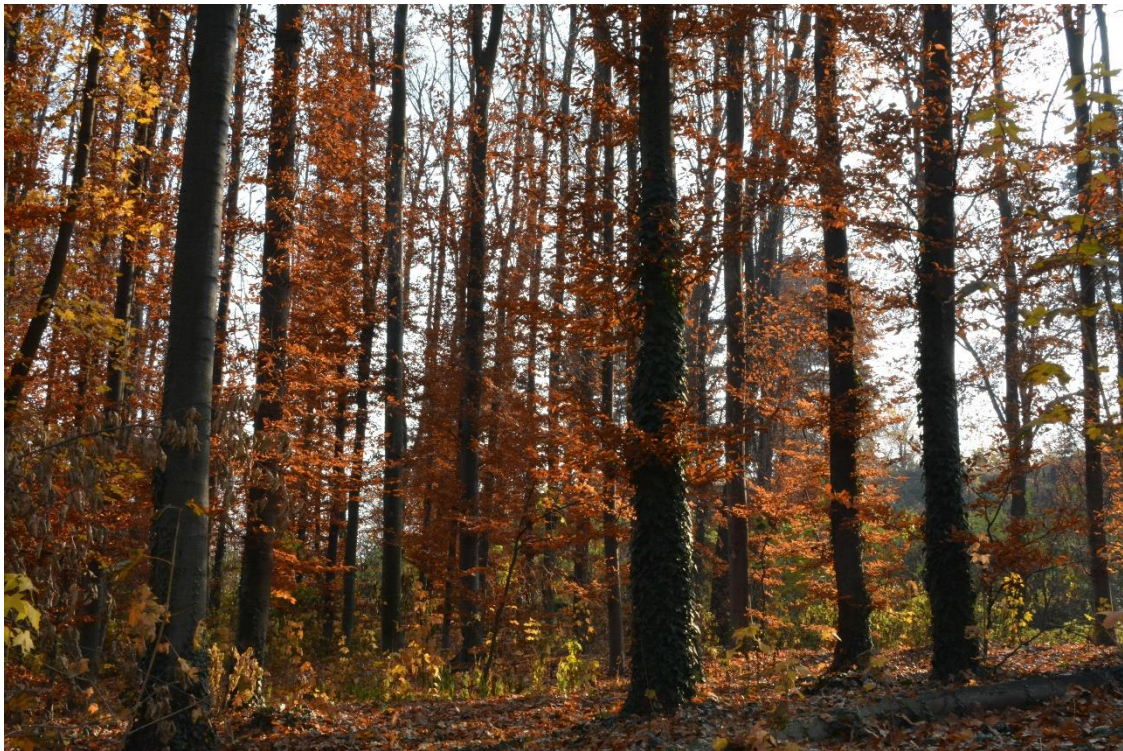


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДУ «ІНСТИТУТ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ ЕКОЛОГІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ»

О.М. Іваненко, Т.В. Шупова, Ю.Г. Березніченко

Науково-методичні рекомендації

**АФЛОФОРІДНІ ГРИБИ В СИСТЕМІ ОЦІНЮВАННЯ СТРУКТУРНО-
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ЗА УМОВ СУМАЦІЇ
ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННИХ ТА КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ**



**Київ
2021**

О.М. Іваненко, Т.В. Шупова, Ю.Г. Березніченко

АФІЛОФОРОЇДНІ ГРИБИ В СИСТЕМІ ОЦІНЮВАННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ЗА УМОВ СУМАЦІЇ ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННИХ ТА КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ. Методичні рекомендації / під заг. редакцією академіка НАН України д.б.н., проф. В.Г. Радченка. – Київ, 2021. – 25 с.

В останні роки гострої актуальності набуло питання об'єктивної оцінки кліматичних змін та ролі антропогенної діяльності у цих змінах із можливістю подальшого їх прогнозування. Нами вперше використано ксилотрофні афілофороїдні гриби як біоіндикатори стану грабових та за участю граба лісів. В якості модельної біотичної системи обрані субконтинентальні грабово-дубові ліси Національного природного парку «Голосіївський».

Мета роботи: розробка методичних рекомендацій для використання критеріїв індикації структурно-функціональних змін лісової екосистеми для виявлення відхилень від її нормального природного стану на основі популяційно-видового аналізу афілофороїдних грибів залежно від впливу біотичних та абіотичних факторів в умовах змін клімату.

У процесі виконання завдань дослідження нами проведено підбір та оцінку ксилотрофних афілофороїдних грибів, що відображують систематичне різноманіття даного типу біосистеми (фонових видів), а також зроблено оцінку співвідношення еврибіонтних та стенобіонтних організмів с точки зору запоруки цілісного функціонування екосистеми.

Окреслені індикаторні види є масовими, добре помітні, їхні плодові тіла залишаються цілісними протягом року, що спрощує їх реєстрацію під час моніторингу. Виділено 2 категорії індикаторів:

1. Характерні (фонові) види, – наявність широкого видового складу яких свідчить про нормальний розвиток лісової екосистеми, а зменшення його пропонується вважати індикацією відхилень за рахунок впливу факторів природного походження (едафічного та кліматичного);

2. Види – індикатори механічного пошкодження дерев, які можна використовувати як у діагностиці антропогенного впливу на ліс, так і в діагностиці впливу негативних кліматичних чинників залежно від місця зростання гриба та стану біотопу.

Створено фотокаталог афілофороїдних грибів-індикаторів.

Методичні рекомендації розроблено в ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України» у межах НДР «Структурно-функціональні показники змін біологічних систем, як основа ведення моніторингу» (№ держреєстрації 0117U004318; 2017-2021 рр.) Фото на обкладинці – Шупової Т.В., усі фото грибів фотокаталогу – Іваненко О.М.

Рецензенти:

Доктор біологічних наук, професор М.М. Сухомлин

Доктор біологічних наук, професор В.А. Гайченко

Затверджено до друку вченою радою ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України», протокол від «03» грудня 2021 р. № 10

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Методологічні акценти до структури об'єкту оцінювання на прикладі Національного природного парку «Голосіївський» як модельної території.....	6
2. Методологічні рекомендації до розробки інструментарію інвентаризаційного дослідження видового складу афілофороїдних грибів.....	7
2.1 Методи збору і збереження матеріалу.....	7
2.2 Методологічні підходи до визначення видів.....	8
3. Підбір показників для відслідковування кліматичних змін на дослідній території.....	9
4. Афілофороїдні гриби в оцінюванні трансформації лісових екосистем.....	10
4.1 Основні принципи та підходи до відбору видів-індикаторів.....	10
4.2 Групи видів афілофороїдних грибів для індикації стану грабових лісів.....	11
4.3 Зразок дослідження.....	12
Заключення.....	16
Список цитованих джерел.....	18
Додаток А. Видовий склад ксилотрофних афілофороїдних грибів грабових лісів заповідної зони Національного природного парку «Голосіївський».....	23
Додаток Б. Трофічні спектри індикаторних видів грибів.....	25
Додаток В. Фотокаталог «Індикаторні види афілофороїдних грибів в оцінюванні трансформації лісових екосистем».....	26

Вступ

Дослідження впливу кліматичних змін на життя організмів, які населяють Землю, – один з найважливіших сучасних напрямів роботи наукової спільноти. У 70-х рр. ХХ сторіччя на нашій планеті постало питання глобального потепління, у зв'язку з чим у 1988 р. Всесвітньою метеорологічною організацією та ООН створено спеціальну міжурядову групу експертів зі змін клімату, яка кожні 5–6 років надає доповіді стосовно можливих змін клімату та їх впливу на різні види людської діяльності. Найважливішими завданнями експертів є аналіз причин, які викликають зміни клімату, їх зв'язки з антропогенним впливом, перспективи змін клімату в напрямку потепління чи похолодання, оскільки висновки щодо необхідної діяльності людства можуть бути кардинально різними в разі, якщо потепління знаходиться у висхідній частині свого циклу чи наближається до зниження температури та глобального похолодання.

З того часу щорічно друкуються десятки наукових статей, присвячених впливу клімату на біосферу в цілому та її окремі складові. Багаторічні дослідження фенології рослин і тварин, динаміки їх чисельності, розселення в нові місця, адаптації до нових умов існування стали пріоритетними напрямками в багатьох країнах. З'ясовано, що сучасне потепління відобразилось на змінах календарних термінів циркадних циклів на більш ранні у багатьох організмів. У Північній півкулі раніше квітнуть деякі рослини, виводяться комахи, починають репродуктивний період птахи (Parmesan, 2006), змінилися дистанція та початок міграції у тварин (Hurrup, Winkel, 2006). Фенологічні зміни призвели до збільшення успішності розмноження одних організмів та до зменшення успішності інших і, відповідно, збільшенню чи зменшенню популяцій тих чи інших видів (Araujo et al., 2006; Misiuna, 2005; Соколов 2010). Так, у деяких країнах Європи чисельність популяцій птахів збільшується, але у більшості країн Південної Європи, навпаки, скорочується (Huntley et al., 2008; Masoero et al., 2016). Скорочення чисельності видів часто відбувається опосередковано, наприклад птахів – через зменшення кормової бази в регіонах гніздування або зимівлі.

