

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН**

ПОЛІЩУК ЗОРЯНА ВІТАЛІЇВНА

УДК 504.6:630.18/.22:582.28

**МІКОІНДИКАЦІЯ АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ
ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ
І ПОЛІССІ УКРАЇНИ**

03.00.16 – екологія

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук**

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Білоцерківському національному аграрному університеті Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор
Лавров Віталій Васильович,
Білоцерківський національний аграрний університет,
завідувач кафедри загальної екології та екотрофології

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник **Ткаленко Ганна Миколаївна**, Інститут захисту рослин НААН, завідувач лабораторії мікробіологічного методу захисту рослин

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник **Ландін Володимир Петрович**, Інститут агроекології і природокористування НААН, завідувач відділу радіоекології і дистанційного зондування ландшафтів

Захист відбудеться 11 липня 2019 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.376.01 в Інституті захисту рослин НААН за адресою: 03022, м. Київ-22, вул. Васильківська, 33, корпус № 1, зал засідань.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту захисту рослин НААН за адресою: 03022, м. Київ-22, вул. Васильківська, 33, корпус № 1.

Автореферат розіслано « 07 » червня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Т.П. Панченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Ліси зелених зон населених пунктів відіграють середовищеутворювальну, рекреаційно-оздоровчу і захисну роль щодо людини, багатьох видів біоти та суміжних екосистем. Внаслідок недотримання екологічних норм в економіці, містобудуванні та природокористуванні у світі та в Україні відбулося істотне порушення рослинного покриву, у т.ч. зелених зон, змінилася структура ландшафтів. Ці ліси пошкоджуються, втрачають стійкість, природну структуру, знижують продуктивність і екологічну роль (П.С. Пастернак та ін., 1994; В.П. Ворон та ін., 2011; В.В. Лавров, 2009; С.В. Зібцев, 1990; О.І. Блінкова та ін., 2016). Відповідно до програм міжнародної співпраці Україна має зобов'язання щодо активізації досліджень наслідків антропогенних навантажень на ландшафти, природні екосистеми, з'ясування особливостей їх деградації, удосконалення моніторингу та екологічного нормування негативних впливів людини на природу (Київ, 1994, 1997, 2005; ВІО-Уа-2005–2025; ЕРТІСА-2012–2020).

Діагностика антропогенного порушення лісових екосистем наразі детально опрацьована на усіх рівнях організації живого. Проте, в умовах впливу комплексу різних за походженням і характеристикою чинників виявлення причинно-наслідкових зв'язків ускладнене, що гальмує удосконалення лісового моніторингу, а також системи заходів щодо регулювання використання та збереження лісів (В.П. Ворон та ін., 2011; С.В. Зібцев, 1990; И.И. Коршиков, 1996, В.В. Лавров, 2003, 2016; В.П. Ландін, 2018; У.Х. Смит, 1985; М. Трешоу, 1988; В.Т. Ярмишко, 1997). Найменш дослідженими є еволюційно сформовані у лісах взаємозалежні консорційні зв'язки деревних рослин з ксилотрофними (дереворуйнівними) грибами (С.П. Арефьев, 2010; М.А. Бондарцева, 1992, 2004; О.І. Блінкова та ін., 2013, 2014; А.Ф. Гойчук та ін., 2004; В.П. Исиков и др., 2005; В.В. Лавров та ін., 2017; В.А. Мухин и др., 2000; В.Г. Стороженко и др., 1992). Передбачається, що антропогенне порушення біотопів лісових екосистем має спричинити зміни видового складу і поширення ксилотрофів, консорційних зв'язків «дерева – ксилотрофи», розвитку ксило-мікокомплексу. З'ясування індикаційної ролі зазначених показників може стати певним вкладом в удосконалення діагностики антропогенної трансформації лісових екосистем, розвитку моніторингу лісів та їх збереження.

Отже, тема дослідження є актуальною в теоретичному і практичному сенсах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до Завдання 40.02.02.02.Ф. «Розробити методологічні засади інтегрованого управління лісовими ресурсами» (№ДР 0111U003182) Програми наукових досліджень ПНД-40 Інституту агроекології і природокористування НААН, а також НДР за темою «Екологічні загрози біорізноманіттю лісових екосистем Північно-східного Придніпров'я» (№ДР 0113U004314), здійсненої у Білоцерківському національному аграрному університеті НААН.

Мета і завдання дослідження. *Метою* дослідження було визначити, охарактеризувати й систематизувати мікоіндикаційні ознаки антропогенної трансформації лісових біотопів за особливостями зміни видового складу, поширення та дереворуйнівної активності ксилотрофних грибів у Правобережному Лісостепу і

Поліссі України; розробити методику оцінювання антропогенного порушення лісових екосистем з урахуванням ксило-мікокомпоненту.

Для досягнення мети було визначено такі **завдання**:

- з'ясувати особливості поширення дереворуйнівних грибів у лісових екосистемах за категоріями субстратів залежно від лісівничо-таксаційної характеристики деревостанів певних функціональних категорій, що зазнали трансформації за різних антропогенних причин;
- охарактеризувати вертикальну ярусність ксило-мікокомплексу за мікогоризонтами та мертвим субстратом дерева-живителя лісових біотопів;
- встановити відмінності консорційних зв'язків «деревна порода – ксилотрофні гриби» в захисних, рекреаційно-оздоровчих і природоохоронних лісах зелених зон міст досліджуваних регіонів залежно від функціонального призначення і характеристики деревостанів, виду і ступеня їх порушеності людиною;
- встановити перелік афілороїдних ксилотрофів-індикаторів антропогенних порушень лісових екосистем з урахуванням виду та ступеня негативного впливу;
- розробити методику оцінювання антропогенного порушення лісових екосистем за структурою, поширенням у біотопах екосистеми та активізацією афілороїдних грибів, визначити економічну ефективність її впровадження у практику та принципи застосування у моніторингу лісів.

Об'єкт дослідження – антропогенна трансформація біотопів різних категорій лісів Правобережного Лісостепу і Полісся України.

Предмет дослідження – видовий склад, особливості поширення і дереворуйнівна активність ксило-мікокомплексу в лісових екосистемах регіонів дослідження залежно від категорії лісу, виду і ступеня його антропогенної трансформації; консорційні зв'язки «ксилотрофи – деревна порода».

Методи дослідження. *Теоретичні* – системний, факторний, диференційований та порівняльний аналізи для: з'ясування стану опрацьованості наукового завдання; виявлення розподілу у просторі лісової екосистеми діагностичних ознак негативного впливу діяльності людини; оцінки синекологічних наслідків впливу екологічних чинників на структурні елементи лісових екосистем; аналізу причинно-наслідкових зв'язків; розробки системи принципів і критеріїв удосконалення методики діагностики антропогенного порушення лісових екосистем з урахуванням змін ксило-мікокомплексу; *польові* – методи лісознавства, екології, фітоценології, мікології, геоботаніки, біометрії, фіто- та мікоіндикації порушень екосистем для закладки пробних площ, екологічних профілів та характеристики структури і стану фітоценозів, деревних і трав'янистих рослин, грибів, їх поширення в екосистемі, стану і структури консорційних зв'язків «деревна порода – ксилотрофні гриби», трансформації лісових екосистем; *камеральні роботи* – мікроморфологічні методи для ідентифікації грибів та математично-статистична обробка даних за програмним забезпеченням «Statistica 6.0».

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті проведених досліджень *вперше*:

- на прикладі зелених зон міст Києва (урочище «Лиман Ошитки»; навколо оз. Ебісу), Білої Церкви (урочища «Кошик», «Товста» та «Голендерня» дендропарку «Олександрія») і Умані (урочище «Білогрудівська дача») охарактеризовано зміни

видового складу, поширення та активності дереворуйнівних грибів, а також порушення консорційних зв'язків «деревна порода – ксилотрофи» у захисних, рекреаційно-оздоровчих і природоохоронних лісах, що зазнають впливу рекреації, забудови та кар'єрного добування граніту;

- незалежно від лісівничо-таксаційної характеристики і функціонального призначення пошкоджених лісів встановлено кореляційні зв'язки між зменшенням частки гідроморф в екоморфічній структурі трав'яного покриву та збільшенням частки факультативних видів-паразитів у ксило-мікокомплексі ($r = 0,63$), а також між збільшенням частки видів трав зі змішаним типом стратегії та збільшенням кількості ксилотрофів-паразитів ($r = 0,77$), що дозволяє застосовувати мікоіндикацію у синекологічній тріаді «деревостан – трав'яний покрив – ксило-мікокомплекс – деревостан»;

- залежно від особливостей і ступеня антропогенної трансформації лісових біотопів та зміни консорційних зв'язків «деревна порода – ксилотрофні гриби» встановлено і обґрунтовано здатність 37 видів ксилотрофів бути індикаторами порушень листяних та хвойних лісів;

- розроблено методику оцінювання антропогенного порушення лісових екосистем за структурою, поширенням у біотопах екосистеми та активізацією афілорофороїдних грибів, визначено економічну ефективність її впровадження у практику та принципи застосування у моніторингу лісів.

Удосконалено підходи щодо погодження принципів і методів фіто- та мікоіндикації антропогенних порушень лісових екосистем.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень використано у методичних рекомендаціях «Інформаційно-аналітична система застосування в Україні еколого-економічних механізмів інтегрованого управління лісовими ресурсами агросфери» (2015) та «Методика оцінювання антропогенного порушення лісових екосистем за структурою, поширенням і активізацією ксилотрофних грибів» (2018). Впровадження їх у Правобережному Лісостепу (ДП «Хмельницький лісгосп» та ДП «Черкаський лісгосп») забезпечило економічний ефект у розмірі відповідно 240 та 47 тис. грн на площі 120 та 27 га завдяки своєчасному проведенню вибіркового санітарного рубок, збереженню деревини та оздоровленню деревостанів. Застосування методичних рекомендацій у Поліссі України (ДП «Городницький лісгосп») сприяє удосконаленню моніторингу лісів, уточненню причин погіршення їх санітарного стану, планів та обсягів заходів лісозахисту, що забезпечує збереження лісів, їхнього біорізноманіття.

Теоретичні положення і практичні результати дослідження використано також у розробці методичних вказівок до практичних занять з навчальних дисциплін «Екологія рослин», «Системний аналіз якості навколишнього середовища», «Основи міжнародної екологічної діяльності», «Стратегія сталого розвитку», включених у Білоцерківському національному аграрному університеті МОН України до програми підготовки екологів освітнього рівня «бакалавр» і «магістр».

