

ЗМІСТ

Анотація.....	3
Вступ.....	6
РОЗДІЛ I. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС СПОСОБУ ЖИТТЯ, БІОЛОГІЧНИХ І МОРФОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КСИЛОТРОФНИХ ГРИБІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ).....	9
РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ’ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ....	15
2.1. Коротка характеристика регіону дослідження.....	15
2.2. Методи досліджень.....	17
РОЗДІЛ III. НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
3.1. Перелік та характеристика виявлених видів грибів-ксилотрофів, їхні біологічні особливості.....	20
3.2. Екологічні групи грибів-ксилотрофів	22
3.3. Оцінка поширення грибів в лісових масивах та їхнього впливу на здоров’я дерев.....	25
3.4. Визначення таксономічного складу грибів-ксилотрофів у лісових екосистемах.....	27
Висновки.....	33
Список використаних джерел.....	36
Додатки.....	41

ВСТУП

Актуальність теми. Гриби-ксилотрофи, що живляться деревиною, є важливими компонентами лісових екосистем. Вони виконують роль природних деструкторів, сприяючи розкладу деревини та оновленню поживних речовин у лісі. Проте, їх вплив на лісові насадження може бути як позитивним, так і негативним. У Звягельському надлісництві виявлено зростання популяцій грибів-ксилотрофів, що може впливати на здоров'я лісових насаджень. Це дослідження є актуальним для розробки заходів з моніторингу та управління лісовими екосистемами з урахуванням грибкових інфекцій.

Мета роботи – вивчення видового складу грибів-ксилотрофів, їхніх біологічних особливостей, а також оцінка їхнього впливу на лісові насадження в Звягельському надлісництві філії «Столичний лісовий офіс».

Сформована програма робіт для виконання завдань, що були визначені для виконання кваліфікаційної роботи відповідно до теми досліджень:

1. Аналіз наукових джерел, що описують види грибів-ксилотрофів, їх роль в екосистемах та вплив на лісові насадження.
2. Вибір ділянок для досліджень у Звягельському надлісництві.
3. Збір зразків грибів-ксилотрофів на різних ділянках лісу.
4. Фіксація видового складу грибів-ксилотрофів та їхнього поширення в лісових масивах.
5. Ідентифікація зібраних зразків грибів та визначення їхніх біологічних характеристик.
6. Визначення наслідків для лісових насаджень: ослаблення дерев, зменшення росту, збільшення вразливості до інших патогенів.
7. Розробка рекомендацій щодо контролю чисельності грибів-ксилотрофів та покращення санітарного стану лісових насаджень.

Об'єкт дослідження – лісові насадження Звягельського надлісництва філії «Столичний лісовий офіс», зокрема взаємодія грибів-ксилотрофів із деревами та іншими компонентами лісової екосистеми.

Предмет дослідження – гриби-ксилотрофи та їхня взаємодія з лісовими насадженнями, включаючи їх вплив на стан дерев, розклад деревини та загальний стан екосистеми.

У дослідженні грибів-ксилотрофів у лісах Звягельського надлісництва використані такі *методи дослідження*: польові методи – збір зразків грибів та оцінка ступеня їхнього ураження дерев; лабораторні методи – ідентифікація грибів за морфологічними ознаками та аналіз розкладу деревини; статистичні методи – оцінка поширення грибів та інтенсивності їхнього впливу на лісові насадження; екологічні методи – аналіз екологічного впливу грибів на здоров'я лісових насаджень.

Публікаційна активність автора наукового дослідження:

1. Філоненко А.М. Гриби-ксилотрофи та їх вплив на лісові насадження у Звягельському надлісництві філії «Столичний лісовий офіс». *Лісівнича освіта і наука: стан, проблеми та перспективи розвитку*: матер. міжнар. наук.-практ. конф. для здобувачів освіти (м. Малин, 21 березня 2025 р.). Малин : Малинський фаховий коледж, 2025. С. 299–301.

2. **Filonenko A.M.**, Polishchuk B.V., Shvets M.V. Xylotrophic fungi and their impact on forest plantings in Zhytomyrshky. *Природно-ресурсний комплекс Західного Полісся в контексті сталого розвитку* (матер. міжнар. наук.-практ. конф. для здобувачів освіти (м. Березне, 21 березня 2025 р.). Березне : Надслучанський інститут Національного університету водного господарства та природокористування, 2025. С. 168.

Практична значимість дипломної роботи. Практична значимість роботи полягає в розробці ефективних заходів для управління лісовими екосистемами, зокрема в оцінці впливу грибів-ксилотрофів на стан лісових насаджень. Результати дослідження можуть бути використані для створення системи моніторингу грибкових інфекцій у лісах Звягельського надлісництва, що

дозволить своєчасно виявляти проблеми та запобігати масовим ураженням дерев.

Структура і об'єм роботи. Дослідження викладене на 44 сторінках і складається з вступу, трьох розділів основної частини, а також висновків. У першому розділі розглядається теоретична частина, в другому – методи та матеріали дослідження, а в третьому – результати та їх аналіз. У кінці роботи наведені висновки, що підсумовують основні результати дослідження. Список використаних джерел включає 40 наукових праць, які охоплюють актуальні дослідження та літературу за темою.

РОЗДІЛ I

ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС СПОСОБУ ЖИТТЯ, БІОЛОГІЧНИХ І МОРФОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КСИЛОТРОФНИХ ГРИБІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

Ксилотрофні гриби (*Basidiomycota, Agaricomycetes*) – це група організмів із порівняно невеликою біологічною різноманітністю, що налічує близько 900 видів у межах Євразії та 1700 видів у Північній Америці [32]. Переважна більшість (понад 50 %) цих грибів належить до афілофороїдних гіменоміцетів, менша частка (близько 20-30 %) представлена агарикоїдними видами, а незначний відсоток (2-5 %) складають гетеробазидіоїдні гриби. Ймовірно, ксилотрофні гриби походять від примітивних, неспеціалізованих ґрунтових базидіоміцетів, що з'явилися ще в Крейдовому періоді або раніше. Філогенетичний аналіз свідчить про те, що гриби, що спричиняють білу гниль, могли виникнути приблизно 300 мільйонів років тому, наприкінці Карбону. На сьогодні це єдині відомі організми, здатні самотійно здійснювати біохімічне розщеплення лігноцелюлозного комплексу та руйнувати деревину без залучення інших розкладачів [24]. Розкладання деревини слугує альтернативним процесом фотосинтезу, в ході якого органічний вуглець з деревини окислюється до CO_2 . Оскільки ліси є найбільшими наземними резервуарами вуглецю, ксилотрофні гриби відіграють ключову роль не лише як значні глобальні емітенти вуглекислого газу, але й як споживачі кисню відповідного масштабу [28].

Ксилотрофні гриби – це унікальна жива група організмів, яка здатна до повного розкладання лігноцелюлоз, що сприяє вивільненню накопиченого в деревині вуглецю [30].

Для ксилотрофних грибів деревина служить не тільки джерелом живлення, але й середовищем існування, яке відзначається специфічними, а подекуди навіть екстремальними умовами (рис. 1.1, 1.2, 1.3). Однією з ключових її особливостей є низька газопроникність, що зумовлює унікальний

газовий режим. Якщо гіпоксія та гіперкапнія є постійними характеристиками газового режиму деревного середовища, то аноксія (повна відсутність кисню) найімовірніше є тимчасовим явищем, що виникає за певних умов, зокрема при підвищеній вологості [11, 27].

На сьогодні існує обмежена інформація щодо біології видів, які відрізняються екологічними особливостями в умовах культури, а також про потенціал різних географічних та екологічних ізолятів *in vitro* та можливості збереження генофонду рідкісних і охоронюваних видів у вигляді міцеліальних культур. Проте лише в умовах чистої культури можна детально вивчити екологічні характеристики виду та визначити параметри, оптимальні для реалізації природного потенціалу гриба [9, 35].