Потепління в північних регіонах призвело до розселення рослин та тварин і змін ареалів у багатьох видів (McLaughlan et al., 2014; Huntley et al., 2008; Weggler, Leu, 2001). У перспективі це призведе до зміни географічних меж поширення лісів (McLachlan et al., 2005; Svenning, Sandel, 2013), зміні домінантів у основних лісоутворюючих породах, перебудові екосистем загалом (Lenihan et al., 2008; Schweiger et al., 2008; Солтані, Шильніков, 2020).

Найбільш перспективним сучасним напрямком досліджень змін клімату вважається побудова глобальної бази даних на основі методу картографування за допомогою супутникового дистанційного зондування лісової біомаси, яка є важливим індикатором у моніторингу екосистем і клімату Землі та розробки політики пом'якшення наслідків зміни клімату (Schepaschenko et al., 2019).

Антропогенний вплив змінює навколишнє середовище та через комбінацію різнонаправлених факторів діє на кліматичний стан планети.

Сучасні дослідження кліматичних змін набувають тренду до врахування ролі в цьому процесі як антропогенних, так і природних факторів. У даній галузі знань найактуальнішим є передбачення можливих станів елементів екосистеми за умов сумації впливів подальших змін клімату та антропогенних навантажень на навколишнє середовище, їх наслідків.

Одним з ефективних методів вирішення проблем оцінювання комплексних трансформацій є моніторинг із залученням біологічних об'єктів, які є чутливими індикаторами навіть незначних коливань екологічних чинників біотичних систем (Lavrov et al., 2021).

Довготривалий моніторинг за біологічними об'єктами надає не менш цінні відомості щодо багаторічних змін клімату, ніж метеорологічні спостереження. Деякі види біоти є чудовими індикаторами змін оточуючого середовища та чуттєві до кліматичних коливань. Особливо залежними від змін умов існування є ендемічні види з невеличкими ареалами, особливо у регіонах з екстремальними погодними даними, наприклад, аридних, високогірних, островних біотопах. Уразливими є також реліктові види та такі, популяції яких знаходяться у стані депресії або зменшення ареалу внаслідок втрати середовища існування під тиском антропогенних трансформацій. Стан популяцій, які населяють території на межі ареалів, де умови існування не відповідають оптимальним показникам, яких потребує вид, також є індикаторами змін середовища. Індикаторами можуть бути й широко розповсюджені, але стенотопні організми, які вимиратимуть або зменшуватимуть чисельність у разі змін умов існування (Blinkova, Shupova, 2017; 2018). Моніторинг поширення, чисельності, репродуктивних, морфологічних і фізіологічних показників популяцій зазначених представників біоти надасть змогу приймати правильні рішення задля збереження видового різноманіття, різноманіття угруповань та екосистем.

В умовах техногенного забруднення запропоновано використовувати оцінку функціонального стану гіркокаштану *Aesculus hippocastanum* L. задля індикації рівня накопичення фітотоксичних елементів (Na, Cl, Pb, Cd) у системі ґрунт—рослина як стресового фактора: за морфологічними змінами як індикаторами реакції-відповіді рослини на дію стресового рівня накопичення токсичних елементів у фітомасі дерев; рівнем пригнічення ростових процесів; пошкодженням листків фітофагами як фактора, що впливає на реакцію-відповідь рослинного організму на техногенне навантаження (Радченко та ін., 2010). Дослідження реакції *Tilia cordata* Mill. на дію природних і техногенних стресорів, зокрема накопичення забруднюючих речовин, показало необхідність використання комплексу видів-біоіндикаторів (рослини, гриби, комахи) для раннього виявлення кризового рівня антропогенного забруднення різного походження (Nebesnyu, Grodzinskaya, 2014).

Збільшення товарообігу між різними регіонами у комплексі з впливом глобального потепління призвели до розширення ареалів бджіл-теслярів (рід *Xylocopa*) із Африки на Північ (Португалія, Греція, Туреччина та ін.) та стрімкого вторгнення вихідця з Південно-Східної Азії, *Megachile sculpturalis* Smith, на європейський континент (Rasmont et al., 2017).

Біоіндикація та біомоніторинг стали перспективними методами для вивчення тиску зовнішніх факторів на екосистему та її розвиток, де одним із найдієвіших факторів є гриби (Blinkova, Ivanenko, 2014, 2016, 2018). Окрім індикації змін у навколишньому середовищі, різні таксони грибів використовуються і для демонстрації наслідків цих змін та їх прогнозування.

Гриби широко доступні завдяки різноманітним середовищам, які вони населяють, від пралісів до штучних газонів. Різні види грибів, у тому числі ті, що розвиваються на листі, формують мікоризу та лишайники, застосовуються як біоіндикатори кислотних дощів, забруднення повітря, пожеж, накопичення важких металів, радіонуклідів, евтрофікації водних екосистем та ін. (Dictionary of the fungi..., 2008; Zaghoul et al., 2020). Підземні структури вищих грибів, відомі як міцелій, забезпечують біоаккумуляцію та відкладення металів у надземній структурі гриба – плодовому тілі. Обсяги поглинання важких металів можуть відрізнятися у різних видів грибів, але загальні тенденції вказують на те, що промислові ділянки призводять до більшого накопичення металу в плодовому тілі гриба (Širić et al., 2016). Угруповання мікроміцетів (зокрема роду *Schizosaccharomyces*) також можуть використовуватися як біоіндикатори антропогенної діяльності у водних екосистемах, доведений вплив якої простежується на різноманітності та складі водної мікобіоти (Bai et al., 2018). Афілофороїдні гриби виявляють високу чутливість до змін середовища, що обумовило перспективу для їх використання в якості індикаторів порушеності природних лісів (Holec, 2008).

Для оцінки стану екосистем загалом використовують такі показники: динаміку популяцій модельних видів (варіабельність морфо-метричних параметрів особин, онтогенетичний та віталітетний аналіз), типологічну структуру, ступінь натуралізації (для чужорідних) видів, наявність видів раритетних категорій, ценотичну приуроченість, рівномірність просторового розподілу видів, екологічну структуру та індекси α -різноманіття угруповань, тощо.

На основі аналізу формалізованих показників різноманіття біоти ми пропонуємо виділити наступні критерії (етапи) екологічного моніторингу:

1. Індикація природного типу екосистеми (оцінка таксономічних та екологічних груп біоти, що відображують різноманіття найважливіших компонентів даного типу екосистеми – видів-ценозоутворювачів, домінуючих, фонових видів).

2. Індикація антропогенних змін в екосистемі (аналіз видового складу біоти, пов'язаного з механічним пошкодженням рослин, ґрунтового покриву; співвідношення еврибіонтних і стенобіонтних видів, аборигенних і чужорідних).

3. Індикація збереженості даної екосистеми (оцінка раритетної компоненти біоти – рідкісних, зникаючих видів, внесених до міжнародних та регіональних Червоних списків).

За результатами порівняльного аналізу результатів тривалого моніторингу в екосистемах високого рівня збереженості можливо виявити

трансформації видового складу біоти, чи угруповань, пов'язані зі змінами клімату за вилученням змін антропогенного генезису. Виявлення кліматичних змін, а також пояснення їх конкретними факторами, є ключовим у методології дослідження змін клімату.

У рамках виконання теми «Структурно-функціональні показники змін біологічних систем, як основа ведення моніторингу» (№ держреєстрації 0117U004318) нами вперше використано ксилотрофні афілофороїдні гриби як біоіндикатори стану грабових та за участю граба лісів.

Мета: розробка методичних рекомендацій для використання критеріїв індикації структурно-функціональних змін лісової екосистеми для виявлення відхилень від її нормального природного стану на основі популяційно-видового аналізу афілофороїдних грибів залежно від впливу біотичних та абіотичних факторів в умовах змін клімату.

В якості модельної біотичної системи для апробації поставлених завдань обрані екосистеми грабових та за участю граба лісів Національного природного парку «Голосіївський».

Об'єктом дослідження є афілофороїдні гриби-консорти деревних рослин грабових та за участю граба лісів.

Предмет дослідження – популяційно-видовий аналіз афілофороїдних грибів, як елемент системного моніторингу впливу біотичних та абіотичних факторів в умовах кліматичних змін

1. Методологічні акценти до структури об'єкту оцінювання на прикладі Національного природного парку «Голосіївський» як модельної території

Під час дослідження модельної території мають бути враховані ландшафт, частиною якого є ця територія, місце її розташування, площа, геоботанічний округ, історичні аспекти створення модельного об'єкту, які деревні породи входять до складу рослинних угруповань, які з них домінують, які види афілофороїдних грибів були виявлені на території та ін.

Так, наприклад, територія дослідження є частиною ландшафту Київського плато. Київське плато, або Київська височинна область, розташоване на півночі Правобережного Лісостепу України. Зі сходу оконтурене р. Дніпро, з півдня та південного заходу – р. Рось, із заходу – виходами Українського кристалічного щита по лінії східніше м. Фастів – м. Біла Церква – м. Рокитне – м. Корсунь-Шевченківський – по лівому березі р. Рось до р. Дніпро (Природа Украинской..., 1985). Територія Київського плато займає простір від 49°38' до 50°32' північної широти та від 30°00' до 31°58' східної довготи загальною площею близько 6000 км² (Багмет, Палієнко, 2006). За аналітичним розподілом 2003 року Київське плато належить до Північного Правобережнопридніпровського округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених лук та лучних степів (Дідух, Шеляг-Сосонко, 2003).