Особистий внесок здобувача. Вибір теми дослідження, обґрунтування її актуальності, розробку програми і методики досліджень, формулювання висновків проведено разом з науковим керівником. Здобувачем особисто здійснено пошук та

аналіз інформаційних джерел, опановано методи досліджень, проведено теоретичні та експериментальні дослідження, обробку, аналіз і систематизацію результатів, підготовку наукових публікацій, дисертації та рекомендацій виробництву.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи було представлено та схвалено на: Державних науково-практичних конференціях молодих учених, аспірантів і докторантів «Наукові пошуки молоді у III тисячолітті. Напрямок «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення»» (м. Біла Церква, 19 листопада 2015 р.; 19 травня 2016 р.; 17 листопада 2016 р.; 18–23 травня 2017 р.), Міжнародній науковій конференції «Сучасні тенденції збереження, відновлення та збагачення фіторізноманіття ботанічних садів і дендропарків», присвяченій 70-річчю дендрологічного парку «Олександрія» (м. Біла Церква, 23–25 травня 2016 р.), Международной 81-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов Белорусского государственного технологического университета (г. Минск, 01–12 февраля 2017 г.), Державній науково-практичній конференції «Проблеми екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища у ландшафтній сфері» (м. Біла Церква, 23 листопада 2017 р.), II Всеукраїнській конференції «Біологічні стаціонари, їх історія та місце в науковій і освітній роботі» (м. Суми, 21–23 вересня 2018 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 16 наукових праць, з яких 6 статей у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, у т.ч. 1 стаття у науковому виданні наукометричної бази WoS, 8 тез наукових доповідей на конференціях, 2 методичні рекомендації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотацій, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел та 11 додатків. Роботу викладено на 257 сторінках комп'ютерного тексту, з яких основний текст становить 151 сторінку, містить 19 таблиць та 25 рисунків. Використано 308 джерел інформації, з яких 43 – латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

МІКОІНДИКАЦІЯ АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

Розглянуто структурно-функціональну організацію та екологічну роль лісів, їх пошкодження комплексом антропогенних чинників у зелених зонах міст. Увагу зосереджено на складнощях діагностики порушення лісових екосистем внаслідок адитивних, сумативних та синергічних ефектів сумісної дії чинників різного походження, природи, з відмінними режимами і механізмами дії. Обґрунтовано, що розв'язанню цієї задачі можуть сприяти синекологічні підходи з використанням консорційних зв'язків деревних рослин з ксилотрофними грибами. Показано, що мікоіндикація порушення лісових екосистем наразі розвинена у напрямках: врахування чутливості ксилотрофних грибів до змін середовища (В.А. Мухин, 1979; В. Рипачек, 1967; Н.Т. Степанова и др., 2006); використання видового складу ксилотрофів для оцінки антропогенного впливу на лісові екосистеми (С.П. Арефьев, 2010; М.А. Бондарцева, 1991, 1992; Р.А. Василяускас, 1991; Л.Б. Переведенцева и др., 1990;

М.А. Сафонов, 2003); використання системи коадаптації ксилотрофів з деревними рослинами в оцінці антропогенного впливу на лісові екосистеми (J. Holec, 2008; H. Kotiranta, 1996; О.І. Блінкова та ін., 2013, 2014, 2016). З'ясовано, що потребують уточнення зміни у видовому складі та поширенні дереворуйнівних грибів у лісових екосистемах зелених зон міст, що зазнають різних видів негативного впливу людини.

Сформульовано робочу гіпотезу дослідження: структура, поширення у лісовій екосистемі та дереворуйнівна активізація ксилотрофних грибів мають залежати від ступеня антропогенного порушення лісового середовища і погіршення санітарного стану певних деревних порід, що може сприяти удосконаленню методики діагностики антропогенного впливу на ліси.

УМОВИ, МЕТОДИКА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проведено в антропогенно порушених лісах Полісся України і Правобережного Лісостепу на прикладі зелених зон міст Києва, Білої Церкви та Умані. За фізико-географічним районуванням України (О.М. Маринич та ін., 2003; В.П. Попова, 1968), це, відповідно, Київське Полісся та Центрально-Придніпровська височинна область. У Київському Поліссі досліджували рекреагенно трансформовані до II–III стадій ліси у свіжих судібровах (тип лісу С₂-гдС; 100–120-річний *Quercus robur* L.) навколо озера Ебісу, що в урочищі «Лиман Ошитки» (зелена зона м. Київ). У Правобережному Лісостепу досліджували рекреаційний вплив на ліси свіжої кленової діброви (D₂-клД) в урочищі «Білогрудівська Дача» (зелена зона м. Умань; 45–90-річні деревостани *Q. robur*), а також вплив комплексу антропогенних чинників на зелену зону м. Біла Церква (D₂-гД): об'єкт природно-заповідного фонду (урочище «Голендерня» дендропарку «Олександрія»; *Q. robur* 213 р.), захисні і рекреаційно-оздоровчі ліси урочищ «Товста» (*Q. robur* 70–110 р.) і «Кошик» (*Q. robur* 80–170 р.).

Природно-кліматичні умови районів дослідження сприятливі для розвитку лісової рослинності та ксило-мікокомплексу. Проте в 2015–2017 рр. на півдні Київської області спостерігалась нестача атмосферних опадів у вегетаційний період (на 52–68%), температура повітря була підвищена на 84,6–141,6%. На території Черкаської області були несприятливі метеорологічні ситуації. Однак їх вплив не позначився на предметах дослідження – на структурі фіто- і мікоценозів.

З'ясування стану питання за оглядом літературних, статистичних та обліково-фондових джерел, а також теоретичне опрацювання одержаних результатів і розробку практичних рекомендацій здійснювали з використанням системного, факторного, диференційованого та порівняльного аналізів.

На прикладі рекреаційної діяльності, забудови лісових ділянок, кар'єрного способу добування граніту та ерозії ґрунту антропогенну трансформацію лісових екосистем виявляли на градієнтах їх змін, які оцінювали за показниками прямого і опосередкованого впливу за таким алгоритмом: 1) виявляли структурні (кількісні і якісні) зміни в основних компонентах екосистеми: едифікаторному ярусі, нижніх ярусах деревостану, живому надґрунтовому покриві, лісовій підстилці і ґрунті; 2) за цими даними з'ясовували – як змінилися умови лісового середовища і як це вплинуло на видовий склад і поширення ксилотрофів, формування консорційних зв'язків «певна деревна порода – ксилотрофи»; 3) одержані результати використовували для

удосконалення методики оцінки антропогенного порушення лісових екосистем з урахуванням змін ксило-мікокомпоненту, виду і ступеня негативного впливу.

Польові дослідження проводили системно за загальноприйнятими методами лісознавства (Е.С. Мигунова, 1993; В.Г. Нестеров, 1991; Б.Ф. Остапенко та ін., 2002), фітоценології, геоботаніки і фітоіндикації (Я.П. Дідух та ін., 1994; Л.Г. Раменский, 1971; Д.Н. Цыганов, 1983) і мікоіндикації (С.П. Арефьев, 2010; П.В. Гордієнко, 1979; О.І. Блінкова та ін., 2014) порушень екосистем. На засадах порівняльної екології, закладали серію/екологічний профіль пробних площ (ПП) та їх секцій (С) у репрезентативних ділянках лісу. Місцезнаходження підібраних об'єктів визначали за картами Google Earth і навігаційною системою позиціонування GPS.

Антропогенну порушеність лісової екосистеми оцінювали та аналізували взаємозалежно у синекологічній тріаді «деревостан – трав'яний покрив – ксило-мікокомплекс – деревостан» з урахуванням ступеня засмічення ділянок, пірологічного впливу, стану лісової підстилки і поверхні ґрунту, встановлюючи причинно-наслідкові зв'язки між показниками стану, видового складу, поширення і розвитку цих елементів лісу. Таксаційні, біометричні і санітарні показники деревостану вимірювали на ПП і секціях подеревно (П.П. Анучин, 1982; Д.В. Воробьев, 1967; «Санітарні правила...» (1995)). Віталітетний аналіз деревостанів здійснювали за В.В. Лавровим (1994), розраховуючи середньозважений клас Крафта певних категорій стану деревостану. Зміну екологічних режимів лісового середовища визначали візуально за зімкнутістю деревного намету як едифікатора екосистеми, а також за зміною структури видового складу, життєвих форм трав'яних рослин, їх проективного покриття методами Б.М. Миркіна и др. (1978, 1985), Д.Н. Доброчаева и др. (1987), С.К. Черепанова (1995). Види рослин визначали за С.Л. Мосякіним та ін. (1999). Біоморфологічну структуру аналізували за А.Е. Васильевым (1988), И.Г. Серебряковым (1962), екоморфічну – за В.В. Тарасовим (2005) та «Екофлора України» (2000). Типи екологічних стратегій описували за схемою Раменського-Грайма (Л.Г. Раменский, 1971; J.P. Grime, 1977). Ступінь фітоценотичної подібності рослинних угруповань на ділянках екопрофілів встановлювали за коефіцієнтом Г. Глізона (Я.П. Дідух та ін., 1994), індекс адвентизації травостою – за Р.И. Бурда (1991).

Рекреаційний вплив на лісові екосистеми оцінювали візуально і інструментально за його ознаками: розміри та частота трапляння ділянок засмічення, забур'янення, витоптування, випалювання лісової підстилки і поверхні ґрунту, механічні рани стовбурів дерев. Стадію рекреаційної дигресії ґрунту на ПП/С встановлювали за методикою А.Ф. Полякова и др. (2009).

Для мікоіндикації порушення лісового середовища аналізували поширення, систематичну та трофічну структури ксило-мікокомплексу. Види афілофороїдних грибів визначали у лісі за методиками А. Vernicchia et al. (2006, 2010), Н. Clemençon (2009), номенклатуру видів – за актуальними он-лайн базами даних (mycobank.org), поширеність ксилотрофів – за часткою дерев з їх плодовими тілами від загальної кількості дерев на ПП/С, а стадії деструкції деревини – за шкалою П.В. Гордієнка (1979). Карпофори одного виду гриба на декількох субстратах одного дерева (різні екологічні ніші) вважали одним видом. Натомість, один субстрат, вкритий карпофорами кількох видів афілофороїдних грибів, враховували як різні знахідки.

Види ксилотрофів, що потребували мікроморфологічного аналізу, ідентифікували в лабораторії ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України».