Рис. 1.1. Наслідки життєдіяльності грибів-ксилотрофів на деревині [34]

У останні десятиліття ксилотрофні базидіоміцети стали одними з основних об'єктів біотехнології.

Структурна основа більшості наземних рослин складається з різноманітних полімерів, серед яких основними є лігнін, геміцелюлоза та целюлоза. Ці полімери утворюють міцну і стійку структуру клітинних стінок рослин, що забезпечує їх механічну підтримку та захист від зовнішніх факторів. Лігнін, наприклад, надає жорсткість і водонепроникність, геміцелюлоза сприяє гнучкості, а целюлоза є основним компонентом, який визначає міцність і

стабільність рослинної тканини. Ці складові відіграють ключову роль у забезпеченні росту та розвитку рослин, а також в їхній здатності витримувати фізичні навантаження та вплив навколишнього середовища [16, 30].

Лігнін деревини, завдяки своїм хімічним зв'язкам і численним ароматичним залишкам, є сполукою, що демонструє високу стійкість до деградації. Ця молекула має складну структуру, що включає різноманітні фенольні групи та ароматичні кільця, які забезпечують її непроникність до багатьох розкладувальних процесів. Завдяки такій стійкості, лігнін не піддається легкому розкладу під впливом мікроорганізмів, що робить його важливим компонентом у формуванні міцної та довговічної структури деревини. Саме тому лігнін є одним із найбільш стійких органічних матеріалів в природі, що значно ускладнює його біологічне розщеплення [15, 36].



Рис. 1.2. Морфологічні особливості видового різноманіття грибів-ксилотрофів [24]

У природі процес перетворення деревини в кінцевому результаті призводить до її повного розкладу та гуміфікації. Під час цього процесу деревина поступово розкладається на простіші органічні сполуки завдяки діяльності різних розкладувальних мікроорганізмів, таких як бактерії та гриби. Цей процес включає кілька етапів, починаючи від первинного розщеплення лігноцелюлозного матеріалу до утворення гумусових речовин, що є важливою

складовою родючих ґрунтів. Гуміфікація сприяє утворенню органічної маси, яка збагачує ґрунти поживними речовинами, поліпшує їх структуру і водоутримувальні властивості. Завдяки цьому процесу, деревина в природі не лише розкладається, але й бере участь у кругообігу органічних сполук, що забезпечує стабільність екосистем [12, 28].



Рис. 1.3. Міцелій та ризоморфи дереворуйнівних грибів [36]

Гриби-ксилотрофи мають потужну позаклітинну ферментативну систему, яка дозволяє їм ефективно утилізувати важкодеградуючі полімери клітинних стінок деревини. Завдяки цій системі, яка включає різноманітні ферменти, такі як лігназ і целлюлаз, гриби здатні розщеплювати складні лігноцелюлозні з'єднання, які зазвичай важко піддаються природному розкладу. Ці ферменти руйнують лігнін, геміцелюлозу та целюлозу, дозволяючи грибам повністю розкласти деревину до простих органічних сполук. Цей процес є ключовим для екологічного кругообігу вуглецю, оскільки він не тільки сприяє переробці органічних матеріалів, але й повертає вуглець в атмосферу у вигляді вуглекислого газу, а також збагачує ґрунти поживними речовинами через гуміфікацію розкладених матеріалів [10, 25].

Гриби-трутовики мають спеціалізовані адаптації для життя в щільних порах субстратів, які, хоча й бідні на поживні речовини, містять важко засвоювані джерела вуглецю, такі як лігнін та кристалічна целюлоза. Завдяки

своїм унікальним біохімічним властивостям, ці гриби здатні використовувати ці складні та стійкі полімери як основне джерело харчування. Їхня позаклітинна ферментативна система здатна розщеплювати лігнін, що надає деревині жорсткість і водостійкість, а також кристалічну целюлозу, що є основним структурним компонентом рослинних клітин. Ці гриби можуть розвиватися в середовищах, де інші організми не здатні виживати, переробляючи ці складні матеріали, тим самим виконуючи важливу роль у біологічному кругообігу вуглецю та утилізації органічних відходів [7, 17, 32].

Деревозабарвлювальні гриби мають здатність змінювати різноманітні властивості деревини, варіюючи ступінь впливу в залежності від виду гриба та умов навколишнього середовища (рис. 1.4). Вони можуть змінювати колір деревини, що часто є результатом хімічних реакцій, які відбуваються в клітинних структурах деревини під впливом грибних ферментів. Такі гриби здатні не лише змінювати естетичні характеристики деревини, але й впливати на її механічні властивості, зокрема міцність і стійкість до вологи [20].



Рис. 1.4. *Ceratocystis piceae* – збудник синизни деревини сосни [12]

Це відбувається завдяки виділенню ферментів, які частково або повністю руйнують лігноцелюлозу, змінюючи структуру клітинних стінок і, відповідно, фізичні властивості деревини. Деякі види деревозабарвлювальних грибів також можуть підвищувати або знижувати водоутримувальні властивості деревини,

що може мати значення для її використання в різних галузях, зокрема в будівництві чи виготовленні меблів [18, 34].

Здатність грибів розкласти лігніновий компонент деревини відома вже давно і є важливим процесом у біологічному кругообігу вуглецю. Одними з найактивніших деструкторів лігніну в природі є гриби, що викликають білу гниль. Ці гриби володіють особливою ферментативною системою, здатною ефективно розщеплювати лігнін, який є складним і стійким до розкладу полімером, що надає деревині жорсткість та водостійкість. Вони використовують специфічні ферменти, такі як лігнази, які розривають зв'язки в структурі лігніну, що дозволяє їм отримувати необхідні поживні речовини з деревини, при цьому руйнуючи її структуру. Це не тільки дозволяє грибам отримувати енергію, але й сприяє утворенню органічних сполук, які потім можуть бути використані іншими організмами в екосистемі. Завдяки таким грибам деревина поступово розкладається і повертає вуглець у природний кругообіг [15, 26].

Гриби є основними організмами, що сприяють розкладу деревини, перетворюючи її на органічну масу, яка повертається в екосистему як частина циклу вуглецю. Гриби-ксилотрофи (деревні гриби) займають ключову роль у цьому процесі [38].

Гриби можуть викликати біологічний розклад деревини, що проявляється в утворенні тріщин, гнилі та зменшенні міцності деревини. Розрізняють білі, бурі та гнилі гриби, які розкладають деревину за різними механізмами [9, 34].

Розкладання деревини грибами часто пов'язане з ослабленням дерев, що може призводити до їхнього всихання та падіння, особливо в умовах стресу чи пошкодження. Хоча грибне розкладання деревини може бути шкідливим для лісових насаджень, це важливий процес для біорізноманіття і круговороту органічних речовин, оскільки зруйновані дерева стають джерелом поживних речовин для інших організмів.

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА, ПРОГРАМА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Коротка характеристика регіону дослідження

Звягельське над лісництво (рис. 2.1), що входить до складу філії “Столичний лісовий офіс”, розташоване на півночі Житомирщини та займає велику площу лісових угідь, яка складає 119,0 тис. га. Кліматичні умови цього регіону сприяють розвитку різноманітних типів лісових екосистем. Водночас, найбільшу поширеність мають соснові насадження, часто з домішкою берези, які складають основну частину лісового покриву. Це створює сприятливі умови для розвитку різних видів флори та фауни, характерних для цих типів лісів.



Рис. 2.1. Офіс Звягельського надлісництва філії

Соснові масиви регіону мають важливе екологічне значення, оскільки вони забезпечують стабільність лісових екосистем, сприяють збереженню біорізноманіття та виконують ряд екологічних функцій, таких як очищення повітря, водорегулювальні процеси та збереження ґрунтів. Соснові ліси з домішкою берези також мають високу продуктивність і є важливим ресурсом

для лісового господарства, забезпечуючи деревину для різних галузей. Однак, зміни кліматичних умов та антропогенний вплив можуть ставити під загрозу стабільність цих лісових насаджень, що вимагає ретельного моніторингу та управління лісовими ресурсами.