Національний природний парк «Голосіївський» створений відповідно до Указу Президента України № 794 від 27 серпня 2007 року у південній частині м. Києва. Указом Президента України від 01.05.2014 р. № 446/2014 територію цього парку розширено на 6462,62 га за рахунок земель комунального підприємства «Святошинське лісопаркове господарство» без вилучення у землекористувача, тому загальна площа природного парку склала 10988,14 га (<https://nppg.gov.ua>).

До його складу, у межах Київського плато, на височинній лесовій території, входять урочища Голосіївський ліс (788 га) та Теремки (90,3 га), а також парк імені Максима Рильського (127 га). У пониженнях, на невеликих струмках (Коноплянка, Голосіївський, Горіховатський), створені каскади ставків. У парку представлені великі масиви дубових лісів (560,2 га), дещо менші грабові (197,7 га), березові (60,9 га), липові (52,6 га), вербові (35,6 га) та букові (14,1 га) ліси. У деревостані Голосіївського лісу переважають граб звичайний (*Carpinus betulus* L.) і дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Місцями високою є участь кленів польового (*Acer campestre* L.) і гостролистого (*Acer platanoides* L.), липи серцелистої (*Tilia cordata* Miller.). Ліс переважно старий, в різних його частинах збереглися дуби віком понад 200 років, а інколи – більше 400 років. Парк імені Максима Рильського за лісорослинними умовами та рельєфом дуже схожий на Голосіївський ліс. Однак його територія є місцем активного відпочинку киян, тому вона значно трансформована, створено велику кількість штучних насаджень нетипового для даної місцевості флористичного складу. Урочище Теремки має рівну поверхню, без ярів та балок. Лісовий масив являє собою грабово-дубовий ліс із домішкою *Cerasus avium* (L.) Moench. та *Tilia cordata* Mill. (Протопопова та ін., 2010; Фіторізноманіття заповідників..., 2012).

Для Голосіївського лісу характерні субконтинентальні грабово-дубові ліси з різним складом домінантів деревостану [<http://nppg.gov.ua/uk/pro-park>]. На території урочища до початку наших досліджень з публікацій було відомо 33 види афілофороїдних грибів (Яворський, 1915; Гіжицька, 1929а, б). Протягом 2009–2015 рр. їх список доповнили 62 видами (Іваненко, 2011, 2020). Таким чином, різноманіття ксилотрофних афілофороїдних грибів парку «Голосіївський» сягає 95 видів.

2. Методологічні рекомендації до розробки інструментарію інвентаризаційного дослідження видового складу афілофороїдних грибів

Головними блоками роботи під час інвентаризаційного дослідження видового складу афілофороїдних грибів є якісна вибірка польового матеріалу та визначення видової приналежності виявлених ксилотрофів.

2.1 Методи збору і збереження матеріалу

Матеріалом дослідження є зібрані зразки та фотофіксації ксилотрофних афілофороїдних грибів із добре помітними плодоношеннями, які залишаються цілісними протягом року, що

спрощує їх реєстрацію під час біомоніторингу та уможливорює максимально повний набір фактичного матеріалу незалежно від часу проведення спостережень та погодних умов. Збір та гербаризацію матеріалу проводять на модельних ділянках за календарним планом робіт, за класичними методиками. Під час збору враховують:

- тип рослинного угруповання,
- вид деревної рослини,
- стан субстрату (живе дерево, відпад – вітровальні стовбури, опалі гілки),
- місце та дату збору.

Кожну знахідку фотографують у свіжому стані за допомогою фотокамери. Види, що легко ідентифікуються «*in oculo nudo*» та не потребують додаткових мікроморфологічних досліджень, зазвичай до гербарію не відбираються. За наявності занотовують колір, запах, структуру карпофорів, їх реакцію на механічне пошкодження (зміна кольору, виділення соку); відзначається також порядок розміщення плодових тіл на субстраті, перелічені ознаки занотовуються у польових щоденниках.

2.2 Методологічні підходи до визначення видів

У лабораторних умовах проводиться висушування гербарних зразків у паперових пакетах на відкритому повітрі. Отримують спорові відбитки для визначення кольору спорової маси, який бажано фіксувати відразу, оскільки з часом забарвлення спор може змінюватись (Сухомлин, Джаган, 2017). Вивчення мікроструктури плодових тіл здійснюють за допомогою світлового мікроскопа при збільшенні від $\times 200$ до $\times 1000$. Для дослідження препаратів використовують: 5% р-н гідроксиду калію (для пом'якшення тканини сухого гербарного зразка й відновлення розмірів гіф та інших мікроструктур), реактив Мельцера (для виявлення амілоїдної і декстриноїдної реакції) та метиленовий синій у 60 % молочній кислоті (для покращення візуалізації прозорих, незабарвлених структур, а також виявлення ціанофільних елементів; Cléménçon, 2009).

Визначення видової приналежності зібраних зразків проводять за профільною літературою по афілофороїдних грибах (Bernicchia, 2005; Bernicchia, Gorjón, 2010; Fungi of Temperate Europe..., 2019 та ін.). Видові назви узгоджують за міжнародною базою даних «Index Fungorum» (<http://www.indexfungorum.org>).

Обрахунок частоти трапляння видів здійснюють за шкалою Стівенсона (Мэгарран, 1992) з деякими власними модифікаціями, у зв'язку з характером вибірки грибів, у перспективі зручних як біоіндикаторів: R, *rare* – рідкісні, <0,7 % знахідок; O, *occasional* – спорадичні, 0,8–1,6 %; C, *common* – звичайні, 1,7–3,4 %; A, *abundant* – масові, >3,5 %.

Аналіз трофічної структури афілофороїдних грибів здійснюють на основі розподілу знахідок ксилотрофів на різних субстратах обстежених деревних порід. За екологічною валентністю виділяють наступні трофічні групи (Мухин, 1993):

- евритрофи I-го порядку (EI, консорти як листяних, так і хвойних дерев),

евритрофи II-го порядку на листяних (ЕПл),
евритрофи II-го порядку на хвойних деревах (ЕПх),
стенотрофи (Ст, консорти переважно одного роду деревних рослин).

Під час розподілу досліджуваної групи грибів за доступними для їх росту субстратами варто дотримуватися класифікації, адаптованої для афілофороїдних грибів (Лосицкая, 1999, Усіченко, 2010):

САПРОТРОФИ:

В – на товстій корі;

Ls – на сухостої;

Le – на деревному відпаді;

Частина видів здатна розвиватись як на сухостої, так і на його відпаді, тому ми виділили їх в окрему групу – Le-Ls.

ПАРАЗИТИ:

Pt – патогени, що розвиваються на живих деревах та їх коренях, відмирають після загибелі субстратформуючої рослини;

Ps – факультативні сапротрофи;

P – факультативні паразити.

На рівні з таксономічною приналежністю та типом субстрату, необхідного для живлення, розвиток ксилотрофних грибів обумовлюється також кількістю атмосферної вологи та ступенем зволоженості субстрату. У зв'язку з цим виділяють групи гігрофілів, мезофілів та ксерофілів (Волобуєв, 2015).

3. Підбір показників для відслідковування кліматичних змін на дослідній території

Важливим для дослідної території є визначення кліматичних змін, бажано за тривалий період. Для цього враховують, перш за все, зміни температури повітря та кількість опадів. В останнє десятиріччя серед найважливіших досліджень в області зміни клімату став аналіз масивів даних інструментальних спостережень за температурою повітря мережі гідрометеорологічних станцій. Аномальна спека, зміщення пір року, збільшення кількості опадів є найбільш характерними проявами змін клімату.

Приклад: для регіону, в якому розташована модельна територія, властивий помірно-континентальний клімат із теплим літом і м'якою зимою. У м. Києві ряд спостережень за температурою повітря триває з 1813 р. Аналіз найтривалішого ряду спостережень на об'єднаній гідрометеорологічній станції Київ показує, що, ймовірно за все, перехід від фази похолодання до фази потепління відбувся в 1945 році (Горбачова, 2016). У 2017 році в Києві було зафіксовано 24 температурні рекорди, усі в бік перевищення попередніх значень. Зима, весна та літо потеплішали на 1–2°C, осінь – на 0,6–1°C. Зими стали малосніжними. Весни гірше забезпечені опадами. Влітку опадів стало більше на початку сезону та менше – всередині. Восени опадів стало більше, особливо на початку сезону (Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища

Київської області, 2017). Середня річна температура повітря у 2017 році була на 2,3°C вище кліматичної норми (Бабіченко та ін., 2009). За результатами новітніх досліджень підтверджена тенденція до потепління за останні 150 років. Середня температура липня досягає 19,8°C, середня температура січня 5,4°C, тоді як середньорічна температура становить 7,5°C, але середньорічна кількість опадів не змінилась (Netsvetov et al., 2018).