Аналіз трофічної структури афілофороїдних грибів здійснювали за їхньою приуроченістю до деревних порід: евритрофи I-го порядку (ЕІ, консорти як листяних, так і хвойних дерев), евритрофи II-го порядку на листяних (ЕІІ) та стенотрофи (С, консорти переважно одного роду деревних рослин). Просторову структуру ксилотрофів досліджували за О.І. Блінковою та ін. (2014) як їх поширення у лісі за мікогоризонтами: ґрунтовим, надґрунтовим, комлевим, стовбуровим та кронним. Мертві субстрати грибів морфометрично оцінювали за категоріями: сухостій, повалені стовбури, велике та дрібне гілля, пеньки зрубаних дерев. Схожість сформованих консорційних зв'язків «певна деревна порода – афілофороїди» досліджували за допомогою кластерного аналізу (OriginPro 9.0) середньозважених значень кількісних та якісних показників на кожній ПП/С екопрофілю. Для оцінки дистанції зв'язку було вибрано Евклідову відстань.

Математично-статистичну обробку даних здійснювали за програмним забезпеченням «Statistica 6.0». Математичний аналіз різноманіття угруповань рослин і ксилотрофів проводили за індексами Шеннона, Бергера-Паркера та Макінтоша, дотримуючись рекомендацій А.Е. Magurran (2004).

ПОРУШЕННЯ КОНСОРЦІЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ «КСИЛОТРОФИ – ДЕРЕВА» У РЕКРЕАГЕННО ТРАНСФОРМОВАНИХ ЛІСАХ

На прикладі судібровних лісів Київського Полісся та дібровних лісів зеленої зони м. Умані показано ідентичність та відмінність наслідків впливу на них рекреації. Встановлено, що консорційні зв'язки *Q. robur* та ксилотрофів певною мірою залежать від кількості прийнятного та доступного для ксилотрофів субстрату, зімкненості деревних наметів і загалом від лісівничо-таксаційних і санітарних характеристик деревостанів, які визначають розвиток лісової екосистеми, темпи накопичення деревини різних категорій субстратів, сприятливих для заселення і розвитку представників ксило-мікокомплексу.

У зеленій зоні м. Києва (50 км від міста; урочище «Лиман Ошитки») деревостани *Q. robur* навколо озера Ебісу зазнають II–III стадій рекреаційної дигресії. Ступінь їх пошкодження зростає з наближенням до озера з 800 м ($I_c = 1,60$) до 100 м ($I_c = 2,55$). Зімкнутість крон зменшується з 0,80 до 0,65. Механічні рани мають 7,0% дерев *Q. robur*. Із травостою лісові рослини витісняються рудеральними та адвентивними видами. Підріст стає неблагонадійним, підлісок зникає. Пошкодженість поверхні ґрунту зростає з II стадії (5,5% території) до IV стадії дигресії (27,5%). У цих деревостанах виявлено 28 видів ксилотрофних макроміцетів з 27 родів, 18 родин, 6 порядків відділу *Basidiomycota* (клас *Agaricomycetes*). Кількість їх видів і частота трапляння (кількість знахідок) зменшуються удвічі з наближенням до озера, а частка біотрофних видів, навпаки, майже удвічі зростає (рис. 1). Зі збільшенням пошкодження лісів, порушення їх середовища зростають зміни видової і трофічної структур дереворуйнівних грибів, їх поширення у фітоценозі та зв'язки «деревна порода – ксилотрофи» (зона 100–400 м від озера). Це залежить і від наявності певних видів дерев, до яких приурочені різні гриби.

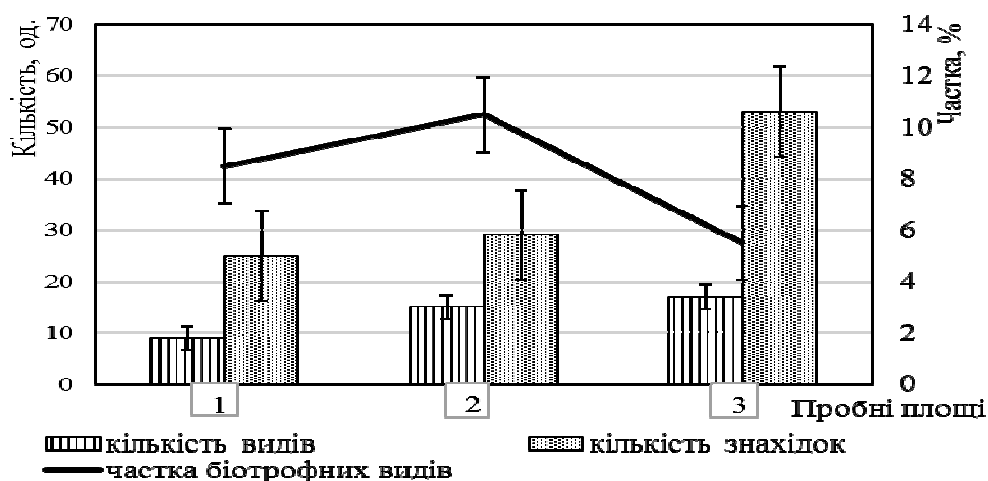


Рис. 1. Розподіл видів та знахідок ксилотрофів на екопрофілі, закладеному від озера Ебісу: ПП1 – 100 м; ПП2 – 400 м; ПП3 (контроль) – 800 м (2016–2017 рр.)

У порушених деревостанах (до 400 м від озера) на *Q. robur* виявлено 9–14 видів ксилотрофів. Вони однаково поширені у кроні, на стовбурі та комелі дерев. Превалюють види I–II стадій деструкції деревини. Найпоширенішим є *Lycoperdon pyriforme* Schaeff. В радіусі до 100 м від озера, в сильно ослаблених деревостанах серед мікобіонтів-паразитів 8,5% складають середньошкідливі гриби зі спорадичною появою *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill та *Phellinus robustus* (P. Karst.) Bourdot & Galzin. Найбільше їх (8 видів; 35 знахідок) на деревах *Betula pendula* Roth., хоча індекс санітарного стану їх кращий ($I_c = 1,65$) ніж *Pinus sylvestris* L. ($I_c = 1,75$) та *Q. robur* ($I_c = 2,71$). Зміни різноманіття ксилотрофів найчутливіше (до 35,3% від контролю) відображав індекс Бергера-Паркера (табл. 1).

Таблиця 1

Зміни різноманіття ксилотрофів у деревостанах *Q. robur* урочища «Лиман Ошитки» Київського Полісся залежно від відстані до озера Ебісу (2016–2017 рр.)

№ з/п	Відстань, м	Індекс різноманіття Шеннона	Індекс домінування Бергера-Паркера	Індекс вирівненості Макінтоша
1	100	1,80±0,09	0,44±0,02	0,71±0,04
2	400	2,83±0,14	0,51±0,02	0,75±0,04
3К	800	2,89±0,14	0,68±0,03	0,69±0,03

Порівняно із зеленою зоною м. Київ, навколо м. Умань рекреаційне навантаження на лісопаркову зону значно менше. Деревостани *Q. robur* урочища «Білогрудівська дача» мають I (75%) і II (25%) стадії дигресії. Інтенсивний вплив спостерігається лише у приміських доступних для населення привабливих місцях неорганізованого відпочинку і спортивних занять та у приузлісних смугах лісу, що межують зі шляхами комунікації. У цих деревостанах механічне пошкодження стовбурів 6–16% дерев у зоні 0,3–2,1 м від ґрунту залежить від відстані до джерел загроз (рис. 2). Виявлено кореляційну від'ємну залежність між висотою розміщення механічних ран ($r = -0,75$) і площею слідів від згарищ ($r = -0,64$) та відстанню до спортивного майданчика у лісі. Частка пошкоджених дерев, а також середня ($r = 0,97$) і сумарна ($r = 0,98$) площа ран стовбурів зростають залежно від ступеня рекреаційної дигресії лісу. Більше, ніж лісова підстилка, витоптаний живий надґрунтовий покрив. Запас деревини сухостою основних порід на таксаційних виділах сягає 5–10 м³/га.

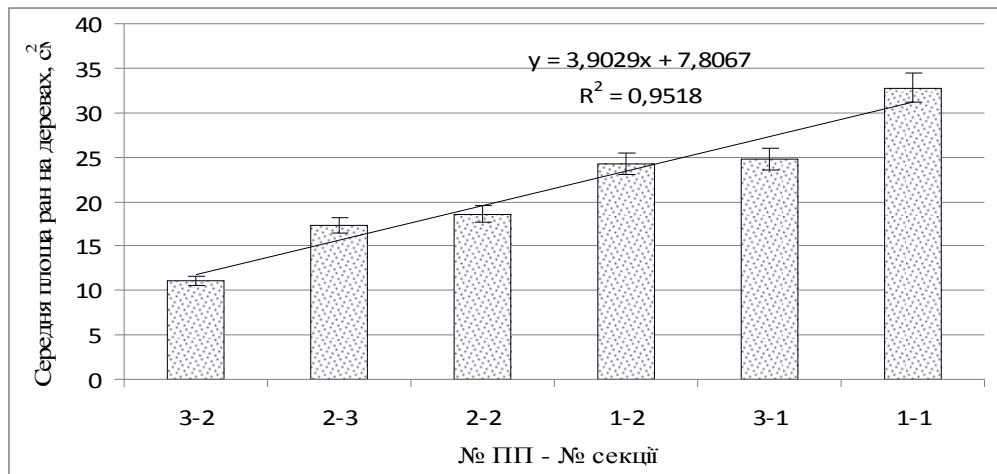


Рис. 2. Залежність середньої площі механічних ран на деревах урочища «Білогрудівська Дача» від ступеня рекреаційної дигресії лісу (2016–2017 рр.):

ПП1-1 – насадження навколо (0–20 м) спортивного майданчика (інтенсивна дигресія); ПП1-2 – суміжна (21–40 м) ділянка (середня дигресія); ПП2-2 – привабливі для відпочинку галявини (середня дигресія); ПП2-3 – привабливі для відпочинку смуги лісу уздовж кварталних просік та інших шляхів комунікації (помірна дигресія); ПП3-1 – узлісна (0–30 м) смуга лісу (середня дигресія); ПП3-2 – суміжна (31–60 м) приузлісна смуга лісу (помірна дигресія)

Q. robur пошкоджений навколо самовільно облаштованих у лісі спортивних майданчиків ($I_c = 2,28–2,63$) та пікнікових галявин ($I_c = 1,91–2,72$) у радіусі до 60 м. Поверхня ґрунту має II–IV стадії дигресії. У травостої лісові види витісняються рудеральними, інвазійними рослинами, які з наближенням до місць відпочинку починають домінувати. Природне поновлення *Q. robur* зникає, його супутників – погіршується. У 2–4 рази зменшується кількість рослин підросту.