Звягельське надлісництво розташоване в зоні помірного континентального клімату, де чітко виражені всі чотири пори року, що визначає специфіку кліматичних умов і впливає на розвиток лісових екосистем. Такий клімат характеризується значними коливаннями температур протягом року, що створює умови для формування різноманітних типів лісів, а також впливає на процеси росту рослинності та життєдіяльність тварин.

Середня річна температура та рівень опадів у цьому регіоні сприяють успішному росту як хвойних, так і листяних дерев. Помірно континентальний клімат з холодною зимою і теплим літом створює оптимальні умови для розвитку таких хвойних порід, як сосна, яка добре адаптується до місцевих умов. Такі кліматичні характеристики також дозволяють листяним деревам, зокрема березі, дубу та інших місцевих видах, ефективно розвиватися, забезпечуючи біорізноманіття та сприяючи збереженню екологічної рівноваги в лісових екосистемах.

Головною метою діяльності Звягельського надлісництва філії «Столичний лісовий офіс» є забезпечення сталого управління лісовими ресурсами, охорона та відтворення лісів, підтримка екологічної рівноваги та біорізноманіття, а також ефективне використання лісових ресурсів для задоволення економічних, екологічних та соціальних потреб суспільства. Це включає проведення лісових господарських робіт, моніторинг стану лісових насаджень, боротьбу зі шкідниками та хворобами, а також впровадження заходів з охорони природи та збереження лісів для майбутніх поколінь.

Діяльність надлісництва також спрямована на покращення санітарного стану лісів, забезпечення їхньої стійкості до кліматичних змін, шкідників і хвороб. Крім того, важливою частиною роботи є розвиток лісових культур, забезпечення відновлення лісових масивів та збільшення лісистості території.

2.2. Методи дослідження

Методи дослідження видового складу, поширення та оцінки шкідливого впливу грибів-ксилотрофів на лісові дерева включають кілька етапів:

1. Визначення місць зростання грибів-ксилотрофів на деревах (здебільшого на мертвих або пошкоджених ділянках деревини) шляхом огляду лісових масивів, пошуку характерних симптомів на стовбурах дерев (розм'якшення, зміни кольору кори та деревини).

2. Ідентифікація. Для ідентифікації грибів використовуються морфологічні ознаки (форма, колір, розмір плодових тіл), а також молекулярно-генетичні методи (ПЛР-аналіси для точнішої ідентифікації, особливо для складних видів).

3. Облік поширення грибів-ксилотрофів. Оцінка відсотка дерев, уражених грибами, з фіксацією даних на різних ділянках лісу (по типах насаджень, вікових групах дерев). Визначення частоти виявлення грибів на стовбурах або кореневих системах дерев.

4. Вивчення структури грибів на мікроскопічному рівні, зокрема вивчення спорових структур, гіф та інших характерних морфологічних ознак, що дозволяють точно визначити види грибів.

5. Визначення глибини проникнення грибів в деревину (ступінь розкладу деревини), а також поширення на корі та внутрішніх тканинах дерева. Це може бути зроблено шляхом огляду дерев на наявність тріщин, змін кольору, гнильних процесів і поразок на корі.

6. Використання шкал для оцінки ураження. Створення оригінальних авторських шкал для оцінки інтенсивності ураження грибами (наприклад, за відсотками уражених частин дерева), що допомагає візуально оцінити шкоду для кожного окремого дерева та для лісових масивів загалом.

7. Використання статистичних методів для вивчення закономірностей поширення грибів у різних частинах лісу (наприклад, залежність від віку дерев, типу насаджень, кліматичних умов).

8. Вивчення змін у лісовій екосистемі, які можуть бути викликані грибами-ксилотрофами, включаючи зменшення біорізноманіття, порушення взаємодії між видами та зміни в екологічних процесах (розкладання, кругообіг вуглецю, водний баланс).

Ці методи дозволяють детально дослідити види грибів-ксилотрофів, їхній вплив на лісові дерева та прогнозувати можливі екологічні наслідки їхнього поширення.

Шкала оцінки шкідливого впливу грибів-ксилотрофів на лісові дерева може включати кілька етапів для комплексного аналізу ступеня ураження та впливу на стан дерев.

Оцінка ступеня поширення грибів-ксилотрофів: 0 % – плодові тіла грибів не виявлені; 1-10 % – поодинокі випадки ураження окремих дерев грибами-ксилотрофами; 11-25 % – гриби-ксилотрофи виявлені на кількох деревах у межах однієї дослідної ділянки; 26-50 % – гриби-ксилотрофи поширені на значній частині обстежених дерев у конкретному лісовому масиві; 51-75 % – гриби-ксилотрофи виявлені на більш ніж половині дерев на досліджуваній території; 76-100 % – майже всі дерева уражені базидіомами грибів-ксилотрофів на дослідній ділянці [20].

Інтенсивність ураження: 1 бал – мінімальне ураження (пошкодження лише поверхні кори, незначні зміни в деревині); 2 бали – помірне ураження (невеликі зони гниття або розкладу деревини, кору сильно пошкоджено, але дерево ще здорове); 3 бали – сильне ураження (значні пошкодження дерева, відшаровування кори, великі зони гниття, дерева вже ослаблені); 4 бали – критичне ураження (дерево майже повністю пошкоджене, значні процеси гниття та руйнування деревини, дерево вмирає) [20].

Оцінка екологічного впливу: 1 бал – незначний вплив (вплив грибів не має суттєвого ефекту на екосистему, не знижує біорізноманіття та функціональність лісу); 2 бали – помірний вплив (локальні зміни в екосистемі, зниження здоров'я окремих дерев, незначне зменшення біорізноманіття); 3 бали – значний вплив (пошкодження дерева призводить до змін в екосистемі,

зниження популяцій тварин, порушення кругообігу поживних речовин, значне зниження продуктивності лісу); 4 бали – критичний вплив (масове ураження грибами з суттєвим руйнуванням екосистеми, велике скорочення біорізноманіття, порушення природних функцій лісу, загроза деградації території) [20].

Оцінка швидкості поширення: 1 бал – повільне поширення (поширення грибів відбувається лише в окремих випадках і на обмеженій території); 2 бали – середня швидкість поширення (гриби поширюються в межах певних ділянок, але не швидко); 3 бали – висока швидкість поширення (гриби швидко поширюються і уражають більші площі лісу); 4 бали – дуже швидке поширення (гриби активно поширюються на великі території за короткий період часу, що призводить до серйозних пошкоджень лісових масивів) [20].

Прогнозовані екологічні наслідки: 1 бал – незначні наслідки (екосистема відновлюється швидко, вплив на деревостан мінімальний); 2 бали – помірні наслідки (екосистема потребує певного часу для відновлення, можливі зміни в структурі лісу); 3 бали – серйозні наслідки (екосистема значно постраждала, можливі зміни в структурі лісу, зниження продуктивності та біорізноманіття); 4 бали – критичні наслідки (екосистема сильно деградує, лісові насадження можуть втратити свою стабільність і стійкість) [20].

Ці шкали дають можливість комплексно оцінити не тільки ступінь ураження дерев, але й прогнозувати екологічні наслідки, що дозволяє приймати своєчасні заходи для контролю та управління лісовими ресурсами.

РОЗДІЛ III

НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Перелік та характеристика виявлених видів грибів-ксилотрофів, їхні біологічні особливості

Дослідження грибів-ксилотрофів є надзвичайно актуальним, оскільки вони відіграють подвійну роль у лісових екосистемах: з одного боку, вони сприяють природному розкладу деревини, а з іншого – можуть бути серйозними патогенами, що знищують здорові дерева.