4. Афілофороїдні гриби в оцінюванні трансформації лісових екосистем

Гриби, котрі завжди об'єднувались в один порядок *Aphyllphorales*, згідно до сучасних поглядів на місце колишніх представників цього порядку в системі грибів, виявляються віднесеними до різних класів, що відрізняються за предковими формами, шляхами еволюційного розвитку, вихідними екологічними нішами (Hibbett et al., 2007). Об'єм поняття «афілофороїдні гриби», взятий нами за основу, визначається об'ємом колишнього порядку *Aphyllphorales* (Donk, 1964), що включає різні групи грибів із нефрагментованими базидіями та не пластинчастим гіменофором. Хоча, пластинки є й у деяких афілофороїдних грибів (роди *Lenzites*, *Gloeophyllum*). На основі молекулярних досліджень останніх років до афілофороїдних включають також пластинчасті гриби родів *Lentinellus*, *Lentinus* та *Panus* (Zmitrovich, Kovalenko, 2016).

4.1 Основні принципи та підходи до відбору видів-індикаторів

Критеріями оцінки змін лісових екосистем під впливом антропогенної діяльності можуть слугувати: видове різноманіття трутових грибів, концентрація домінування в їх угрупованнях, співвідношення одновидових та багатовидових ценокомірок у структурі ксилобіоценозів. Зі збільшенням антропогенного навантаження на лісове угруповання зростає індекс синантропізації, спостерігається відхилення індексу Сімпсона від його значень, розрахованих для непорушених угруповань, зменшується частка багатовидових ценокомірок (Мухин, 1993, Медведєв, 2006).

На основі синтезу відомої інформації щодо індикаційних властивостей дереворуйнівних грибів та результатів досліджень ксиломікокомплексів у деревостанах дуба звичайного за різних лісівничо-таксаційних характеристик, рекреаційного та техногенного впливів (а саме визначення видового складу, екологічної, просторової та трофічної структури ксилотрофів) для мікоіндикації антропогенних порушень лісових екосистем використовують наступні групи макроміцетів:

- індикатори антропогенної (рекреаційної) порушеності деревостанів дуба та інших листяних лісів;
- потенційні індикатори антропогенного пошкодження хвойних лісів;

- індикатори механічного пошкодження дерев листяних порід, зрідження деревостанів, їх фрагментації, утворення галявин (Лавров та ін., 2018).

4.2 Групи видів афілофороїдних грибів для індикації стану грабових лісів

На основі аналізу отриманих даних ми окреслюємо ряд індикаторних видів ксилотрофних афілофороїдних грибів грабових та за участю граба лісів. За розрахованим коефіцієнтом Стівенсона всі вони потрапляють до категорії масових видів (Додаток А), що підсилює перспективу використання їх у якості біоіндикаторів.

1. ХАРАКТЕРНІ (ФОНОВІ) ВИДИ ДЛЯ ЛІСІВ ЗА УЧАСТЮ ГРАБА (Додаток Б, В). У природних умовах ці види є невід'ємним компонентом консортивних зв'язків і біологічного різноманіття, виконуючи важливу функцію депонування вуглецю.

***Dendrothele* spp.**

У досліджених умовах є видом-супутником живих дерев *Acer platanoides* (кора стовбура, $D_{\text{сер}}=44,2$ см) та *Quercus robur* (кора стовбура, $D_{\text{сер}}=91,7$ см).

Schizopora paradoxa

Поширена на мертвому деревному відпаді *Carpinus betulus*, гілках 1-го порядку та стовбурах невеликого діаметру ($D_{\text{сер}}=12,5$ см).

Trichaptum bifforme

У досліджених умовах приурочений виключно до повалених стовбурів *Carpinus betulus* середнього розміру ($D_{\text{сер}}=29,2$ см).

Vuilleminia comedens

Трапляється на малих гілках ($D_{\text{сер}}=4,0$ см), що всихають та падають із крон основних лісоутворюючих порід досліджених біотопів (*Quercus robur*, *Carpinus betulus* та *Tilia cordata*).

Phlebia tremellosa

Трапляється на повалених стовбурах різного діаметру (пізніх стадій деструкції) основних лісоутворюючих порід досліджених біотопів (*Quercus robur*, *Carpinus betulus* та *Tilia cordata*).

2. ІНДИКАТОРИ МЕХАНІЧНОГО ПОШКОДЖЕННЯ (Додаток Б, В). Гриби даної групи також є невід'ємним компонентом біологічного різноманіття грабових та за участю граба лісів. Ключова відмінність їх від фонових видів – різнонаправлена кореляція реакції на екологічні умови:

а) Поширені види у природних умовах демонструють лише сапротрофний спосіб живлення, у ослаблених деревостанах переходять до паразитизму, тобто є факультативними паразитами.

Fomes fomentarius

У досліджених ценозах трапляється масово виключно на мертвих субстратах, здебільшого на повалених стовбурах *Carpinus betulus* ($D_{\text{сер}}=36,7$ см).

Bjerkandera adusta

Відмічена зазвичай на повалених стовбурах *Carpinus betulus* ($D_{\text{сер}}=38,7$ см).

Schizophyllum commune

У грабових лісах – масовий вид на мертвих субстратах *Carpinus betulus* (повалені стовбури, $D_{\text{сер}}=22,5$ см; сухостій, $D_{\text{сер}}=10,5$ см) та *Tilia cordata* (повалені стовбури, $D_{\text{сер}}=42,5$ см; гілки, $D_{\text{сер}}=5,5$ см), поодинокі на *Acer platanoides* та *Quercus robur*.

Stereum hirsutum

У грабових лісах – масовий вид на мертвих субстратах *Carpinus betulus* (переважно повалені стовбури, $D_{\text{сер}}=22,7$ см), звичайний на відпад *Quercus robur* (гілки, $D_{\text{сер}}=12,0$ см) та спорадичний на *Tilia cordata*.

б) Спорадичні види в природних умовах є сапротрофами, у штучних ценозах стають масовими.

***Ganoderma* spp.** (види з багаторічними плодоношеннями)

У досліджених ценозах – звичайний вид на *Tilia cordata* (сухостійні та повалені стовбури, $D_{\text{сер}}=40,5$ см) та *Carpinus betulus* (сухостій, $D=73,0$ см).

Cerioporus squamosus

У грабових лісах трапляється зрідка, відмічений на розпиленому стовбурі *Quercus robur* ($D=55,0$ см).

Trametes versicolor

У грабових лісах також трапляється зрідка, відмічений на поваленому стовбурі *Carpinus betulus* ($D=20,0$ см).

Ці види розвиваються на деревах за умов наявності механічних пошкоджень у них: тріщин, морозобоїн, зламів, спилів, дупел тощо. Присутність таких видів на живих рослинах свідчить про несприятливі умови місцезростань.

4.3 Зразок дослідження

У попередніх дослідженнях грабових та за участю граба лісів Канівського природного заповідника та урочища "Феофанія" нами було виділено групи видів афілофороїдних грибів-індикаторів (Пашкевич та ін., 2018).

- Характерні (фонові) види: *Dendrothele acerina*, *Fomes fomentarius*, *Piptoporus betulinus*, *Stereum subtomentosum*, *Trichaptum bifforme*, *Vuilleminia comedens*.
- Індикатори механічного пошкодження: *Bjerkandera adusta*, *Ganoderma applanatum*, *Phlebia tremellosa*, *Schizophyllum commune*, *Trametes versicolor*.
- Рідкісні, включені до Червоної книги України (2009) види: *Polyporus umbellatus*.

Для підтвердження індикаторної ролі перелічених вище видів грибів нами проведено мікологічне дослідження протягом жовтня-листопада 2020 р. Як модельні, нами обрано грабові та за участю граба ліси, розташовані у

заповідній зоні урочища Голосіївський ліс Національного природного парку «Голосіївський» (Рис. 1).

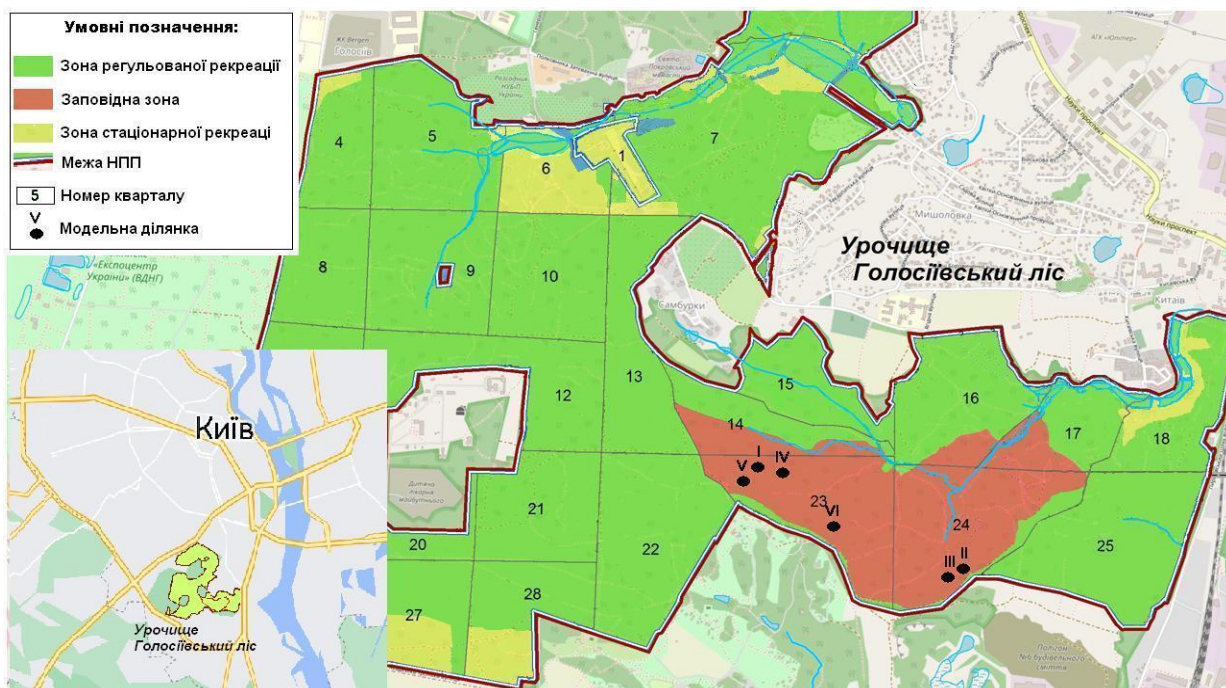


Рисунок 1 – Картосхема функціонального зонування Голосіївського лісу з модельними ділянками (I-VI) (<https://nppg.gov.ua/uk/node/58>)