Зміни у видовому складі і поширені дереворуйнівних грибів, їх зв'язках з *Q. robur* свідчать про активізацію процесів деградації в екосистемах урочища «Білогрудівська дача». Найбільше поширені (40% знахідок) та розвинуті ксилотрофи на сильно ослаблених (III категорія стану) деревах, а також на ослаблених (II категорія стану) особинах *Q. robur* (37,1%) (рис. 3). Поширення ксилотрофів зростає зі збільшенням деградації деревостану: слабка дигресія – 23,7% знахідок, середня – 38,4%, сильна – 75,0% знахідок на сильно ослаблених деревах.

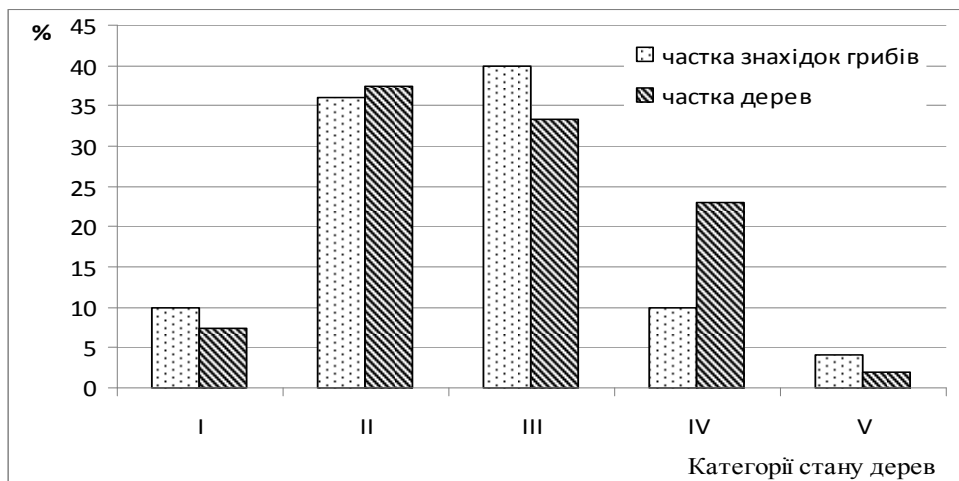


Рис. 3. Розподіл ксилотрофних грибів на деревах *Q. robur* в урочищі «Білогрудівська Дача» за категоріями їхнього стану (2016–2017 рр.)

На відміну від Київського Полісся, в зеленій зоні м. Умань найбільшу чутливість до рекреаційного погіршення умов лісу продемонстрував індекс Шеннона (табл. 2). За середньої деградації ділянки видове різноманіття ксилотрофів зменшилося порівняно з контролем на 38,5%, за інтенсивної – на 48,5%. Значення індексу вирівненості Макінтоша змінювалося відповідно на 30,4% та 21,7%.

Таблиця 2

Зміни різноманіття ксилотрофів у деревостанах *Q. robur* (7Д₃2Лп_д1Кл_г+Ч₃од.Ак_б) урочища «Білогрудівська Дача» залежно від погіршення умов лісу навколо спортивного майданчика (2016–2017 рр.)

№ ПП/С*	Індекс стану деревостану	Індекс різноманіття Шеннона	Індекс домінування Бергера-Паркера	Індекс вирівненості Макінтоша
1/1	2,63	1,34±0,06	0,40±0,02	0,54±0,02
1/2	2,32	1,60±0,08	0,28±0,01	0,48±0,02
1/3	2,28	2,60±0,13	0,36±0,02	0,69±0,03

*Примітки: С1 – інтенсивний, С2 – середній, С3 – помірний вплив рекреації

МІКОІНДИКАЦІЯ КОМПЛЕКСНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ЗАХИСНІ, РЕКРЕАЦІЙНО-ОЗДОРОВЧІ ТА ПРИРОДООХОРОННІ ЛІСИ

На прикладі зеленої зони навколо м. Біла Церква показано більшу (порівняно з одним чинником) складність оцінки, у т.ч. мікоіндикації наслідків впливу на лісові екосистеми комплексу негативних чинників різного походження, відмінних за інтенсивністю і механізмами дії, проявами у часі і просторі.

Урочище «Товста» (2057 га). Рекреаційно-оздоровчі і захисні (у смугі відведення транспортних шляхів) деревостани різною мірою трансформовані внаслідок їх доступності для населення та порушення екологічних норм їх використання. Найкращий стан має *Acer platanoides* L., середньо пошкоджений (Ic = 2,23–2,54) *Q. robur*. Більше ніж *Q. robur* ослаблені *Ulmus laevis* Pall. та *Fraxinus viridis* Michx. Найбільше пригнічені й частково всихають дерева інтродуцента *Gleditschia triacanthos* L. (Ic = 3,53) та надмірно запідсоченої *B. pendula* (Ic = 3,82). Самосів *Q. robur* часто нежиттєздатний, краще розвиваються *A. platanoides* та *F. viridis*. У підрості найкраще розвинений *U. laevis*. Пошкодження деревостанів зростає з наближенням до узлісь, де сформувалися зарості адвентивного *Acer negundo* L. висотою 3–6 м. Це свідчить про втрату цілісності цих лісових екосистем.

Аналіз біоморф (рис. 4) та екологічних стратегій трав'яних рослин показав, що сміттєзвалище на узліссі у бік с. Володимирівка є більшою загрозою біологічного забруднення урочища «Товста», ніж самовільна забудова і засмічення приміського узлісся. Про це свідчить більша частка адвентивних видів та експлерентів-патієнтів. У приміському узліссі урочища інтенсивнішим є рекреаційний вплив: більше розвинута стежкова мережа, витоптана лісова підстилка і поверхня ґрунту, що зумовило розвиток повзучих рослин (18% проти 14% на протилежному узліссі).

Ксилотрофи домінують на стовбурах дерев *Q. robur*, *A. platanoides*, *U. foliacea*. У приміському узліссі вони найчастіше (44,5%) трапляються на дуже ослабленому *Q. robur*. На ослаблених деревах *A. platanoides* поширені 75,5% видів його ксилотрофів, на *U. foliacea* – 36,8% його грибів. У насадженні зі сміттєзвалищем більше (27,7%), ніж на

приміському узліссі, паразитів-індикаторів трансформації лісів – *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Ph. robustus*; більші значення мають індекси ксилорізноманіття і домінування. З боку міста у ксило-мікокомплексі переважають (50–66%) сапротрофні види.

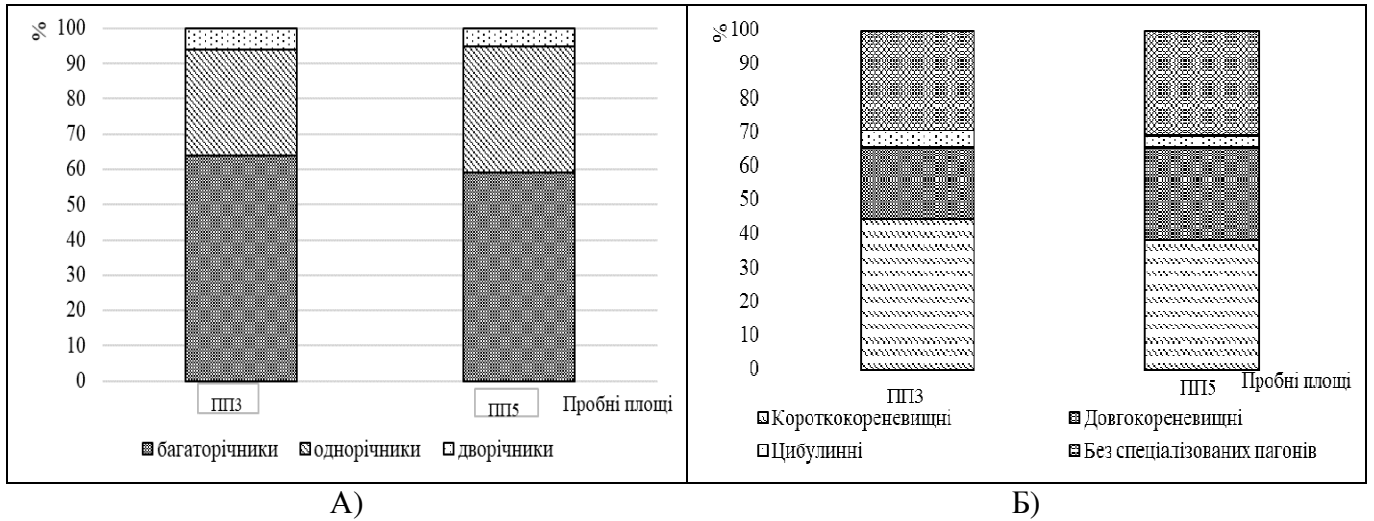


Рис. 4. Спектр життєвих циклів (А) та підземних пагонів (Б) трав'яних рослин в урочищі «Товста» зеленої зони м. Біла Церква (2016–2017 рр.): ППЗ – узлісся в бік міста (самовільна забудова у лісі); ПП5 – узлісся в бік с. Володимирівка (сміттєзвалище)

Урочище «Голендерня» (104 га; дендропарк «Олександрія»). Як свідчить таксономічний, екоморфічний та біоморфологічний аналіз структури трав'яного покриву, а також екологічних стратегій трав'яних рослин, лісова екосистема урочища зберегла природну структуру лише в ядрі лісового масиву. Вона найбільше змінена у перехідній зоні від паркового до лісового типу ландшафту (117–200 м від приміського узлісся), що є наслідком реконструкції лісу у парк, нерегульованої рекреації і забруднення. Індекс адвентизації травостою становить 38,4%. Ксилотрофи поширені переважно (90,0%) на всихаючому гіллі нижньої затіненої частини крон дерев *Q. robur* II–IV категорій санітарного стану. Домінують сапротрофи, частка паразитів сягає 16,7% (рис. 5). Серед факультативних паразитів найпоширенішим є індикатор значної трансформації дубових лісів *Ph. robustus*. Відсутність ксилотрофів у надґрунтовому та кореновому мікогоризонтах спричинена, вірогідно, витоптуванням і пірогенним впливом від непогашених багать.