Ліси Полісся характеризується змішаними лісами, де переважають сосна, береза, дуб, які є основними об'єктами ураження дереворуйнівними грибами. Підвищення показників середньої температури та зміна рівня ґрунтових вод сприяють поширенню патогенних грибів, у т.ч. ксилотрофних паразитів, та збільшенню їхньої потенційної агресивності. Стресові фактори (засухи, забруднення) послаблюють дерева, роблячи їх більш вразливими до грибкових інфекцій. При цьому, деякі дереворуйнівні гриби мають важливе медичне та біотехнологічне значення. Зокрема, *Fomitopsis betulina* використовується в народній медицині через антибактеріальні властивості, а *Trametes versicolor* досліджується для створення імуностимуляторів та ліків проти раку. Також деякі гриби-ксилотрофи можуть бути використані для біоремедіації – очищення довкілля від забруднень. Тому вивчення грибів допомагає зрозуміти процеси руйнування деревини та екологічні взаємодії у лісах.

Ліси Звягельського надлісництва зазнають значного впливу дереворуйнівних грибів, особливо березові та соснові насадження. Видове різноманіття грибів-ксилотрофів представлене 12 видами, що належать до 7 родин. Найбільш численні родини: *Fomitopsidaceae* (3 види) – об'єднує трутовики, що вражають як хвойні, так і листяні види дерев; *Polyporaceae* (2 види) – представлена сапротрофами, що заселяють мертву деревину та

Hymenochaetaceae (2 види) – включає трутовики-паразити, що викликають білу гниль (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Видовий склад гриби-ксилотрофів лісових насаджень Звягельського надлісництва

№	Вид гриба	Рослина-живитель	Колір гниття	Екологічна роль	Частота зустрічності
1	<i>Fomitopsis pinicola</i> (Трутовик облямований)	Сосна звичайна	Буре	Паразит, сапротроф	Часто
2	<i>Trametes versicolor</i> (Трутовик різнокольоровий)	Листяні види	Біле	Сапротроф	Дуже часто
3	<i>Armillaria mellea</i> (Опеньок осінній)	Різні види	Біле	Паразит, сапротроф	Помірно
4	<i>Phellinus igniarius</i> (Трутовик несправжній)	Береза, вільха, дуб	Біле	Паразит	Часто
5	<i>Laetiporus sulphureus</i> (Трутовик сірчано-жовтий)	Дуб, тополя, верба	Буре	Паразит, сапротроф	Часто
6	<i>Ganoderma applanatum</i> (Трутовик плоский)	Листяні види	Біле	Сапротроф	Помірно
7	<i>Heterobasidion annosum</i> (Коренева губка)	Сосна звичайна	Біле	Паразит	Часто
8	<i>Schizophyllum commune</i> (Розщепка звичайна)	Листяні (береза, осика)	Біле	Сапротроф	Дуже часто
9	<i>Stereum hirsutum</i> (Стереум жорстково волосистий)	Листяні (дуб, граб)	Біле	Сапротроф	Часто
10	<i>Polyporus squamosus</i> (Трутовик лускатий)	Листяні (верба, тополя)	Біле	Сапротроф	Помірно
11	<i>Phellinus pini</i> (Соснова губка)	Сосна звичайна	Біле	Паразит	Помірно
12	<i>Fomitopsis betulina</i> (Березова губка)	Береза повисла	Біле	Сапротроф	Дуже часто

Рослинами-живителями для грибів-ксилотрофів можуть виступати як хвойні, так і листяні види дерев, а також рослинні рештки. В умовах дослідного надлісництва хвойні породи (зокрема, сосна звичайна) уражаються 6 видами грибів-трутовиків, з яких три види є паразитами – *Heterobasidion annosum*, *Phellinus pini*, *Fomitopsis pinicola*. Листяні види (дуб звичайний, береза повисла, осика, тополя, верба біла, вільха чорна) уражаються дев'ятьма видами, серед яких п'ять сапротрофів та чотири паразити. Береза повисла є місцеоселенням чотирьох видів грибів-ксилотрофів (*Fomitopsis betulina*, *Phellinus igniarius*, *Schizophyllum commune*, *Trametes versicolor*), тоді як на сосні переважно оселяються три види (*Fomitopsis pinicola*, *Phellinus pini*, *Heterobasidion annosum*).

Гриби-ксилотрофи є причиною гниття деревини, оскільки вони руйнують її основні структурні компоненти – целюлозу, геміцелюлозу та лігнін. Білий тип гниття притаманний дев'яти видам (75,0 %) виявлених нами у лісах Звягельського надлісництва грибів (зокрема, *Trametes versicolor*, *Ganoderma applanatum*, *Phellinus igniarius*). Гриби, що викликають біле гниття, здатні розкласти лігнін – тверду і стійку частину деревини, а також частково целюлозу. Це призводить до зменшення міцності деревини, але вона залишається волокнистою та світлою. Бурий тип гниття (руйнування целюлози, залишаючи лігнін) притаманний трьом видам (25,0 %). В цьому випадку гриби руйнують целюлозу та геміцелюлозу, залишаючи лігнін недоторканим. Деревина стає крихкою, ламкою, тріскається на кубічні фрагменти.

3.2. Екологічні групи грибів-ксилотрофів

Гриби-ксилотрофи можна розділити на декілька екологічних груп, в залежності від їх трофічної спеціалізації та ролі в екосистемах. Трутовики, які вражають дерева, виконують важливу функцію в екологічному циклі розкладу органічної речовини, і кожна група має свої особливості та вплив на навколишнє середовище. Гриби-паразити живають на живих деревах,

спричиняючи їх погіршення стану або загибель. Вони використовують дерево як джерело харчування, часто вражаючи внутрішні тканини дерева (кору, серцевину), що може призвести до його поступового висихання та загибелі. У лісах Звягельського надлісництва виявлено шість видів грибів-паразитів, що склало 50,0 % від загальної кількості облікованих видів (рис. 3.1, 3.2, 3.3).

Гриби-сапротрофи розкладають мертву деревину та не шкодять живим деревам. Вони сприяють біологічному розкладу органічних решток, повертаючи поживні речовини в екосистему. Сапротрофи відіграють важливу роль у кругообігу вуглецю та регенерації лісу. У лісових насадженнях Звягельського надлісництва знайдено п'ять видів грибів-сапротрофів (42,0 %). Також один вид гриба-ксилотрофа *Armillaria mellea* віднесений нами до змішаного типу, тобто в залежності від фізіологічного стану рослини-живителя, умов навколишнього середовища та власних потреб можуть змінювати свої трофічні уподобання. Таким чином, ці гриби можуть виступати як сапротрофи, але в разі необхідності, коли дерево ослаблене або пошкоджене, вони можуть стати паразитами.

При фізіологічному ослабленні дерева (через механічні пошкодження, засуху, старіння, або зараження іншими хворобами), *Armillaria mellea* переходить до паразитизму. Вона може проникати в кореневу систему та тканини дерева, де починає розкладати деревину, використовуючи її як джерело живлення. В умовах підвищеної вологості та помірного тепла цей гриб може стати агресивним паразитом, пошкоджуючи основні тканини дерева і спричиняючи висихання або загибель дерева. Якщо дерево вже мертве, або пошкоджене настільки, що не може функціонувати, *Armillaria mellea* може перейти в сапротрофний режим і почати розкладати мертву деревину. Гриб активно використовує мертву деревину для росту і розвитку, перетворюючи її в органічні речовини, які потім можуть бути повернуті до ґрунту, сприяючи поживному циклу лісу. Це дозволяє йому бути важливим компонентом в екологічному розкладі та регенерації лісових екосистем.