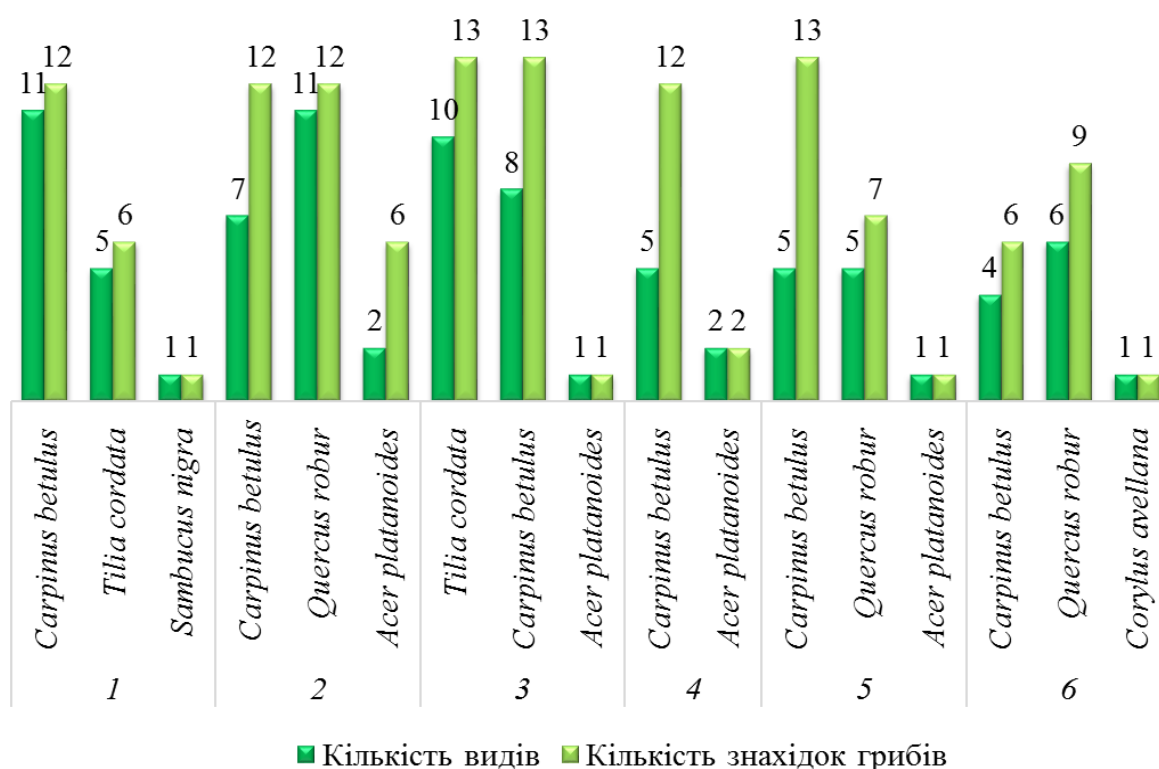


Рисунок 2 – Розподіл ксилотрофних афілофороїдних грибів за деревними рослинами на модельних ділянках (номери 1–6) Національного природного парку «Голосіївський»

Усього нами відмічено розвиток 33 видів (127 знахідок) ксилотрофних афілофороїдних грибів на шести видах дерев (див. рис. 2). Більшість видів грибів розвиваються на субстратах основних лісоутворюючих порід – *Carpinus betulus*, *Quercus robur* та *Tilia cordata*. Росту рідкісних, включених до Червоної книги України (2009) видів ксилотрофів на модельних ділянках обстежених грабових та за участю граба лісів Національного природного парку «Голосіївський», на жаль, протягом досліджуваного періоду не відмічено.

55,9 % знахідок (Е2л, 19 видів) припадає на види ксилотрофів, для росту яких придатні лише листяні дерева: *Stereum hirsutum* (22 знахідки), *Trichaptum biforme* (10), *Fomes fomentarius* (9), *Vuilleminia comedens* (6), *Hymenochaete rubiginosa* (3), *Artomyces pyxidatus*, *Cyanosporus alni*, *Ganoderma applanatum*, *Oxyporus populinus*, *Peniophora laeta*, *Stereum rugosum*, *Trametes ochracea* (по 2 кожен), *Cerionporus squamosus*, *Neofavolus alveolaris*, *Ganoderma pfeifferi*, *Trametes gibbosa* та *T. versicolor*, *Typhula fistulosa*, *Tyromyces lacteus* (поодинокі знахідки).

На субстратах широкого кола листяних та хвойних дерев росте дев'ять видів (Е1): *Schizophyllum commune* (17), *Phlebia tremellosa* (6), *Schizopora paradoxa* (5), *Coniophora puteana* (4), *Bjerkandera adusta*, *Fomitopsis pinicola* (по 3 кожен), *Phlebia radiata* (2), *Ramaria stricta*, *Xylodon sambuci* (по одній знахідці).

Стенотрофні види (Ст), облігатно пов'язані з певним родом дерев, відмічені на дубі (*Dendrothele commixta*, *Peniophora quercina* (по 3 знахідки кожен), *Stereum gausapatum* (2), одна знахідка *Fomitiporia robusta*) та клені (*Dendrothele acerina*, 5 знахідок, рис. 3).

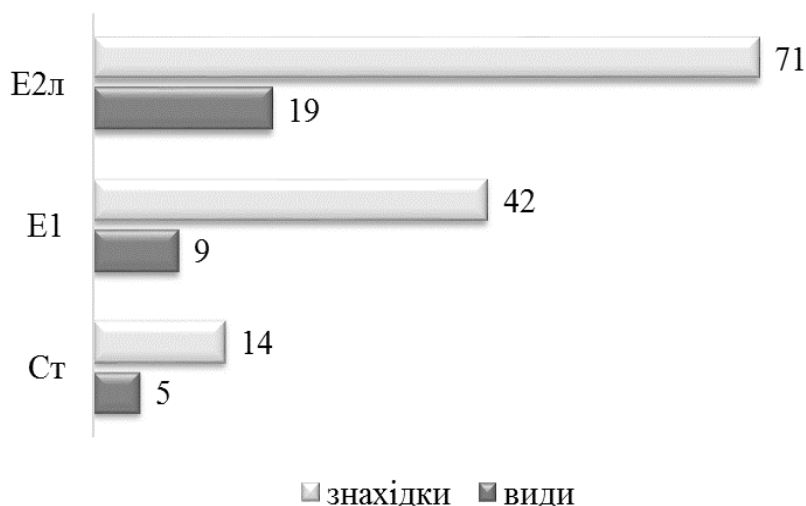


Рисунок 3 – Розподіл ксилотрофних афілофороїдних грибів за приуроченістю до деревних порід

В обстежених біотопах парку «Голосіївський» більшість грибів (20 видів, 75,6 % від усіх знахідок) є ксерофілами (Рис. 4), здатними витримувати періоди посухи різної тривалості у стані зниженої метаболітичної активності та поновлювати свій ріст за настання сприятливих умов зволоження. Мезофільні

види розвиваються за помірного рівня зволоженості, який зберігається у субстратах великого розміру – живих усихаючих деревах (*Oxyporus populinus*, *Fomitiporia robusta*), повалених стовбурах (*Artomyces pyxidatus*, *Bjerkandera adusta*, *Cerionporus squamosus*, *Coniophora puteana*, *Phlebia radiata*, *P. tremellosa*), гілках 1-го порядку, що впали (*Ramaria stricta*, *Schizopora paradoxa*). Гігрофільні гриби тяжіють до більш зволених місцезростань і субстратів, зокрема повалених стовбурів пізніх стадій деструкції (*Cyanosporus alni*, *Tyromyces lacteus*) та залишків деревини, зануреної в опале листя (*Typhula fistulosa*).