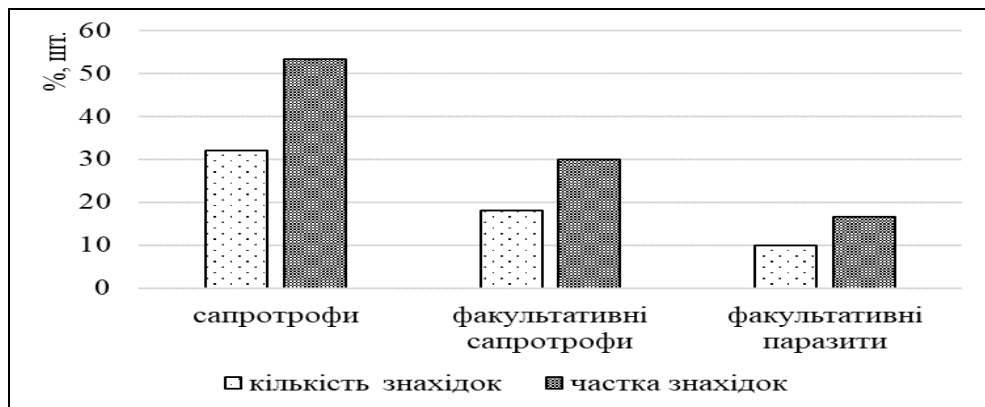


Рис. 5. Співвідношення трофічних груп ксилотрофів у мікоценоячейці перехідної зони урочища «Голендерня» від паркового до лісового типу ландшафту (дендропарк «Олександрія», 2016–2017 рр.)

Урочище «Кошик» (199 га). Внаслідок порушення ґрунтово-гідрологічних умов навколо кар'єру з добування граніту (ВАТ «БЦК») прискорюється деградація не лише стиглих, але й пристигаючих і середньовікових мішаних деревостанів *Q. robur*, особливо у прикор'єрній смузі 0–25 м. Інтенсивний вплив кар'єра проявляється в радіусі 70–590 м (усі деревостани всихають), середній – 130–1580 м (сильно ослаблені насадження), слабкий вплив – до 1630 м від кар'єра (ослаблені; рис. 6). З наближенням до кар'єра зростає зрідження деревостанів, зміна домінантів і структури фітоценозів (деревного, чагарникового і трав'яного ярусів). Менше на лісові екосистеми впливає рекреація. Сумісний вплив цих двох чинників ускладнює виділення частки кожного в інтегральному ефекті змін лісу та ксило-мікокомплексу.

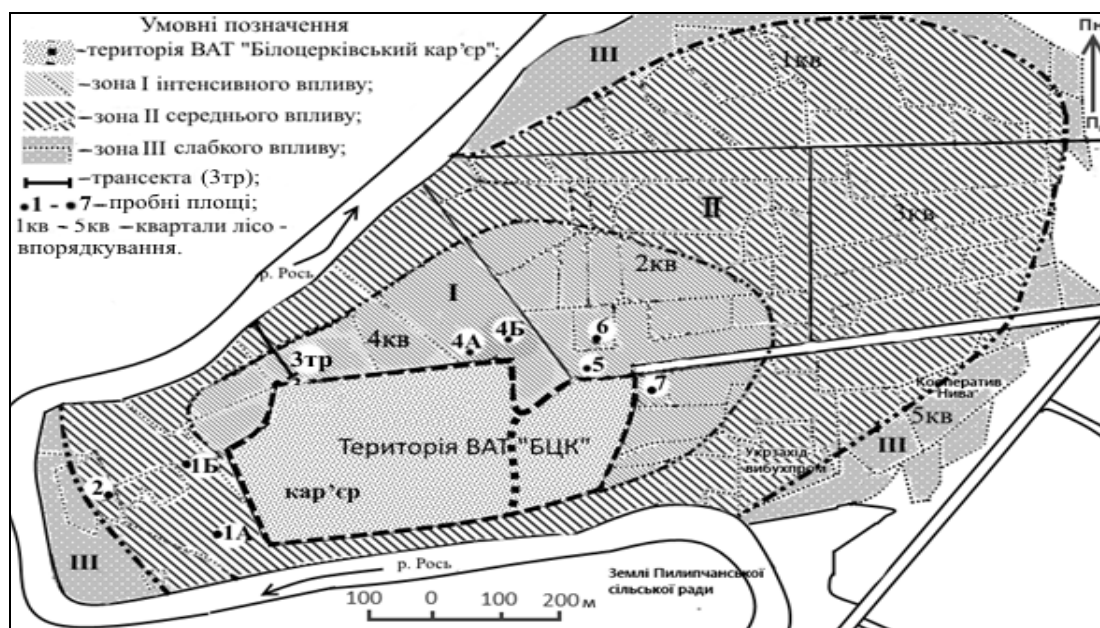


Рис. 6. Просторовий розподіл зон погіршення санітарного стану та структури деревостанів *Q. robur* в урочищі «Кошик» унаслідок впливу кар'єра з добування граніту (2015–2017 рр.)

Найбільше видів (по 10 на ділянці) афілофороїдних грибів виявлено всередині лісового масиву, їх кількість зменшується з наближенням до деградованого узлісся. Понад 95% ксилотрофів виявлено у кронному мікогоризонті. Залежно від категорії стану дерев, вони поширені так (60 м від кар'єра): 50,1% знахідок – на 35,3% особин *Q. robur*, що всихають; 30,2% знахідок – на 38,4% сильно ослаблених дерев; решта – на інших деревах цієї породи. У деградованих біля бровки кар'єра насадженнях найбільше (71,4%) поширені ксилотрофи на особинах *Q. robur*, що всихають (48,2% дерев), найменше (9,5%) – на ослаблених деревах. Видова різноманітність ксилотрофів у лісових екосистемах урочища «Кошик» є нижчою (3–10 видів та 6–26 знахідок), ніж на контролі – в ядрі урочища «Голендерня» (11 видів та 61 знахідка).

Попри добре виражені в урочищі «Кошик» зони зростання деградації деревостанів залежно від відстані до кар'єра, не вдалося встановити залежність змін видового складу та поширення афілофороїдних грибів, а також зв'язків «ксилотрофи – *Q. robur*» від цього показника. Це спричинено накладанням на техногенний ефект рекреаційної дигресії екосистеми. Вплив кар'єра і рекреації істотно відрізняються за просторовим розповсюдженням і механізмами дії на екосистему урочища. Вони

призводять до різних наслідків її дигресії: у різних частинах лісового масиву по-різному деградують відповідні структурні компоненти екосистем. Тому кількість сухої деревини, різних категорій субстрату і, відповідно, зв'язки «ксилотрофи – дерева» змінюються в екосистемах нерівномірно. Проте санітарна структура лісоутворювальних та супутніх порід насаджень урочища, а також видова і трофічна структура ксилотрофів свідчать про активний розвиток патологічних процесів.

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО ПОРУШЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ З УРАХУВАННЯМ КСИЛО-МІКОКОМПЛЕКСУ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

З урахуванням досвіду мікобіотичної фітопатології і ксиломікоіндикації антропогенного порушення лісових екосистем та власних даних обґрунтовано її перспективність для удосконалення наявних методів оцінки стану лісів різного цільового призначення. Визначено методичні принципи, критерії та показники використання ксило-мікокомплексу в діагностиці стану лісових екосистем. Доведено, що зміни видового складу і поширеності ксилотрофів доцільно оцінювати в синекологічній тріаді «деревостан – трав'яний покрив – ксило-мікокомплекс – деревостан». Це зумовлено більшою, порівняно з ксилотрофами, вразливістю видів трав'яного покриву з боку антропогенних чинників, чутливістю трав до змін середовища внаслідок руйнації деревостану, а також більшою вивченістю травостою, наявністю низки загальноновизнаних методів фітоіндикації. Нами встановлено, що зменшення частки гідроморф в екоморфічній структурі трав'яного покриву корелює ($r = 0,63$) зі збільшенням частки факультативних видів-паразитів у ксило-мікокомплексі, а збільшення частки трав'яних видів із змішаним типом стратегії корелює ($r = 0,77$) зі збільшенням кількості ксилотрофів-паразитів (рис. 7).

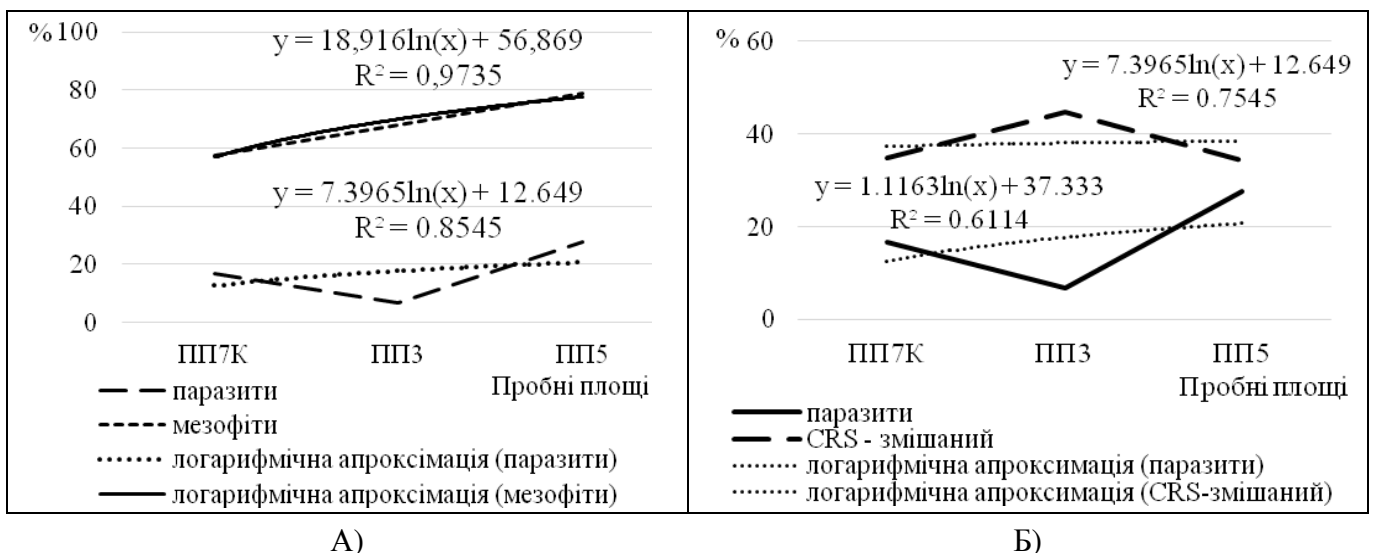


Рис. 7. Тренди зміни частки факультативних грибів-паразитів та трав-мезофітів (А) і видів трав'янистих рослин зі змішаним типом стратегії (Б) у зеленій зоні м. Біла Церква за різних видів і ступенів впливу антропогенних чинників (2016–2018 рр.): ППЗ – «самовільна забудова + середній рекреаційний вплив» (урочище «Товста»), ПП5 – «сміттєзвалище» (урочище «Товста»); ПП7К – «слабкий рекреаційний вплив» (урочище «Голендерня»)