Рис. 3.1. Трутовик несправжній та коренева губка



Рис. 3.2. Трутовик облямований та трутовик різнокольоровий



Рис. 3.3. Розщепка звичайна та трутовик сірчано-жовтий

Крім того, гриби цього виду можуть створювати симбіотичні відносини з деякими рослинами, коли дерево здатне сприяти росту грибів, що допомагають йому отримувати додаткові поживні речовини. *Armillaria mellea* є чудовим прикладом гриба, що може змінювати свій спосіб живлення в залежності від стану рослини-живителя та умов середовища, що робить його дуже небезпечним для лісових екосистем.

Симбіотичні гриби вступають в симбіотичні відносини з деревами, формуючи спільноту, де обидві сторони отримують користь. Симбіотичні гриби можуть взаємодіяти з кореневою системою дерева, покращуючи її здатність до поглинання поживних речовин або води. Такі види грибів в умовах дослідного надлісництва нами не виявлені.

Різноманітність екологічних груп грибів-трутовиків показує, наскільки ці організми важливі для екологічних процесів в лісах. Вони можуть бути як корисними сапротрофами, що сприяють регенерації лісу, так і шкідливими паразитами, що завдають шкоди деревам і лісовим насадженням. Тому важливо досліджувати їх поведінку для розробки ефективних стратегій управління лісами та збереження їх здоров'я.

3.3. Оцінка поширення грибів в лісових масивах та їхнього впливу на здоров'я дерев

Аналізуючи частоту зустрічності грибів-ксилотрофів у лісах Звягельського надлісництва встановлено, що найпоширенішим грибом є *Fomitopsis pinicola* (трутовик облямований) – 18,0 %. Це пояснюється його здатністю заражати різні види дерев, особливо ослаблені та старі. Також *Armillaria mellea* (опеньок осінній) займає значну частку (15,0 %), оскільки є агресивним паразитом, який швидко поширюється через кореневу систему дерев. Ці гриби поширені на значних територіях, мають високу адаптаційну здатність і часто вражають як здорові, так і ослаблені дерева (рис. 3.4).

Середньо поширені гриби – це *Trametes versicolor* (трутовик різнокольоровий) (12,0 %) та *Phellinus igniarius* (трутовик несправжній) (10,0 %), які часто зустрічаються на мертвій деревині, сприяючи її розкладу. *Laetiporus sulphureus* (трутовик сірчано-жовтий) (8,0 %) також має відносно високу частку через здатність вражати як живі, так і мертві дерева. Дані гриби-ксилотрофи можуть спричиняти значні пошкодження дерев, особливо на більш старих або ослаблених деревах, хоча їхня активність залежить від різноманітних екологічних умов і фізіологічного стану лісових насаджень.

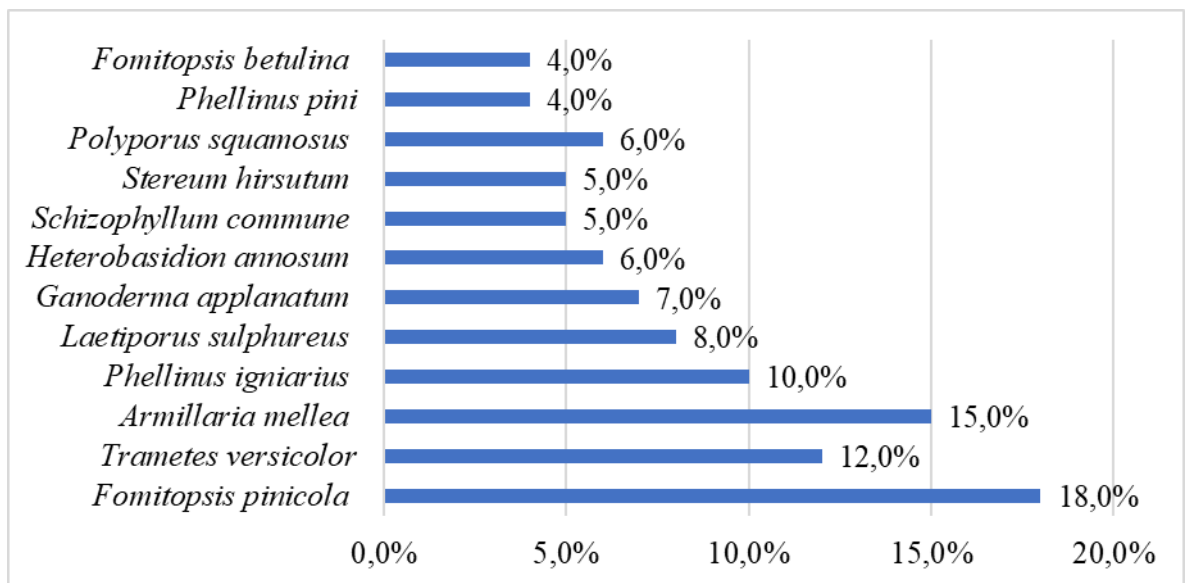


Рис. 3.4. Частота трапляння грибів-ксилотрофів у лісах Звягельського надлісництва

Серед менш поширених видів слід виокремити – *Ganoderma applanatum* (трутовик плоский), *Heterobasidion annosum* (коренева губка), *Schizophyllum commune* (розщепка звичайна), *Polyporus squamosus* (трутовик лускатий), *Stereum hirsutum* (стереум жорстковолосистий), які мають відносно низький рівень поширення (5-7,0 %). Ці гриби зазвичай ростуть на ослаблених деревах або гнилій деревині.

Найрідше нам траплялися такі гриби – *Phellinus pini* (соснова губка) та *Fomitopsis betulina* (березова губка) мають найменше поширення (по 4,0 %). Це пов'язано з їхньою спеціалізацією на певних породах дерев (сосна та береза відповідно). Ці гриби мають обмежену територіальну присутність, але їх вплив

може бути суттєвим у разі концентрації на певних ділянках, особливо при погіршенні умов для дерев.

Важливо відзначити, що частота зустрічності грибів-ксилотрофів виявляє певну залежність від типів лісових насаджень, віку дерев та їхнього стану. Найбільше ураження спостерігається серед ослаблених або старих дерев, що створює сприятливі умови для розвитку грибів. Відповідно, види, такі як *Trametes versicolor*, *Schizophyllum commune* та *Fomitopsis betulina*, що трапляються найчастіше, є індикаторами присутності дерев, які вже перебувають у стані відмирання або вимагають санітарної очистки.

Гриби, які зустрічаються часто (наприклад, *Fomitopsis pinicola* та *Heterobasidion annosum*), можуть мати як прямий, так і непрямий вплив на стійкість лісу, через свою здатність до швидкого поширення та руйнування деревини. Особливо небезпечними є види, які викликають гниття кореневої системи, що може призвести до повної загибелі дерева.

Незважаючи на помірну частоту поширення видів, таких як *Armillaria mellea* та *Phellinus pini*, ці гриби також є значними чинниками ризику для лісових насаджень, оскільки можуть вражати як ослаблені, так і здорові дерева в певних умовах, зокрема при надмірному зволоженні лісу.

3.4. Визначення таксономічного складу грибів-ксилотрофів у лісових екосистемах

Дослідження таксономічного складу грибів-ксилотрофів є надзвичайно важливим для розуміння екологічних процесів, що відбуваються в лісостанах. Оскільки ці гриби безпосередньо взаємодіють з лісовими насадженнями, їх різноманіття та роль в екосистемах потребують особливої уваги.

Вивчення таксономічного складу грибів-ксилотрофів дозволяє не тільки класифікувати їх відповідно до сучасних систематичних принципів, а й оцінити їх вплив на здоров'я лісових насаджень. Враховуючи важливість цих грибів для лісового господарства, знання їх різноманіття є основою для ефективного

моніторингу стану лісових екосистем, прогнозування ризиків поширення патогенів та розробки заходів з управління здоров'ям лісів.