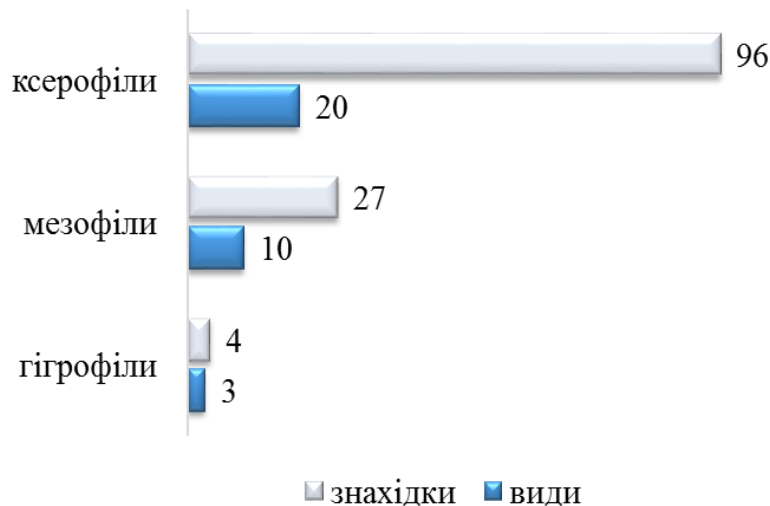


Рисунок 4 – Розподіл ксилотрофних афілофороїдних грибів за відношенням до зволоження субстрату

Більшість виявлених грибів є сапротрофами (67,7 % від загальної кількості знахідок, 23 види) на мертвих деревних субстратах. При чому кількісно домінують дві групи: ксилотрофи на деревному відпаді [Le, 14 видів, переважно на вітровальних стовбурах: *Phlebia tremellosa*, *Vuilleminia comedens* (по 6 знахідок), *Schizopora paradoxa* (5), *Coniophora puteana* (4), *Hymenochaete rubiginosa* (3), *Artomyces pyxidatus*, *Cyanosporus alni*, *Peniophora laeta*, *Stereum gausapatum* та *Trametes ochracea* (по 2), *Ramaria stricta*, *Tyromyces lacteus* та *Typhula fistulosa* (по одній знахідці)] та такі, що здатні починати свій ріст на сухостої і продовжувати його на відпаді цього сухостою [Ls+Le, 6 видів та 39 знахідок: *Stereum hirsutum* (22 знахідки), *Trichaptum biforme* (10), *Peniophora quercina* (3), *Phlebia radiata* (2), *Neofavolus alveolaris*, *Trametes gibbosa* та *T. versicolor* (по одній знахідці)]. Два види роду *Dendrothele* розвиваються виключно на товстій корі (В) стовбурів живих дерев *Acer platanoides* (*Dendrothele acerina*, 5 знахідок) та *Quercus robur* (*Dendrothele commixta*, 3 знахідки). Один вид відмічений лише на сухостої (Ls, *Xylodon sambuci*, рис. 5).

Частина виявлених грибів здатна до паразитичного способу живлення (32,3 % від загальної кількості знахідок, 10 видів). Абсолютна більшість таких видів у досліджених ценозах представлена факультативними паразитами (Р,

див. рис. 5), ріст яких відмічений нами лише на мертвих субстратах: *Schizophyllum commune* (17 знахідок), *Fomes fomentarius* (9), *Bjerkandera adusta* та *Fomitopsis pinicola* (по 3 кожен), *Ganoderma applanatum* та *Stereum rugosum* (по 2), *Cerioporus squamosus* та *Ganoderma pfeifferi* (по одній знахідці). *Oxyporus populinus* є факультативним сапротрофом (дві знахідки з дупел живих кленів), а *Fomitiporia robusta* – патоген, приурочений до пошкоджених ділянок (одна знахідка біля зламу гілки 1-го порядку дуба).

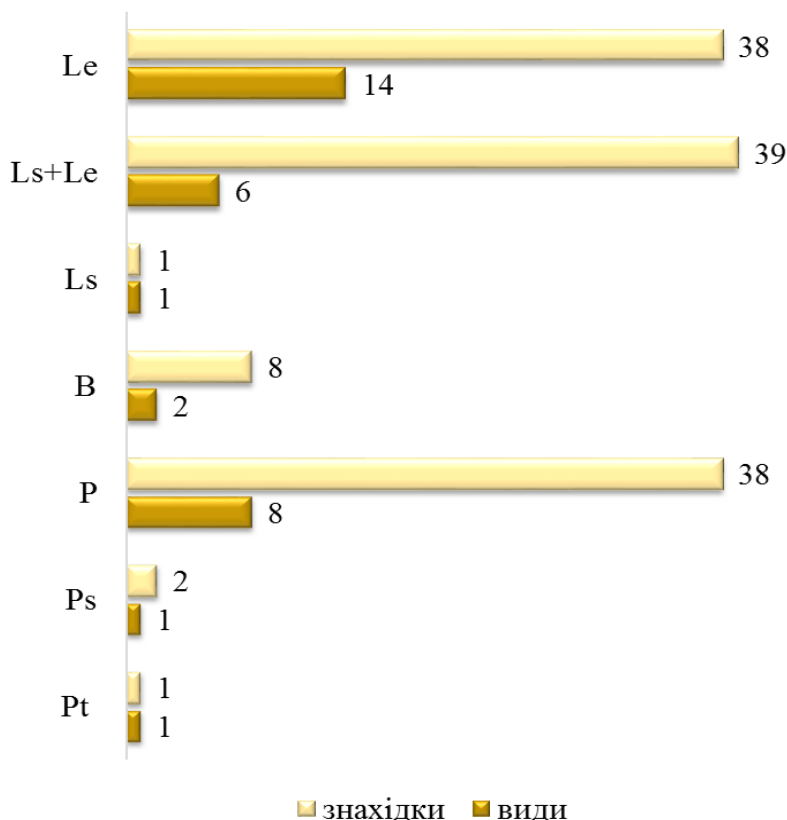


Рисунок 5 – Розподіл ксилотрофних афілофороїдних грибів за типами опанованих субстратів на модельних ділянках Національного природного парку «Голосіївський»

5. Висновки

За результатами досліджень грабових та за участю граба лісів обраних заповідних ділянок Національного природного парку «Голосіївський» виділено список афілофороїдних грибів – індикаторів стану лісової системи, та індикаторів чинників переважного впливу на її відхилення у розвитку від класичної екосистеми грабового лісу (антропогенного чи природно-кліматичного походження). Гриби окресленого нами списку за коефіцієнтом Стівенсона належать до категорії масових видів, що є важливим фактором під час використання їх у якості біоіндикаторів.

Загалом афілофороїдні гриби рекомендовані нами в якості індикаторів стану лісових екосистем завдяки зовнішнім ознакам – добре помітним

плодоношенням, які залишаються цілісними протягом року. Це спрощує їх реєстрацію під час моніторингу, уможлиблює максимально повний набір фактичного матеріалу незалежно від сезону проведення спостережень і погодних умов.

Нами наданий фотокаталог індикаторних видів грибів, який можна завантажити до смартфона та використовувати в польових умовах, розподілений за категоріями:

1. Характерні (фонові) види – наявність широкого видового складу грибів даної категорії свідчить про нормальний розвиток лісової екосистеми, де відбувається еволюційно сформований розвиток організмів різних таксономічних груп у симбіозі один з одним. Зменшення видового складу грибів-консортів даного типу пропонується вважати індикацією відхилень за рахунок впливу факторів природного походження (едафічного та кліматичного);

2. Види – індикатори механічного пошкодження дерев. Ці гриби можна використовувати як у діагностиці антропогенного впливу на ліс, так і в діагностиці впливу негативних кліматичних чинників. Наприклад, за наявності морозобоїн на стовбурах дерев виникають пошкодження, які створюють умови, споріднені з механічними пошкодженнями антропогенного походження, які сприяють розвитку грибів даної групи. Тому в процесі моніторингових робіт, слід брати до уваги місце росту гриба та фіксувати детальний опис біотопу.

Список цитованих джерел

Бабіченко В. М. Настання весняного сезону в Україні (перехід середньої добової температури повітря через 0°C) в умовах сучасного клімату / В. М. Бабіченко, Н. В. Ніколаєва, С. Ф. Рудішина, Л. М. Гущина // Український географічний журнал. – 2009. – № 1. – С. 25–35.

Багмет О. Б., Палієнко В. П. Морфоструктурна позиція Київського плато / О. Б. Багмет, В. П. Палієнко // Український географічний журнал. – 2006. – № 4. – С. 29–30.

Волобуєв С. В. Афиллофороидные грибы Орловской области: таксономический состав, распространение, екологія / С. В. Волобуєв. – СПб.: Лань, 2015. – 304 с. ISBN 978-5-8114-1959-3

Гіжицька З. К. Матеріали до мікофлори України. Вісник Київського Ботсаду. – 1929а. – Вип. 9. – С. 92–101.

Гіжицька З. К. Матеріали до мікофлори України. Вісник Київського Ботсаду. – 1929б. – Вип. 10. – С. 4–41.

Горбачова Л. О. Багаторічні тенденції річного стоку води річок України та його кліматичних чинників / Л. О. Горбачова // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2016. – Вип. 269. – С. 94–106.

Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я. П. Дідух, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Український ботанічний журнал. – 2003. – Т. 60. – № 1. – С. 6–17.

Іваненко О. М. Афілофороїдні гриби Голосіївського лісу / О. М. Іваненко // Український ботанічний журнал. – 2011. – Т. 67. – № 2. – С. 122–128.