Синтезуючи одержані результати досліджень, а також дані А.Г. Медведєва (2006) і В.А. Мухіна (1993), запропоновано перелік видів афілофороїдних ксилотрофів-індикаторів стану лісів (* – виявлені здобувачем):

Індикатори антропогенної порушеності деревостанів дуба та інших листяних лісів. 1) сильного пошкодження деревостанів листяних порід:

Cerioporus mollis (Sommerf.) Zmitr. & Kovalenko, 2016 – церіопор м'який;

Ganoderma applanatum (Pers.) Pat., 1889 – трутовик плоский;

**Phellinus robustus* (P. Karst.) Bourdot & Galzin, 1925 – трутовик несправжній дубовий;

**Schizophyllum commune* Fries., 1815 – розщепка звичайна;

**Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., 1800 – стереум жорстковолосистий;

Stereum rugosum Pers., 1794 – стереум зморшкуватий;

Trametes gibbosa (Pers.) Fr., 1838 – траметес горбатий;

**Trametes versicolor* (L.) Lloyd, 1920 – траметес різнокольоровий;

Bjerkandera adusta (Willd.) P. Karst., 1879 – б'єркандера обвуглена;

Daedaleopsis tricolor (Bull.) Bondartsev & Singer, 1941 – дедалеопсис триколірний;

Inonotus obliquus (Ach. ex Pers.) Pilát, 1942 – трутовик косий, березовий чорний гриб, чага;

**Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvarden, 1972 – тріхаптум двоякий;

**Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát, 1939 – траметес жорстко волосистий;

2) середнього пошкодження деревостанів листяних порід:

**Hapalopilus rutilans* (Pers.) Murrill, 1904 – трутовик червонуватий;

**Lenzites betulina* (L.) Fr., *Epicrisis Systematis Mycologici*, 1838 – ланзітес березовий;

Lentinus brumalis (Pers.) Zmitr., 2010 – трутовик зимовий;

**Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst, 1881 – трутовик березовий;

**Trametes pubescens* Schumach., 1939 – траметес пухнастий;

Trametes suaveolens (L.) Fr., 1838 – траметес духмяний;

Cerrena unicolor (Bull.) Murrill, 1903 – церена одноколірна;

**Irpex lacteus* (Fr.) Fr., 1828 – ірпекс молочно-білий;

3) слабкого пошкодження деревостанів листяних порід:

Cerioporus varius (Pers.) Zmitr. & Kovalenko, 2016 – трутовик мінливий;

**Fistulina hepatica* (Schaeff.) ex Fr., 1792 – печіночниця звичайна;

**Stereum subtomentosus* Pouzar, 1959 – стереум ніжно повстяний.

Потенційні індикатори антропогенного пошкодження хвойних лісів.

1) сильного пошкодження деревостанів хвойних порід:

Sidera lenis (P. Karst.) Miettinen, 2011 – сідера ніжна;

**Thelephora terrestris* Ehrh., Pl. Crypt. Linn. Exsicc, 1787 – телефора звичайна;

Trichaptum abietinum (Pers. ex J.F. Gmel.) Ryvarden, 1972 – тріхаптум ялицевий;

Trichaptum fuscoviolaceum (Ehrenb.) Ryvarden, 1972 – тріхаптум буро-фіолетовий;

2) середнього пошкодження деревостанів хвойних порід:

Antrodia serialis (Fr.) Donk, 1966 – неоантродія рядова;

Gloeophyllum sepiarium (Wulfen) P. Karst., 1882 – паркановий гриб;

**Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst., 1881 – трутовик облямований;

Postia fragilis (Fr.) Jülich, 1982 – постія ламка.

Індикатори механічного пошкодження дерев листяних порід, зрідження деревостанів, їх фрагментації, утворення галявин:

**Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill, 1920 – трутовик сірчано-жовтий;

**Fomes fomentarius* (L.) Fr., 1849 – трутовик справжній;

**Phellinus igniarius* (L.) Quél., 1886 – трутовик несправжній;

**Leccinum scabrum* (Bull.) P. Karst., 1821 – підберезовик звичайний;

Paxillus involutus (Batsch) Fr., 1838 – свинушка тонка.

ВИСНОВКИ

У дисертації на прикладі захисних, рекреаційно-оздоровчих і природоохоронних категорій лісу визначено, охарактеризовано та систематизовано мікоіндикаційні ознаки антропогенної трансформації лісових екосистем за особливостями зміни видового складу, поширення і дереворуйнівної активності ксилотрофних грибів. Досліджено синекологічні взаємозв'язки змін структур ксилотрофів, деревостану та трав'яного покриву. Обґрунтовано видовий склад ксилотрофів-індикаторів та розроблено принципи і методику їх використання у моніторингу лісів.

1. Ліси зелених зон Києва, Білої Церкви та Умані мають загальновідомі ознаки рекреаційної дигресії. Погіршення умов росту і розвитку дерев, їх всихання і зрідження кронового намету, а також витоптування рекреантами живого надґрунтового покриву, лісової підстилки і верхнього шару ґрунту спричинюють ксерофітизацію умов лісового середовища, зміну світлового і температурного режиму. Про це свідчить зміна структур трав'яного покриву, індекс його адвентивізації зростає до 38,4%.

2. Не залежно від лісівничо-таксаційної характеристики і функціонального призначення пошкоджених лісів існують тісні кореляційні зв'язки між зменшенням частки гідроморф в екоморфічній структурі трав'яного покриву та збільшенням частки факультативних видів-паразитів у ксило-мікокомплексі ($r = 0,63$), а також між збільшенням частки трав'яних видів зі змішаним типом стратегії та збільшенням кількості ксилотрофів-паразитів ($r = 0,77$). Це дає змогу застосовувати мікоіндикацію у синекологічній тріаді «деревостан – трав'яний покрив – ксило-мікокомплекс – деревостан».

3. Судібровні ліси Київського Полісся в радіусі до 400 м від озера Ебісу зазнають рекреагенної трансформації II–III стадій. Порівняно з *Pinus sylvestris* L. та *Betula pendula* L., гірший стан має *Quercus robur* L. ($Ic = 1,70-2,71$). У найбільш деградованих і ослаблених деревостанах із 14 видів ксилотрофів найпоширенішим на *Q. robur* є *Lycoperdon pyriforme* Schaeff. Середню (II) і сильну (III) стадію деструкції деревини спричиняють: *Crepidotus variabilis* (Pers.) P. Kumm., *Gloeoporus dichrous* (Fr.) Bres., *Lenzites betulina* (L.) Fr., *L. pyriforme*, *Phellinus robustus* (P. Karst.) Bourdot & Galzin, *Fistulina hepatica* (Schaeff.) ex Fr. Зміни різноманіття ксилотрофів найкраще ілюстрував індекс домінування Бергера-Паркера.

4. З наближенням до озера Ебісу і зростанням пошкодження деревостанів удвічі зменшується кількість видів ксилотрофів (з 17 до 9) і їх знахідок (з 53 до 25). І, навпаки, удвічі зростає частка біотрофних видів, які найактивніше розвиваються на ослаблених і сильно ослаблених особинах *Q. robur*. Поширення ксилотрофів за мікогоризонтами не змінюється. Середню загрозу для дерев *Q. robur* становлять *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill та *Ph. robustus*, їх частка – 8,5% серед ксиломікобіонтів-паразитів. На деревах *P. sylvestris* та *B. pendula* ксилотрофів виявлено відповідно у 3 і 2 рази менше, ніж на *Q. robur*. Проте *B. pendula* більше пошкоджена трутовиками. Серед мертвого субстрату відпаду найбільше видів ксилотрофів і їх знахідок виявлено на середніх і великих гілках.

5. Порівняно із зеленою зоною м. Київ, навколо м. Умань (урочище «Білогрудівська Дача») рекреаційне навантаження на ліси значно менше – I (75%) і II (25%) стадії дигресії (проти II-III стадій на Київщині). Інтенсивний і середній вплив рекреантів є локальним у приміських привабливих і доступних місцях неорганізованого відпочинку та спортивних занять, а також у приузлісних (до 30 м) смугах лісу, що межують зі шляхами комунікації.

6. В урочищі «Білогрудівська Дача» поширення, таксономічна і трофічна структури дереворуйнівних грибів змінюються залежно від структури і стану лісової екосистеми та розподілу у ній антропогенних порушень. Більшість грибів виявлено на деревах *Q. robur* I–III класів Крафта. Поширення ксилотрофів більше залежить від стану дерев: на ослаблених і сильно ослаблених особинах (їх 37,1 і 32,0%) виявлено найбільше видів (35,7%) і знахідок грибів (40,0%). Мало (7,6%) ксилотрофів на свіжому сухостої *Q. robur*, вони майже не трапляються (до 4,3%) на здорових та усихаючих деревах. Поширення ксилотрофів зростає зі збільшенням деградації деревостану: слабка дигресія – 23,7% знахідок, середня – 38,4, сильна – 75,0% знахідок. Найбільшу чутливість до зміни видового різноманіття ксилотрофів продемонстрував індекс Шеннона.

7. Порівняно з рекреаційним впливом, дія на ліси кількох антропогенних чинників призводить до більшого спектру негативних наслідків, що ускладнює їх оцінку. У зеленій зоні м. Біла Церква, в урочищі «Товста» частка всихаючих і всохлих дерев основних порід складає від 9 до 70%. Найгірший стан має деревостан *B. pendula*, де інтенсивно збирали березовий сік. Ксилотрофи найчастіше трапляються на стовбурах *Q. robur* і *Ulmus laevis* Pall. (17,9% знахідок *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr.) і на пеньках дуба (13,1% – *Hymenochaete rubiginosa* (Dicks.) Lév.). Найменше (1,8%) грибів на сухому субстраті. Стихійне сміттєзвалище у лісі є більшою загрозою біологічного забруднення, ніж самовільна забудова узлісся і рекреація з боку міста.