Для детального аналізу систематичного положення грибів-ксилотрофів лісових насаджень Звягельського надлісництва важливо визначити їх місце в біологічній систематиці, а також вивчити їх роль у екосистемі лісу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Систематичне положення грибів-ксилотрофів лісових насаджень
Звягельського надлісництва**

Вид	Родина	Порядок	Клас	Відділ
<i>Fomitopsis pinicola</i>	Фомітопсисові (Fomitopsidaceae)	Поліпоральні (Polyporales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Trametes versicolor</i>	Поліпорові (Polyporaceae)	Поліпоральні (Polyporales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Armillaria mellea</i>	Фізілакрієві (Physalacriaceae)	Агарикальні (Agaricales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Phellinus igniarius</i>	Гіменохетові (Hymenochaetaceae)	Гіменохетальні (Hymenochaetales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Laetiporus sulphureus</i>	Фомітопсисові (Fomitopsidaceae)	Поліпоральні (Polyporales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Ganoderma applanatum</i>	Ганодермові (Ganodermataceae)	Поліпоральні (Polyporales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Heterobasidion annosum</i>	Бандарцеві (Bondarzewiaceae)	Руссуальні (Russulales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Schizophyllum commune</i>	Схізофілові (Schizophyllaceae)	Агарикальні (Agaricales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Stereum hirsutum</i>	Стереумові (Stereaceae)	Руссуальні (Russulales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Polyporus squamosus</i>	Поліпорові (Polyporaceae)	Поліпоральні (Polyporales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Phellinus pini</i>	Гіменохетові (Hymenochaetaceae)	Гіменохетальні (Hymenochaetales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)
<i>Fomitopsis betulina</i>	Фомітопсисові (Fomitopsidaceae)	Поліпоральні (Polyporales)	Агарикоміцети (Agaricomycetes)	Базидіомікота (Basidiomycota)

Всі види грибів-ксилотрофів, виявлені та ідентифіковані нами у лісах Звягельського надлісництва, належать до відділу Базидіомікота (*Basidiomycota*). Це найчисленніший відділ грибів, до якого входять види, що утворюють базидії для розмноження. Цей відділ включає багато видів, здатних до ксилотрофного (розкладання деревини) способу живлення.

Також усі гриби-ксилотрофи з цієї таблиці належать до класу Агарикоміцети (*Agaricomycetes*), який є одним з найбільших класів у відділі Базидіомікота. Вони характеризуються здатністю утворювати плодове тіло, яке може бути у вигляді шапки (як у типовому грибі) або трутовика. Деякі види цього класу мають також характерні трубчасті або пористі структури для розповсюдження спор (це характерно для багатьох ксилотрофів, таких як трутовики) (рис 3.5).

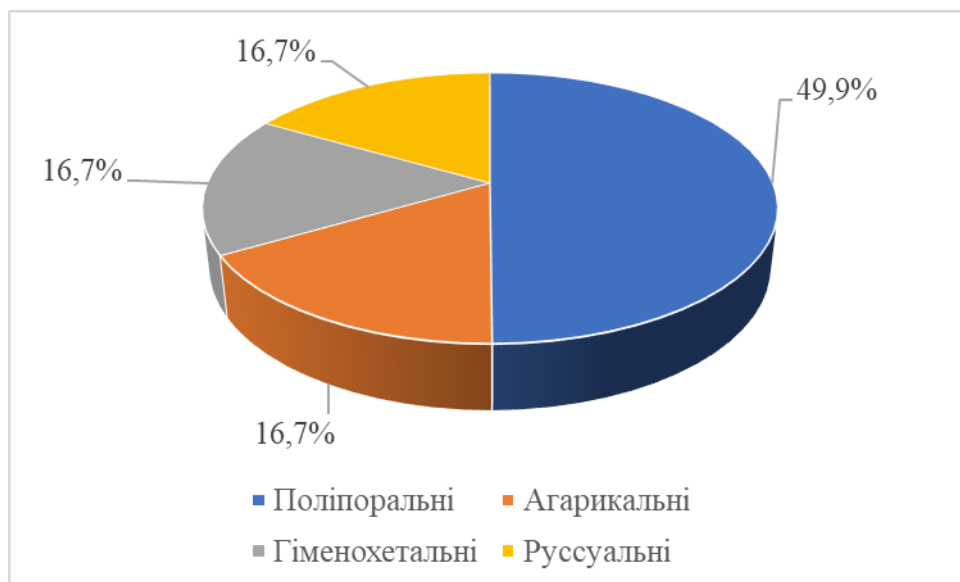


Рис. 3.5. Розподіл грибів-ксилотрофів лісових насаджень Звягельського надлісництва за порядками

Більшість грибів у таблиці належать до порядку Поліпоральні (*Polyporales*), який об'єднує трутовики та інші гриби, що утворюють трубчасті або пористі структури. Вони здатні розкладати деревину, виконуючи важливу екологічну функцію в лісових екосистемах, сприяючи її регенерації. Представники цього порядку: *Fomitopsis pinicola*, *Trametes versicolor*, *Laetiporus sulphureus*, *Ganoderma applanatum*, *Polyporus squamosus*, *Fomitopsis betulina*. Ці

гриби є важливими для процесів дефіциту деревини в лісах, розкладаючи мертву або ослаблену деревину, що також сприяє циркуляції поживних речовин в екосистемах.

До порядку Агарикальні (*Agaricales*) входять гриби, що утворюють шапки (як звичні для нас гриби), а також здатні до розкладу органічної речовини. У цій таблиці представлені такі види, як: *Armillaria mellea* (паразитує на ослаблених деревах або на мертвій деревині) та *Schizophyllum commune* (характерний для розкладу деревини та важливий у системах з помірною вологістю). Ці види також беруть участь у процесах розкладу деревини і є сапротрофами або паразитами, що допомагають зберігати екологічний баланс в лісах.

Родини, до яких належать виявлені нами гриби-ксилотрофи, вказують на їх конкретну екологічну роль і таксономічні відмінності (рис. 3.6, 3.7, 3.8). Так, представники родини Фомітопсисові (*Fomitopsidaceae*) включає гриби, які є важливими сапротрофами на хвойних і листяних деревах. Гриби цієї родини мають пористу або трубчасту структуру для поширення спор. Гриби родини Поліпорові (*Polyporaceae*) також мають пористі структури для спорового розповсюдження, активно займаються розкладом деревини. Родина Гіменохетові (*Hymenochaetaceae*) включає гриби, що здебільшого паразитують на деревині, сприяючи гниттю дерев. Ганодермові (*Ganodermataceae*) відомі за їх паразитичні властивості на живих деревах і здатність до розкладу мертвої деревини. Схізофілові (*Schizophyllaceae*) здатні до розкладу мертвої деревини, активно беручи участь у біогеохімічних процесах. Стереумові (*Stereaceae*) поширені в умовах з високою вологістю, де вони активно розкладають мертву деревину. Представники родини Бандарцеві (*Bondarzewiaceae*) відомі своїми гнильними властивостями щодо хвойних дерев.

З огляду на систематичне положення грибів-ксилотрофів, зазначених у таблиці, можна виділити кілька важливих аспектів. Гриби, представлені в таблиці, є важливими дефіцитерами деревини, беручи участь у регенерації лісів і відновленні поживних речовин у ґрунті.



Рис. 3.6. Трутовик плоский та стереум жорстковолосистий



Рис. 3.7. Трутовик лускатий та соснова губка



Рис. 3.8. Опеньок осінній та березова губка

Вони розкладають мертву деревину, що збагачує ґрунт органічними речовинами. Більшість видів займаються сапротрофною діяльністю, перетворюючи мертву деревину на доступні поживні речовини для інших організмів. Вони також виконують функцію переробки деревини, що необхідна для збереження лісових екосистем.

Гриби-ксилотрофи є важливими учасниками екологічного кругообігу, допомагаючи зберігати баланс у лісових екосистемах. Їхні основні функції: декомпозиція та мінералізація деревини, покращення структури ґрунту та підтримка біорізноманіття. Гриби-ксилотрофи активно розкладають деревину, збагачуючи ґрунт органічними сполуками та мікроелементами. Розкладена деревина утворює перегній, що сприяє утворенню родючого ґрунту для нових рослин. Гриби створюють середовище для багатьох інших організмів, таких як комахи, птахи, ссавці, що використовують трухляві дерева як сховища.