Іваненко О. М. Афілофороїдні гриби Київського плато: автореферат дис. на здобуття наук. ступ. канд. біол. наук: спец. 03.00.21 «Мікологія». Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України. – Київ, 2020. – 20 с.

Лавров В. В. Методика оцінювання антропогенного порушення лісових екосистем за структурою, поширенням та активізацією афілофороїдних грибів / В. В. Лавров, О. І. Блінкова, О. М. Іваненко, З. В. Поліщук. – Біла Церква: БНАУ, 2018. – 46 с.

Лосицкая В. М. Афиллофоровые грибы Республики Карелия: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук.: спец. 03.00.24 «микология» / В. М. Лосицкая; Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН. – СПб., 1999. – 22 с.

Маринич А. М., Пащенко В. М., Шищенко П. Г. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / А. М. Маринич, В. М. Пащенко, П. Г. Шищенко. – Київ : Наукова думка, 1985. – 224 с.

Медведев А. Г. Трутовые грибы как индикаторы изменений лесных экосистем под воздействием антропогенной загрузки / А. Г. Медведев. – Тверь: ТИЭП, 2006. – 236 с.

Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – Москва: Мир, 1992. – 184 с.

Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины / В. А. Мухин. – Екатеринбург : Наука, 1993. – 232 с.

Сухомлин М. М. Гриби України : Атлас-довідник, 2-ге видання // М. М. Сухомлин, В. В. Джаган. – Київ : Видавнича група КМ-БУКС, 2017. – 240 с. : іл.

Усіченко А. С. Афілофороїдні гриби Харківського лісостепу: автореферат дис. на здобуття наук. ступ. канд. біол. наук: спец. 03.00.21 «Мікологія» / А. С. Усіченко; Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України. – Київ, 2010. – 23 с.

Пашкевич Н.А. Підбір індикаторних видів рослин і грибів з метою оцінки трансформації біосистеми (на прикладі грабових лісів) / Н. А. Пашкевич, О. М. Іваненко, Ю. Г. Березніченко // Питання біоіндикації та екології. – 2018. – Вип. 23. – № 2. – С. 3–17. DOI <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/2-01>

Протопопова В. В. Синантропизация флоры Среднего Приднепровья (Днепровский экокореидор) / В. В. Протопопова, М. В. Шевера, Н. М. Федорончук // Фіторізноманіття прикордонних територій України, Росії та Білорусі у постчорнобильський період: зб. статей за матеріалами міжнар. наук. конф. (17–18 груд. 2010 р., м. Чернігів, Україна) – Київ : Фітосоціоцентр, 2010. – С. 207–214.

Радченко В. Г. Функціональний стан гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) в умовах техногенного забруднення довкілля Київського мегаполісу / В. Г. Радченко, О. Г. Луцишин, Н. В. Палапа, та ін.// Екологія та ноосферологія. – 2010. – Вип. 21. – № 1–2. – С. 4–18.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Київській області., 2017. (<https://ecology-kievoblast.com.ua/Home/DownloadFile/86>).

Соколов Л. В. Климат в жизни растений и животных / Соколов Л.В. – Санкт-Петербург: «ТЕССА», 2010. – 344с. – ISBN 978-5-94086-076-1.

Солтани Г. А. Трансформация исторических ландшафтов в результате биологических инвазий / Г. А. Солтани, Д. С. Шильников // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2020. – № 156. – С. 37–43. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-3-156-37-43.

Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч. 2. Національні природні парки / під ред. В. А. Онищенко та Т.Л. Андрієнко. – Київ : Фітосоціоцентр, 2012. – 580 с. ISBN 978-966-306-165-3.

Яворский Л. А. Материалы к флоре гименомицетов окрестностей г. Киева / Л. А. Яворский // Матер. по Микол. и Фитопатол. – 1915. – Т. 1. – № 2. – С. 10–34.

Araujo M. B. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe / M. B. Araujo, W. Thuiller, R. G. Pearson // Journal of Biogeography. – 2006. – No. 33. – P. 1712–1728. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2006.01482.x

Bai Y. Fungal Community as a Bioindicator to Reflect Anthropogenic Activities in a River Ecosystem / Y. Bai, Q. Wang, K. Liao et al.// Front Microbiol. – 2018. – No. 9. – P. 3152. DOI:10.3389/fmicb.2018.03152.

Bernicchia A. Polyporaceae s.l. Fungi Europaei; 10 / A. Bernicchia. – Italia.: Ed. Candusso, 2005. – 808 p.

Bernicchia A., Gorjón S. P. Corticiaceae s.l. Fungi Europaei; 12 / A. Bernicchia, S. P. Gorjón. – Italia : Ed. Candusso, 2010. – 1008 p.

Blinkova O. Co-adaptive tree vegetation system of wood-destroying (xylotrophic) fungi in artificial phytocoenoses, Ukraine / O. Blinkova, O. Ivanenko // Central European Forestry Journal. – 2014. – Vol. 60(3). – P. 168–176.

Blinkova O. Communities of tree vegetation and wood-destroying fungi in parks of the Kyiv city, Ukraine / O. Blinkova, O. Ivanenko // Central European Forestry Journal. – 2016. – Vol. 62 (2). – P. 110–122. DOI:10.1515/forj-2016-0012.

Blinkova O. Communities of woody vegetation and wood destroying fungi in natural and semi-natural forests of Kyiv city, Ukraine / O. Blinkova, O. Ivanenko // Central European Forestry Journal. – 2018. – No. 64. – P. 55–66. DOI: 10.1515/forj-2017-0030.

Blinkova O. Bird communities and vegetation composition in the urban forest ecosystem: correlations and comparisons of diversity indices / O. Blinkova, T. Shupova // Ekológia (Bratislava). – 2017. – Vol. 36(4). – P. 366–387. DOI: 10.1515/eko-2017-0029.

Blinkova O. Bird communities and vegetation composition in natural and semi-natural forests of megalopolis: correlations and comparisons of diversity indices (Kyiv city, Ukraine) / O. Blinkova, T. Shupova // Ekologia (Bratislava). – 2018. – Vol. 37(3). – P. 259–288. DOI: 10.2478/eko-2018-0021.

Cléménçon H. Methods for working with macrofungi: Laboratory, cultivation and preparation of larger fungi for light microscopy / H. Cléménçon. – Eaching: IHW Verlag, 2009. – 88 p.

Donk M. A. A conspectus of the families of Aphyllophorales / M. A. Donk // Persoonia. –1964. – Vol. 3. – part 2. – P. 199–324.

Fungi of Temperate Europe. / By T. Læssøe and J. H. Petersen. – Princeton, NJ: Princeton University press. 2019. – Vol. 2. – 1715 p. ISBN 978-0-691-18037-3.

Hibbett D. S. Higher-Level Phylogenetic Classification of the Fungi / D. S. Hibbett, M. Binder, J. F. Bischoff et al. // Mycological Research. – 2007. – Vol. 111 (5). – P. 509–547.

Holec J. Interesting macrofungi from the Eastern Carpathians, Ukraine and their value as bioindicators of primeval and near-natural forests / J. Holec // Mycologia Balcanica. – 2008. – No. 5. – P. 55–67.

Huntley B. Potential Impacts of Climatic Change on European Breeding Birds / B. Huntley, Y. C. Collingham, S. G. Willis, R. E. Green // PLoS ONE. – 2008. – Vol. 3(1). – 1439 p. DOI: 10.1371/journal.pone.0001439

Huppopp O. Climate change and timing of spring migration in the long-distance migrant *Ficedula hypoleuca* in central Europe: the role of spatially different temperature changes along migration routes / O. Huppopp, W. Winkel // Journal of Ornithology. – 2006. – No. 147. – P. 344–353.

Kirk P. M. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi. 10th ed. / P. M. Kirk, P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpers. – Egham : CABI Europe UK, 2008. – 771 p.

Lavrov V. Forest shelter belts in organic agricultural landscape: structure of biodiversity and their ecological role / V. Lavrov, N. Miroshnyk, T. Grabovska,

T. Shupova // *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*. – 2021. – Vol. 63(1). – P. 48–64. DOI: 10.2478/ffp-2021-0005.

Lenihan J. Response of vegetation distribution, ecosystem productivity, and fire to climate change scenarios for California / J. Lenihan, D. Bachelet, R. Neilson, R. Drapek // *Climatic Change*. – 2008. – No. 87. – P. 215–230. DOI:10.1007/s10584-007-9362-0.

Masoero G. Apparent Constant Adult Survival of a Sand Martin *Riparia riparia* population in relation to climatic variables / G. Masoero, A. Tamietti, G. Boano, E. Caprio // *Ardea*. – 2016. – Vol. 104 (3). – P. 253–262. DOI: 10.5253/arde.v104i3.a1.

Misiuna L. Zanik populacji legowej dzierlatki *Galerida cristata* w Kielcach w latach 1986-2005 / L. Misiuna // *Notatki Ornitologiczne*. – 2006. – No. 47. – P. 134–138.

McLachlan J. S. Molecular indicators of tree migration capacity under rapid climate change / J. S. McLachlan, J. S. Clark, P. S. Manos // *Ecology*. – 2005. – No. 86. – P. 2088–2098. DOI:10.1890/04-1036.