8. В урочищі «Голендерня» дендропарку НАНУ «Олександрія» найінтенсивніше деградує екосистема лісу у парковій приміській смузі масиву (рудералізація й засмічення фітоценозу; II стадія дигресії ґрунту). Ксилотрофи поширені переважно (90,0%) на всихаючому гіллі нижньої затіненої частини крон дерев *Q. robur* II–IV категорій санітарного стану. Домінують сапротрофи. Частка паразитів у перехідній зоні від паркового до лісового типу ландшафту становить 16,7%. Найпоширенішим є індикатор значної трансформації дубових лісів

Ph. robustus. Відсутність ксилотрофів у надґрунтовому і кореневому мікогоризонтах, вірогідно, спричинена витоптуванням і пірогенним впливом, що виникає від непогашених рекреантами багать.

9. В урочищі «Кошик» зеленої зони м. Біла Церква сильнішим, ніж рекреаційний вплив на ліс, є порушення лісорослинних умов кар'єрним добуванням граніту внаслідок відкачування води, зниження рівня ґрунтових вод. Зона I (площа 28 га) інтенсивного впливу кар'єру, де усі деревостани *Q. robur* всихають (28% сухостійних дубняків урочища) і змінюють структуру, поширена в радіусі 70–590 м від кар'єра; зона II (127 га) середнього впливу – в радіусі 130–1580 м, охоплює 72% сухостійних дубняків урочища; зона III (32 га) слабого впливу – до 1630 м від кар'єра, на периферії лісу, де деревостани ослаблені. Рекреаційна дигресія ґрунту також збільшується з II до III стадії з наближенням до кар'єра. Вона ускладнює діагностику змін лісу, їх просторове зонування, виділення частки певного чинника в інтегральних ефектах змін, їх мікоіндикацію.

10. В урочищі «Кошик» афілофороїдні гриби поширені переважено у кронуовому горизонті (75% видів та 84% знахідок). Найчастіше на деревах *Q. robur* трапляється *Vuilleminia comedens* (Nees) Maire (59,1% знахідок), рідше – *Ph. robustus* (25,2% знахідок), *Peniophora quercina* (19,1%) та *R. molaris* (15,8%). На ослаблених деревах *Q. robur* виявлено види-паразити: *F. hepatica* приурочений до пеньків (65,2%) та комелів (34,9%) дерев; *Ph. robustus* поширений на стовбурах (76,1%) та у кронах дерев (25,3%); *Neocutis dryophila* (Berk.) Fiasson & Niemela займає стовбури у сильно ослаблених деревостанах.

11. Якщо у дубняках зеленої зони м. Умані 83% видів грибів та знахідок зосереджені у надґрунтовому мікогоризонті, то в зеленій зоні Білої Церкви – навпаки – 75–80% видів грибів поширені у кронах (ур. «Кошик» – 75% видів і 84% знахідок; ур. «Голендерня» – 80% видів і 90% знахідок). Це, вірогідно, зумовлено значним розвитком чагарникового ярусу і підросту, більшим затіненням нижньої частини стовбурів дерев, меншої доступності їх для рекреантів та, подекуди, пірогенним впливом.

12. Ксиломікоценоз менше реагує на рекреаційне і техногенне навантаження на відміну від більш вразливих компонентів лісової екосистеми – трав'яного ярусу, підросту, підліску, поверхні ґрунту. Тому в умовах комплексного впливу на ліс різних за природою, адресністю дії і просторовим поширенням негативних чинників тісних зв'язків зміни видового складу і поширення афілофороїдних грибів зі ступенем пошкодження та всихання дерев виявити не вдалося. Також не вдається виявити зазначених зв'язків на коротких екопрофілях (до 60 м).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для оцінки ступеня антропогенної трансформації лісових екосистем, крім відомих ознак дигресії лісової підстилки і ґрунту, таксаційних і санітарних змін деревостану, доцільно враховувати такі показники: 1) зміни структури трав'яного покриву (за тривалістю життєвого циклу рослин, структурою надземних та підземних пагонів, корневих систем, типом стратегії), індекс його адвентизації; 2) зміни ксило-мікокомплексу: видового складу ксилотрофів, їх поширення за

мікогоризонтами фітоценозу; зростання частки стенотрофів і біотрофних факультативних видів-паразитів серед ксилотрофів на ослаблених і сильно ослаблених деревах; стадію деструкції деревини ксилотрофами.

Для мікодіагностики порушення лісів необхідно використовувати гриби-стенотрофи, приурочені до певних деревних порід, та інші найбільш чутливі до змін лісового середовища і санітарного стану дерев види ксилотрофів. Перелік ксилотрофів-індикаторів, а також систему методичних принципів, критеріїв та показників їх використання у листяних і хвойних лісах за сильного, середнього та слабого пошкодження деревостанів викладено у «Методиці оцінки антропогенного порушення лісових екосистем за структурою, поширенням та активізацією афілорофороїдних грибів» (В.В. Лавров, О.І. Блінкова, О.М. Іваненко, З.В. Поліщук, 2018).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України, включених до наукометричної бази даних

1. Лавров В.В., Стадник А.П., Житовоз А.В., Сагдєєва Т.Ю., **Поліщук З.В.** Лісові насадження зеленої зони м. Біла Церква за впливу промислового добування граніту. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 3. С. 25–32 (збір, обробка та аналіз польового матеріалу; участь – 25%).
2. Лавров В.В., Житовоз А.В., **Поліщук З.В.** Зміна дуба його супутниками у зеленій зоні м. Біла Церква під впливом поверхневої розробки корисних копалин і рекреації. *Науковий вісник НЛТУ України*: зб. наук. праць. Львів: РВВ НЛТУ України. 2015. Вип. 25.6. С. 16–24 (аналіз матеріалу; участь – 25%).
3. Лавров В.В., Блінкова О.І., Іваненко О.М., **Поліщук З.В.** Консортивні зв'язки афілорофороїдних грибів та *Quercus robur* L. у місцях промислового добування граніту та рекреаційної діяльності. *Біологічні Студії / Studia Biologica*. 2016. Т. 10 / № 2. С. 163–174 (видання наукометричної бази WoS) (збір, обробка та аналіз польового матеріалу; участь – 20%).
4. Поліщук З.В. Поширення та структура дереворуйнівних грибів у рекреагенно трансформованих судібровах Київського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27(6). С. 42–46.
5. Лавров В.В., Блінкова О.І., Іваненко О.М., **Поліщук З.В.** Зміни консортивних зв'язків афілорофороїдних грибів та *Quercus robur* L. у рекреаційно-оздоровчих лісах зеленої зони м. Умані. *Екологія та ноосферологія*. 2017. Т. 28, № 3–4. С. 5–20 (збір, обробка та аналіз польового матеріалу; участь – 20%).
6. Лавров В.В., Блінкова О.І., Іваненко О.М., **Поліщук З.В.** Методологічні аспекти діагностики рекреагенної трансформації дубових лісів за різноманіттям угруповань ксилотрофних грибів та фітотрофів. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія біологія. 2019. 1(46). С. 81–98 (аналіз польового матеріалу; участь – 15%).

Тези наукових доповідей на конференціях

7. Поліщук З.В. Методичні особливості та перспективність мікоіндикації антропогенної трансформації лісових біотопів за ксилотрофним компонентом. *Наукові пошуки молоді у III тисячолітті. «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення»: Державна наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і докторантів, Біла Церква, 19 листопада 2015 р.* Біла Церква, 2015. С. 3–4.

8. Поліщук З.В. Видовий склад та вертикальна ярусність поширення ксиломікокомплексу в лісових екосистемах дендропарку «Олександрія». *Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті. Напрямок «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення»: Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і докторантів, м. Біла Церква, 19 травня 2016 р.* Біла Церква, 2016. С. 37–38.

9. Блінкова О.І., Іваненко О.М., **Поліщук З.В.** Консортивні зв'язки афілофороїдних грибів та деревних рослин вікової діброви урочища «Голендерня» державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України. *Сучасні тенденції збереження, відновлення та збагачення фіторізноманіття ботанічних садів і дендропарків: Міжнар. наук. конф., Біла Церква, 23–25 травня 2016 р.* Біла Церква, 2016. С. 47–50 (збір, обробка та аналіз польового матеріалу; участь – 25%).

10. Поліщук З.В. Коадаптивна система *Quercus robur* L. та дереворуйнівних грибів лісових насаджень зеленої зони м. Біла Церква. *Аграрна наука – виробництво: Державна наук.-практ. конф., Біла Церква, 17 листопада 2016 р.* Біла Церква, 2016. С. 20.

11. Полищук З.В. Видовой состав и особенности распространения ксилотрофных грибов в антропогенно нарушенных дубовых насаждениях зеленой зоны г. Белая Церковь. *Лесное хозяйство: тезисы докладов 81-й научно-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов Белорусского государственного технологического университета (с международным участием), Минск, 01–12 февраля 2017 г.; отв. за издание И.В. Войтов; УО БГТУ. Минск: БГТУ, 2017. С. 169–170. URL: https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/37/01-LHF-tezisi-2017_9.pdf*

12. **Поліщук З.В.**, Грабовська Т.О. Мікоіндикація ступеня рекреагенної трансформації судібровних типів лісу Київського Полісся. *Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті. Напрямок «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення»: Державна наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і докторантів, Біла Церква, 18–23 травня 2017 р.* Біла Церква, 2017. С. 41 (збір, обробка та аналіз польового матеріалу; участь – 80%).

13. Поліщук З.В. Вплив рекреації на консортивні зв'язки *Quercus robur* L. та афілофороїдних грибів у лісах зеленої зони м. Умані. *Проблеми екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища у ландшафтній сфері: Державна наук.-практ. конф., Біла Церква, 23 листопада 2017 р.* Біла Церква, 2017. С. 2–3.

14. Лавров В.В., Блінкова О.І., Іваненко О.М., **Поліщук З.В.** Угруповання ксилотрофних грибів та дерев урочища «Голендерня» Державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України в умовах рекреаційного впливу. *Вакалівщина: до 50-річчя біологічного стаціонару Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка: зб. наук. праць за матеріалами II Всеукраїнської конф. «Біологічні стаціонари, їх історія та місце в науковій і освітній роботі», Суми,*

21–23 вересня 2018 р. Суми, 2018. С. 140–144 (збір, обробка та аналіз польового матеріалу; участь – 20%).

Науково-методичні видання

15. Інформаційно-аналітична система застосування в Україні еколого-економічних механізмів інтегрованого управління лісовими ресурсами агросфери (методичні рекомендації) / О.І. Фурдичко, В.В. Лавров, П.В. Маціборук, ..., **З.В. Поліщук**. К., 2015. 56 с. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/2011> (збір, обробка та аналіз польового матеріалу; участь – 15%).