Гриби-ксилотрофи лісових насаджень Звягельського надлісництва належать до систематичних груп, що включають родини Поліпоральні, Агарикальні, Гіменохетальні та Руссуальні. Вони виконують важливі екологічні функції, такі як розкладання деревини, відновлення поживних речовин в екосистемах та підтримка біорізноманіття. Їхнє систематичне положення показує їх важливість для лісового середовища та потребу в ретельному моніторингу їхньої діяльності для збереження лісових екосистем.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Різноманіття грибів-ксилотрофів, виявлених у лісах Звягельського надлісництва, охоплює 12 видів, що належать до 7 різних родин. Це свідчить про високу екологічну роль цих організмів у процесах розкладу деревини та формуванні лісових екосистем. Найбільш представницькими серед них є родини *Fomitopsidaceae*, *Polyporaceae* та *Hymenochaetaceae*, що об'єднують найбільшу кількість виявлених видів.

Зокрема, родина *Fomitopsidaceae* включає три види грибів, серед яких *Fomitopsis betulina*, *Fomitopsis pinicola* та *Laetiporus sulphureus*. Ці гриби відомі своєю здатністю розкладати як мертву, так і живу деревину, спричиняючи гнилі, що можуть значно послаблювати життєздатність деревних насаджень. До родини *Polyporaceae* належать два поширені представники – *Trametes versicolor* та *Polyporus squamosus*. Вони виконують важливу функцію у природних екосистемах, сприяючи розкладу органічних решток та поверненню поживних речовин у ґрунт. Родина *Hymenochaetaceae* також представлена двома видами – *Phellinus pini* та *Phellinus igniarius*, які є типовими патогенами деревних порід, що викликають небезпечні ураження стовбурів і сприяють розвитку внутрішнього гниття. Окрім цих найбільш численних родин, у складі ксилотрофної мікобіоти Звягельського надлісництва представлені й інші родини, що мають меншу кількість видів, але відіграють важливу роль у формуванні екологічної рівноваги лісових екосистем.

Аналізуючи трофічну спеціалізацію грибів-ксилотрофів лісів Звягельського надлісництва, було виявлено чітке розподілення видів на кілька груп залежно від їх взаємодії з деревами та їх живильними ресурсами. Зокрема, найбільшу частку складають гриби-паразити, які займають 50,0 % від загальної кількості досліджених видів. Ці гриби активно пошкоджують живі дерева, вражаючи їх деревину, що призводить до ослаблення дерев і може спричиняти їх загибель. До цієї групи належать види, що паразитують на різних породах дерев, викликаючи різноманітні захворювання.

На другому місці знаходяться гриби-сапротрофи, що складають 42,0 % від загального числа видів. Вони розкладають відмерлу деревину та інші органічні рештки, що є важливим етапом у кругообігу речовин у лісових екосистемах. Ці гриби сприяють очищенню лісу від мертвого органічного матеріалу, що забезпечує поповнення ґрунту поживними елементами.

Мінімальну частку займають гриби-симбіонти, яких виявлено лише 8,0 %. Ці гриби мають взаємовигідні зв'язки з деревами, забезпечуючи їх додатковими поживними речовинами та сприяючи зміцненню кореневої системи через обмін корисними мікроелементами. Вони забезпечують симбіотичну взаємодію, що допомагає деревам виживати в умовах стресу та покращує їх загальну стійкість до різних шкідливих факторів.

У обстежуваних лісах Звягельського надлісництва хвойні деревні види, зокрема *Pinus sylvestris*, зазнають ураження від шести видів грибів-трутовиків, серед яких три види є типовими паразитами – *Fomitopsis pinicola*, *Heterobasidion annosum* та *Phellinus pini*, які активно уражають живі дерева.

Листяні деревні види, такі як *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Populus alba*, *Salix alba* та *Alnus glutinosa*, піддаються ураженню дев'ятьма видами грибів, серед яких п'ять є сапротрофами, а чотири – паразитичними.

Береза повисла служить місцем проживання для чотирьох видів грибів-ксилотрофів, серед яких *Schizophyllum commune*, *Fomitopsis betulina*, *Trametes versicolor* та *Phellinus igniarius*. Ці гриби пошкоджують деревину берези, сприяючи її розкладу та змінюючи фізичні властивості деревини. Особливістю берези є те, що вона є господарем кількох видів грибів, що мають різні способи взаємодії з деревом, від сапротрофного розкладу до паразитичної атаки.

У свою чергу, сосна є середовищем для трьох видів грибів, що пошкоджують її деревину, зокрема *Phellinus pini*, *Fomitopsis pinicola* та *Heterobasidion annosum*. Ці гриби здебільшого паразитують на деревині сосни, викликаючи гниття та ослаблення дерев. Паразитичні гриби, як *Heterobasidion*

annosum, можуть поширюватися через кореневі системи, що ще більше збільшує їх вплив на здоров'я дерев.

Проводячи аналіз частоти зустрічності грибів-ксилотрофів у лісах Звягельського надлісництва, було виявлено, що найбільшу загрозу для дерев у лісах Звягельського надлісництва становлять трутовик облямований та опеньок осінній через їхню агресивність і здатність руйнувати деревину. Велика кількість сапротрофних грибів (трутовик різнобарвний, трутовик плоский тощо) свідчить про активний процес розкладу мертвої деревини та підтримання природного кругообігу речовин у лісі. Порівняно невелика частка вузькоспеціалізованих грибів (соснова і березова губка) вказує на меншу вразливість певних деревних порід у даному регіоні.

Armillaria mellea є одним із найбільш шкідливих паразитичних видів, що вражають кореневу систему дерев, часто призводячи до їх загибелі. *Ganoderma applanatum* – це гриб, який в основному паразитує на деревині мертвих або ослаблених дерев, спричиняючи їхній розпад. Хоча цей вид не є настільки агресивним, як деякі інші паразити, він все ж може завдати шкоди великим деревам, поступово руйнуючи їх структуру. *Phellinus pini* часто вражає хвойні породи, особливо сосну, викликаючи гниття деревини. Це ще один паразитичний гриб, здатний значно ослабити дерева та сприяти їх загибелі, якщо не вжити вчасно заходів боротьби. Загалом, хоча ці види зустрічаються не так часто, їхній паразитичний вплив на лісові екосистеми може бути досить серйозним, оскільки вони пошкоджують структуру деревини та ослаблюють дерева, що підвищує їхню вразливість до інших шкідників та хвороб.