McLaughlan C. How complete is our knowledge of the ecosystem services impacts of Europe's top 10 invasive species? / C. McLaughlan, B. Gallardo, D. C. Aldridge // *Acta Oecologica*. – 2014. – No. 54. – P. 119–130.

Nebesnyy V. B. Assessment of technogenic pollution of Kyiv (Ukraine) with spectral reflectal characteristics of *Tilia cordata* Mill. (Tiliaceae) leaves / V. B. Nebesnyy, A. A. Grodzinskaya // *Environ. Socio.-econ. Stud.* – 2014. – Vol. 2. – No. 4. – P. 38–42.

Netsvetov M. Climatic sensitivity of *Quercus robur* L. in floodplain near Kyiv under river regulation / M. Netsvetov, Y. Prokopuk, Y. Didukh et M. Romenskyy // *Dendrobiology*. – 2018. – Vol. 79. – P. 20–33. DOI: 10.12657/denbio.079.003.

Parmar T. K. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution / T. K. Parmar, D. Rawtani, Y. K. Agrawal // *Frontiers in Life Science*. – 2016. – Vol. 9 (2). – P. 110-118.

Parmesan C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change / C. Parmesan // *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*. – 2006. – No. 37. – P. 637–669. DOI:10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100.

Rasmont P. Addition to the checklist of IUCN European wild bees (Hymenoptera: Apoidea) / P. Rasmont, J. Devalez, A. Pauly et al. // *Annales de la Société entomologique de France*. – 2017. – Vol. 53 (1). – P. 17–32.

Schepaschenko D. The Forest Observation System, building a global reference data set for remote sensing of forest biomass / D. Schepaschenko et al. // *ScientificData*. – 2019. – Vol. 6 (1). – P. 1–11.

Schweiger O. Climate change can cause spatial mismatch of trophically interacting species / O. Schweiger, J. Settele, O. Kudrna et al. // *Ecology*. – 2008. – No. 89. – P. 3472–3479.

Širić I. Heavy metal bioaccumulation by wild edible saprophytic and ectomycorrhizal mushrooms / I. Širić, M. Humar, A. Kasap, et al. // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2016. – Vol. 23(18). – P. 18239–18252.

Svenning J-C. Disequilibrium vegetation dynamics under future climate change / J-C. Svenning, B. Sandel // *Am J Bot.* – 2013. – No. 100. – P. 1–21. DOI: 10.3732/ajb.1200469.

Weggler M. Eine Überschuss produzierende Population des Hausrotschwanzes (*Phoenicurus ochruros*) in Ortschaften mit hoher Hauskatzenpopulation (*Felis catus*) / M. Weggler, B. Leu // *J.Orn.* – 2001. – Vol. 142 (3). – P. 273–283.

Zaghloul A. Biological indicators for pollution detection in terrestrial and aquatic ecosystems / A. Zaghloul, M. Saber, S. Gadow, F. Awad // *Bulletin of the National Research Centre.* – 2020. – No. 44. – P. 127.

Zmitrovich I. V. Lentiginoid and polyporoid fungi, two generic conglomerates containing important medicinal mushrooms in molecular perspective / I. V. Zmitrovich, A. E. Kovalenko // *International Journal of Medicinal Mushrooms.* – 2016. – Vol. 18. – No. 1. – P. 23–38.

Національний природний парк «Голосіївський» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nppg.gov.ua/uk/node/58>.

Index Fungorum [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Видовий склад ксилотрофних афілофороїдних грибів грабових лісів заповідної зони Національного природного парку «Голосіївський»

№ ₃ п	Вид гриба	Кількість знахідок грибів на модельних ділянках						*
		1	2	3	4	5	6	
1	<i>Artomyces pyxidatus</i> (Pers.) Jülich	-	-	2	-	-	-	О
2	<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.) P. Karst.	1	2	-	-	-	-	С
3	<i>Cerioporus squamosus</i> (Huds.) Quéf.	-	1	-	-	-	-	О
4	<i>Coniophora puteana</i> (Schumach.) P. Karst.	-	-	1	-	1	2	С
5	<i>Cyanosporus alni</i> (Niemelä et Vampola) B.K. Cui, L.L. Shen et Y.C. Dai	1	-	-	-	-	1	О
6	<i>Dendrothele acerina</i> (Pers.) P.A. Lemke	-	4	1	-	-	-	А
7	<i>D. commixta</i> (Höhn. et Litsch.) J. Erikss. et Ryvarde	-	1	-	-	2	-	С
8	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	1	4	3	1	-	-	А
9	<i>Fomitiporia robusta</i> (P. Karst.) Fiasson et Niemelä	-	-	-	-	-	1	О
10	<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst.	2	-	1	-	-	-	С
11	<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	1	-	1	-	-	-	О
12	<i>G. pfeifferi</i> Bres.	-	-	1	-	-	-	О
13	<i>Hymenochaete rubiginosa</i> (Dicks.) Lév.	-	-	-	-	-	3	С
14	<i>Neofavolus alveolaris</i> (DC.) Sotome et T. Hatt.	-	-	-	1	-	-	О
15	<i>Oxyporus populinus</i> (Schumach.) Donk	-	2	-	-	-	-	О
16	<i>Peniophora laeta</i> (Fr.) Donk	-	-	-	1	1	-	О
17	<i>P. quercina</i> (Pers.) Cooke	-	1	-	-	2	-	С
18	<i>Phlebia radiata</i> Fr.	-	2	-	-	-	-	О
19	<i>P. tremellosa</i> (Schrad.) Nakasone et Burds.	2	2	2	-	-	-	А

Продовження Додатку А:

№ _з п	Вид гриба	Кількість знахідок грибів на модельних ділянках						*
		1	2	3	4	5	6	
20	<i>Ramaria stricta</i> (Pers.) Quél.	-	-	1	-	-	-	О
21	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	2	2	6	4	3	-	А
22	<i>Schizopora paradoxa</i> (Schrad.) Donk	2	-	1	-	1	1	А
23	<i>Stereum gausapatum</i> (Fr.) Fr.	-	1	-	-	-	1	О
24	<i>S. hirsutum</i> (Willd.) Pers.	2	3	4	4	5	4	А
25	<i>S. rugosum</i> Pers.	-	1	-	-	-	1	О
26	<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.	-	1	-	-	-	-	О
27	<i>T. ochracea</i> (Pers.) Gilb. et Ryvarden	-	-	1	-	1	-	О
28	<i>T. versicolor</i> (L.) Lloyd	1	-	-	-	-	-	О
29	<i>Trichaptum bifforme</i> (Fr.) Ryvarden	1	2	-	3	4	-	А
30	<i>Typhula fistulosa</i> (Holmsk.) Olariaga	-	-	-	-	-	1	О
31	<i>Tyromyces lacteus</i> (Fr.) Murrill	-	-	1	-	-	-	О
32	<i>Vuilleminia comedens</i> (Nees) Maire	2	1	1	-	1	1	А
33	<i>Xylodon sambuci</i> (Pers.) Tura, Zmitr., Wasser et Spirin	1	-	-	-	-	-	О
	Всього знахідок:	19	30	2 7	1 4	2 1	1 6	

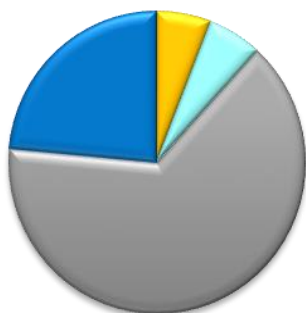
Примітка: *Розрахований індекс за шкалою Стівенсона:

А, abundant – масові види, частота трапляння >3,5 %

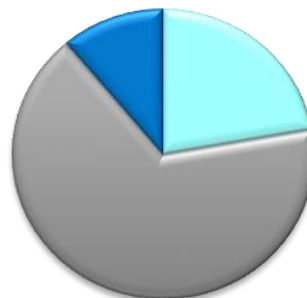
О, common – звичайні види, частота трапляння у межах 1,7–3,4 %

Трофічні спектри індикаторних видів грибів

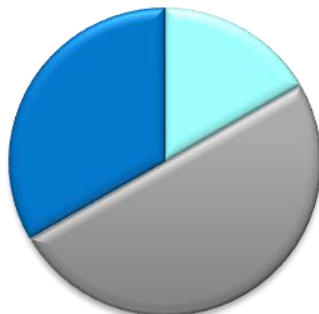
Schizophyllum commune



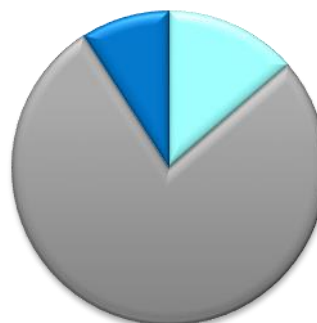
Fomes fomentarius



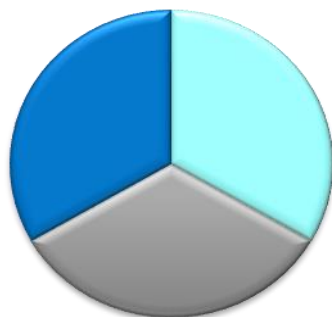
Phlebia tremellosa



Stereum hirsutum



Vuilleminia comedens



Schizopora paradoxa



Dendrothele spp.



Ganoderma spp.