16. Методика оцінювання антропогенного порушення лісових екосистем за структурою, поширенням та активізацією ксилотрофних грибів / В.В. Лавров, О.І. Блінкова, О.М. Іваненко, **З.В. Поліщук**. Біла Церква: БНАУ, 2018. 46 с. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/2005> (збір, обробка та аналіз польового матеріалу; участь – 20%).

АНОТАЦІЯ

Поліщук З.В. **Мікоіндикація антропогенної трансформації лісових екосистем у Правобережному Лісостепу і Поліссі України.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». – Інститут захисту рослин НААН, Київ, 2019.

На прикладі судібровних і дібровних типів лісу зелених зон Києва, Білої Церкви та Умані досліджено можливості використання ксило-мікокомплексу в удосконаленні діагностики антропогенної трансформації лісових екосистем. Охарактеризовано порушення консорційних зв'язків «деревна порода – ксилотрофи», зміни видового складу й поширення дереворуйнівних грибів у захисних, рекреаційно-оздоровчих і природоохоронних лісах, що зазнають впливу рекреації, забудови та кар'єрного добування граніту.

Встановлено, що ксиломікоценоз менше реагує на рекреаційне і техногенне навантаження на відміну від більш вразливих компонентів лісової екосистеми – трав'яного ярусу, підросту, підліску, поверхні ґрунту. Тому мікоіндикацію змін лісового середовища слід застосовувати у синекологічній тріаді «деревостан – трав'яний покрив – ксило-мікокомплекс – деревостан». Це підтверджено кореляційними зв'язками між зменшенням частки гідроморф в екоморфічній структурі трав'яного покриву та збільшенням частки факультативних видів-паразитів у ксило-мікокомплексі ($r = 0,63$), а також між збільшенням частки трав'яних видів зі змішаним типом стратегії та збільшенням кількості ксилотрофів-паразитів ($r = 0,77$). Зазначені зв'язки не залежали від лісівничо-таксаційної характеристики і функціонального призначення пошкоджених лісів.

Залежно від особливостей і ступеня антропогенної трансформації лісових біотопів та зміни консорційних зв'язків «деревна порода – ксилотрофні гриби» встановлено і обґрунтовано здатність 37 видів ксилотрофів бути індикаторами

порушень листяних та хвойних лісів. Розроблено методику оцінювання антропогенного порушення лісових екосистем за структурою, поширенням у біотопах екосистеми та активізацією афілорофороїдних грибів, визначено принципи її застосування у моніторингу лісів.

Ключові слова: лісові екосистеми, біотопи, антропогенне порушення, мікодіагностика, ксилотрофні гриби, видовий склад, поширення, консорційні зв'язки.

АНОТАЦІЯ

Полищук З.В. **Микоіндикация антропогенной трансформации лесных экосистем в Правобережной Лесостепи и Полесье Украины.** – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 «Экология». – Институт защиты растений НААН, Киев, 2019.

На примере судубравных и дубравных типов леса зеленых зон Киева, Белой Церкви и Умани исследованы возможности использования ксило-микокомплекса в совершенствовании диагностики антропогенной трансформации лесных экосистем. Охарактеризованы изменения видового состава, распространения дереворазрушающих грибов и нарушения консорционных связей «древесная попрода – ксилотрофы» в защитных, рекреационно-оздоровительных и природоохранных лесах, подвергающихся воздействию рекреации, застройки и карьерной добычи гранита. Применены методы сравнительной экологии на градиентах антропогенного воздействия факторов с учетом ландшафтно-экологических и лесоведческих различий ситуаций.

Установлено, что леса Киевского Полесья в радиусе до 400 м от озера Эбису испытывают рекреагенную трансформацию II–III стадий. В них распространено 28 видов ксилотрофных макромицетов с 27 родов, 18 семейств, 6 порядков отдела *Basidiomycota* (класс *Agaricomycetes*). Ксилотрофы почти одинаково распространены в кроне, на стволе и комле *Quercus robur* L. Превалируют виды I–II стадий деструкции древесины. С приближением к озеру (800–100 м) количество видов ксилотрофов и частота их встречаемости уменьшаются вдвое. И, наоборот, вдвое возрастает доля биотрофных видов грибов, активно развивающихся на ослабленных и сильно ослабленных особях *Q. robur*. Среди ксиломикобионтов-паразитов 8,5% составляют средне вредные *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill и *Phellinus robustus* (P. Karst.) Bourdot & Galzin. Больше всего трутовиков (8 видов) обнаружено на деревьях *Betula pendula* Roth.

В урочище «Белогрудовская дача» возле г. Умань обнаружено 14 видов дереворазрушающих грибов с 11 родов, 9 семейств, 7 порядков классов *Agaricomycetes* и *Tremellomycetes* отдела *Basidiomycota*. Изменения в их видовом составе свидетельствуют об активизации процессов деградации древостоев. Распространение ксилотрофов возрастает с увеличением степени повреждения деревьев *Q. robur*: слабая – 23,7% находок, средняя – 38,4%, сильная – 75,0%. 83% видов афилофороидных грибов сосредоточены в напочвенном микогоризонте.

В зеленой зоне г. Белая Церковь, в урочище «Товста» выявлено 20 видов ксилотрофов из 14 родов, 8 семейств, 4 порядков класса *Agaricomycetes* отдела *Basidiomycota*. На стволах ослабленных деревьев *Q. robur* распространено 44,5% всех видов, найденных на дубе, 75,5% ксилотрофов *Acer platanoides* L., 46,8% видов, найденных на *Ulmus foliacea* L. На опушках леса преобладают (50–66%) сапротрофные ксилотрофы.

В урочище «Голендерня» (дендропарк «Александрия») на *Q. robur* обнаружено 10 видов ксилотрофов с 9 родов, 7 семейств, 5 порядков класса *Agaricomycetes* отдела *Basidiomycota*. Они распространены (80% видов, 90% находок) на усыхающих ветвях нижней затененной части крон деревьев II–IV категорий санитарного состояния. Доля грибов-паразитов в пригородной полосе лесного массива составляет 16,7%. Наиболее распространен индикатор значительной трансформации дубовых лесов *Ph. robustus*.

В лесном массиве «Кошик» (зеленая зона г. Белая Церковь) выявлено 21 вид афилороидных грибов с 15 родов, 12 семейств, 5 порядков класса *Agaricomycetes* отдела *Basidiomycota*. Больше всего их в кроновом горизонте (75% видов, 84% находок). На ослабленных деревьях *Q. robur* выявлены виды-паразиты: *Fistulina hepatica* (Schaeff.) ex Fr. – на пнях (65%) и комлях (35%); *Ph. robustus* – на стволах (76%) и в кронах (25%); *Neocutis dryophila* (Berk.) Fiasson & Niemela занимает стволы в сильно ослабленных древостоях.

В общем, разрушение лесной экосистемы вызывает изменение количественных и качественных характеристик субстратов ксило-микокомплекса и нарушение условий его развития. Однако ксиломикоценоз слабее реагирует на рекреационное и техногенное воздействие в отличие от более уязвимых компонентов лесной экосистемы – травяного яруса, подроста, подлеска, поверхности почвы. Первым на изреживание кронового полога (изменение светового и температурного режимов), что приводит к ксерофитизации условий лесной среды, особенно на вытаптывание, реагирует травяной покров. Об этом свидетельствует изменение его структур и адвентизация (более 38%). Поэтому микоиндикацию изменений лесной среды следует применять в синэкологической триаде «древостой – травяной покров – ксило-микокомплекс – древостой». Это подтверждено корреляционными связями между уменьшением доли гидроморф в экоморфической структуре травяного покрова и увеличением доли факультативных видов-паразитов в ксило-микокомплексе ($r = 0,63$), а также между увеличением доли травяных видов со смешанным типом стратегии и увеличением количества ксилотрофов-паразитов ($r = 0,77$). Указанные связи не зависели от лесоводственно-таксационной характеристики и функционального назначения поврежденных лесов.

По результатам исследования разработана методика оценки антропогенного нарушения лиственных и хвойных лесов по структуре, распространению и активизации 37 видов афилороидных грибов с учетом изменения древостоя и травяного покрова. Определены принципы ее применения в лесном мониторинге.

Ключевые слова: лесные экосистемы, биотопы, антропогенное нарушение, микодиагностика, ксилотрофные грибы, видовой состав, распространение, консортивные связи.

SUMMARY

Polishchuk Z.V. **Mikoindication of anthropogenic transformation of forest ecosystems in the Right-bank Forest-Steppe and Polissya of Ukraine.** – Qualifying scientific work on the manuscript copyrights.

The thesis for a degree of the Candidate of Agricultural Sciences in the speciality 03.00.16 «Ecology». – Institute of plant protection NAAS, Kyiv, 2019.

On the example of oak and co-oak forest types in green areas of Kyiv, Bila Tserkva and Uman, it was explored the possibility of using the xylomycocomplex in improving the diagnostics of anthropogenic transformation of forest ecosystems. Changes in species composition, distribution of wood-destroying fungi and violations of the consortial relations “wood species – xylophiles” in protective, recreational-and-healthy and nature protection forests affected by recreation, development and career extraction of granite are described.

It was established that xylomycocenosis react less to recreational and technogenic loading, in contrast to more vulnerable components of forest ecosystems – grassy tier, undergrowth, understory, soil surface. Therefore, the mycoindication of changes in the forest environment should be used in the synecological triad “forest stand – grass cover – xylomycocomplex – forest stand”. This is confirmed by the correlation links between the decrease of the hydromorph percentage in the eco-morphic structure of the grass cover and the increase in the proportion of facultative parasite species in the xylomycocomplex ($r = 0.63$), as well as between the increase in the proportion of grass species with a mixed type of strategy and the increase in the number of xylophilic parasites ($r = 0.77$). These links did not depend on the forestry and taxation characteristics and the functional purpose of damaged forests.

Depending on the peculiarities and degree of forest biotopes anthropogenic transformation and the change of consortial relations, “wood species – xylophilic fungi”, 37 species of xylophilic-indicators of leaf and coniferous forest disturbances have been established and substantiated. The methodology of anthropogenic disturbance estimation of forest ecosystems by structure, distribution in ecosystem biotopes and activation of aphylloroid fungi has been developed, principles of its application in monitoring of forests are determined.

Key words: forest ecosystems, biotopes, anthropogenic disturbance, mycoindication, xylophilic fungi, species composition, distribution, consortial relations.

Підписано до друку 22.05.2019 р.
Формат 60x90¹/₁₆. Ум. др. арк. 0,9. Зам. 6886. Тираж 100.
РВ відділ, Сектор оперативної поліграфії БНАУ.
09117, Біла Церква, Соборна пл., 8, тел. 33-11-01.