Цей аналіз дозволяє зробити висновок, що для ефективного контролю за станом лісових масивів необхідно регулярно моніторити поширення грибів-ксилотрофів і впроваджувати превентивні заходи. Особливу увагу слід приділяти старим і ослабленим деревам, а також виділеним ділянкам з високою концентрацією шкідливих грибів. Це дозволить не тільки зберегти здоров'я лісових насаджень, а й покращити загальний санітарний стан лісів Звягельського надлісництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Базюк-Дубей, І. В. (2012). Агарикоїдні гриби Українського Розточчя. *Науковий вісник НЛТУ України*, 22(11), 43-46.
2. Бандура, І. І., Кулик, А. С., & Коляденко, В. В. (2020). Ксилотрофні гриби як джерело біоактивних речовин для функціонального харчування. *Випуск 20, том 2*.
3. Бублик, Я. (2016). Ксилотрофні дискомицети лісових екосистем нац. природного парку Сколівські Бескиди. *Вісник ЛУ. Серія біологічна*, (71), 117-125.
4. Бублик, Я. Ю., & Климишин, О. С. (2016). Ксилотрофні анаморфні гриби НПП «Сколівські Бескиди». *In regional aspects of floristic and faunistic research*. Рр. 104-105.
5. Гелюта, В. П., & Аніщенко, І. М. (2021). Борошнисторосяні гриби Західного Полісся України. *Український ботан. журнал*, 78(6), 381-398.
6. Громакова, А. Б. (2014). Нові та рідкісні для Лівобережної України лишайники та ліхенофільні гриби з басейну річки Сіверський Донець. *CHORNOMORSKI BOTANICAL JOURNAL*, 10(4), 506-514.
7. Камінський, В., Редько, В., Таргоня, В., & Теслюк, В. (2016). Біотехнологічні основи виробництва хітинових похідних і глюканів із плодових тіл грибів. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*, (20), 423-429.
8. Копилов, Є. П. (2012). Ґрунтові гриби як біотичний чинник впливу на рослини. *Сільськогосподарська мікробіологія*, (15-16), 7-28.
9. Коритнянська, В. Г., Попова, О. М., & Товстуха, Н. І. (2014). Облігатнопаразитні фітотрофні гриби узбережжя Тилігульського лиману. *Чорноморський ботанічний журнал*, (10, №. 1), 61-74.
10. Коритнянська, В. Г., Товстуха, Н. І., & Попова, О. М. (2012). Облігатнопаразитні фітотрофні гриби деяких парків та скверів міста Одеси. *CHORNOMORSKI BOTANICAL JOURNAL*, 8(4), 446-458.

11. Корольова, О. В. (2014). Локулоаскоміцети та анаморфні гриби материкових ділянок Чорноморського біосферного заповідника. *Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки*, (36), 52-58.
12. Криницька, О. Г., Яхницький, В. Й., & Крамарець, В. О. (2021). Ксилотрофні макроміцети мішаних хвойно-листяних лісостанів Львівського Розточчя. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(4), 76-81.
13. Литвиненко, Ю. І. (2022). Копрофільні перитеціоїдні сумчасті гриби Гетьманського національного природного парку. *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»*, (24), 41-50.
14. Ломберг, М. Л., Красінко, В. О., Мірошніченко, М. С., & Талько, О. В. (2016). Гриби роду *Hericium* як перспективні біологічні агенти природоохоронних біотехнологій. Матеріали І Міжнародної науково-практичної інтернетконференції «*Біотехнологія: досвід, традиції та інновації*» (14-15 грудня 2016, Київ), 267-273.
15. Майборода, В. А. (2016). Створення збалансованих лісових екосистем шляхом впровадження чистих та змішаних насаджень дуба червоного. *Збалансоване природокористування*, (1), 30-36.
16. Макаренко, Я. М. (2019). Гриби порядків Agaricales, Boletales і Russulales басейну річки Псел. *Український ботанічний журнал*, (76, № 3), 211-219.
17. Маланюк, В. Б. (2012). Гриби ЧКУ в об'єктах ПЗФ Карпатського регіону. *Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*, (171 (1)), 124-127.
18. Муленко, М. А., Карпенко, Г. О., & Головаха, Р. В. Макроміцети острова Хортиця. *Природа острова Хортиця. Колективна монографія/Охріменко СГ, Шелегеда ОР*, 92.
19. Павлюк, Н. І., & Пірогов, М. В. (2018). Фітопатогенні гриби Українського Розточчя (збори весняного періоду 2016–2017 років). *Наукові записки Державного природознавчого музею*, (34), 125-134.

20. Патогенні гриби : методичні вказівки / упорядники: В. В. Мінухін, Т. М. Замазій, Н. І. Коваленко. Харків : ХНМУ, 2016. 76 с.
21. Плужник, А., & Джаган, В. (2021). Весняні сумчасті гриби (ascomycota) урочища "Холодний яр". *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv/Vestnik Kievskogo Nacionalnogo Universiteta Imeni Tarasa Sevcenko*, 85(2).
22. Поліщук, З. В. (2017). Поширення та структура дереворуйнівних грибів у рекреагенно трансформованих судібровах Київського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*, 27(6), 42-46.
23. Решетило, Л. І. (2020). Мікробіологічна безпека харчових продуктів: плісеневі гриби та ризики отруєння їх токсинами. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*, (24), 58-65.
24. Решетник, К. С., & Юськов, Д. С. (2019). Вплив складу субстрату на ростові параметри грибів роду *Pleurotus* при твердофазному культивуванні. *Збірники наукових праць професорсько-викладацького складу ДонНУ імені Василя Стуса.*, 57-59.
25. Решетник, Л. Л. (2015). Поширеність дереворуйнівних грибів у листяних насадженнях (на прикладі Вовківського лісництва ДП Борщівське лісове господарство. *Лісове і садово-паркове господарство*, (8).
26. Сухомлин, М., & Джаган, В. (2019). Мікроскопічні гриби як об'єкт багатовекторних досліджень (до 60-річчя Кондратюк Тетяни Олексіївни). *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Біологія*, (3), 6-7.
27. Теслюк, В. В., & Шведик, М. С. (2015). Техніко-технологічні передумови створення біотехнології виробництва мікобіопрепаратів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*, (226), 380-386.
28. Тихоненко, Ю. Я., & Гелюта, В. П. (2014). Іржасті гриби Національного природного парку Гуцульщина. *Український ботанічний журнал*, (71, № 4), 489-495.

29. Цапко, Ю. В., Горбачова, О. Ю., & Мазурчук, С. М. (2021). Встановлення закономірностей впливу полімерної оболонки на біоруйнування деревини. *Scientific Journal Ukrainian Journal of Forest & Wood Science*, 12(4).
30. Чернявський, М. В., & Гребеняк, Г. В. Роль грибів у розкладі деревини в букових пралісах НПП «Зачарований край». *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень*, 242.
31. Шевченко, М. (2017). Афільороїдні гриби Ічнянського національного природного парку (Україна). *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Біологічні науки*, (13), 51-57.
32. Brischke, C., von Boch-Galhau, N., (2022). Impact of different sterilization techniques and mass loss measurements on the durability of wood against wood-destroying fungi. *Europ. Journ. of Wood and Wood Products*, 80(1), 35-44.
33. Chauvin-Payan, C. (2024). Wild mushrooms. Uses, consumption and popular beliefs from Europe to Eastern Siberia. *Revue d'ethnoécologie*, (25).
34. Haas, D., Mayrhofer, H., Habib, J., (2019). Distribution of building-associated wood-destroying fungi in the federal state of Styria, Austria. *Europ. Jour. of Wood and Wood Products*, 77, 527-537.
35. Kalitukha, L., & Sari, M. (2019). Fascinating vital mushrooms. Tinder fungus (*Fomes fomentarius* (L.) Fr.) as a dietary supplement. *Int. J. Res. Stud. Sci. Eng. Technol*, 6, 1-9.
36. Prysedskyi, Y., Reshetnyk, K., Sytnyk, Y., & Yuskov, D. Видове різноманіття та особливості поширення дереворуйнівних грибів Немирівського району. *Наукові доповіді НУБіП України*, (2 (84)).
37. Storozhenko, V. G. (2015). Strategy of wood-destroying fungi behavior related to dynamics of forest biogeocenoses. *Contemporary Problems of Ecology*, 8(7), 879-884.
38. Velyhodska, A. K., & Tretiakova, D. M. (2017). Біоутилізація лігноцелюлозних відходів олійної промисловості за допомогою штамів

їстівного гриба роду *Pleurotus*. *Екологія Донбасу: уроки історії та виклики сьогодення*, 14-16.

39. Wang, Y., Zhang, Z., Fan, H. (2018). Wood carbonization as a protective treatment on resistance to wood destroying fungi. *Intern.l Biodeter. & Biodegradation*, 129, 42-49.

40. Wiejak, A., & Francke, B. (2021). Testing and assessing method for the resistance of wood-plastic composites to the action of destroying fungi. *Materials*, 14(3), 697.