



УДК 504.06:630.22:630.18

## КОНСОРТИВНІ ЗВ'ЯЗКИ АФІЛОФОРОЇДНИХ ГРИБІВ ТА *QUERCUS ROBUR* L. У МІСЦЯХ ПРОМИСЛОВОГО ДОБУВАННЯ ГРАНІТУ І РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**В. В. Лаєров<sup>1</sup>, О. І. Блінкова<sup>2</sup>, О. М. Іваненко<sup>2</sup>, З. В. Поліщук<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет  
Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська область 09100, Україна

<sup>2</sup>Інститут еволюційної екології НАН України, вул. Ак. Лебедєва, 37, Київ 03143, Україна  
e-mail: [elena.blinkova@gmail.com](mailto:elena.blinkova@gmail.com)

На прикладі лісового масиву урочища "Кошик" зеленої зони м. Біла Церква, що зазнає промислового та рекреаційного впливу, досліджено віталітетну, санітарну структури *Quercus robur* і видову, систематичну, трофічну, просторову структури афілофороїдних грибів. З'ясовано, що консортивні зв'язки *Q. robur* та ксилотрофів істотно залежать від процесів і явищ, які зумовлюють розвиток лісової екосистеми, формування мікогоризонтів деревостанів, темпи накопичення деревини різних категорій субстратів, сприятливих для заселення і розвитку ксилотрофів, певних рівнів організації консорцій. Зміни у структурах афілофороїдних грибів на *Q. robur* свідчать про активізацію патологічних процесів у свіжій грабовій діброві урочища, проте не мають тісного зв'язку з віддаленням від гранітного кар'єру. Для визначення параметрів стану та розвитку консортивного зв'язку "ксилотроф–дерево" як біоіндикаторного показника стану лісових екосистем за умов впливу кількох різних чинників (за походженням, просторовим проявом, часом і характером дії тощо) необхідно враховувати взаємонакладання ефектів їхньої дії за принципом емерджентності.

**Ключові слова:** коадаптивна система, афілофороїдні гриби, *Quercus robur* L., гранітний кар'єр, рекреаційний вплив.

### ВСТУП

Нині загально визнано, що серед природних екосистем ландшафтної сфери ліси відіграють визначальну роль у підтриманні її стабільності й істотно впливають на клімат планети (Ріо-1992). Вони є ключовими рослинними угрупованнями для збереження ландшафтної та, особливо, біотичної різноманітності організмів, у тому числі грибів. Для пізнання біотичного різноманіття і закономірностей історичного розвитку, зміни структури угруповань, перетворення їх на інші біоценози актуальними є дослідження консортивних зв'язків як специфічних екологічних об'єктів. Вирішення цих питань перебуває на початковому етапі [2, 5–7, 17, 19]. У цьому контексті варто особливо виділити коадаптивну систему деревних рослин і дереворуйнівних грибів, оскільки найважливішою функціональною роллю ксилотрофів, зокрема

афілофороїдних грибів в екосистемі, є регулювання структур фітоценозів у процесі їхнього сукцесійного руху до стану найбільшої збалансованості всіх його ценотичних структур. Цей гетеротрофний еволюційний механізм поєднує кількісно і якісно різні процеси ослаблення дерев, ураження деревостанів, накопичення деревного відпаду і швидкість його розкладання грибами в цілісний збалансований процес, який відображає відповідні структурні та динамічні характеристики лісової екосистеми [2, 5–7].

Варто зауважити, що встановлення біологічних особливостей ксилотрофів з різними адаптивними стратегіями є перспективним напрямом досліджень у міко-екології та біоіндикації [2, 17]. Зазначені питання особливо актуальні у лісах зелених зон навколо міст і промислових центрів, які займають майже 15 % площі лісового фонду України та за недостатнього регулювання інтенсивності природокористування зазнають істотного впливу комплексу антропогенних чинників [11–14]. Помітного впливу на стан лісів у деяких регіонах завдає гірничодобувна промисловість. Крім вилучення та руйнації певної природної території, влаштування кар'єрів поверхневої розробки корисних копалин призводить до зниження рівня ґрунтових вод унаслідок їх відкачування, що порушує гідрологічний режим цього ландшафту [13, 16]. Це спричиняє прискорення всихання едифікаторів, зміну породного складу, структури та форми едифікаторів, екосистемних (зокрема, коадаптивних еволюційних) зв'язків та функціональних властивостей, порушує цілісність лісових масивів [13–14]. Серед деревних рослин варто зосередити увагу на головній лісоутворювальній породі – *Quercus robur* L., яка займає майже 27,5 % від усієї площі лісів України (<http://dklg.kmu.gov.ua>), та її консортах, афілофороїдних грибах [7]. Незважаючи на накопичений науковцями досвід використання ксилотрофних грибів для оцінювання антропогенного впливу на лісові екосистеми [2, 6, 17], особливості функціонування та розвитку консортивних зв'язків деревних рослин і афілофороїдних грибів лісів зелених зон промислових міст за впливів добування граніту та рекреаційного навантаження залишаються недостатньо дослідженими.

Мета роботи – охарактеризувати вплив поверхневої розробки граніту й рекреаційної діяльності на консортивні зв'язки афілофороїдних грибів і *Q. robur* на прикладі урочища "Кошик" зеленої зони м. Біла Церква та БАТ "Білоцерківський кар'єр".

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

БАТ "Білоцерківський кар'єр" (далі – кар'єр) добуває граніт з 1961 р. і розташоване на правому березі р. Рось, усередині лісового масиву урочища "Кошик", де виходить на поверхню гранітний щит. Урочище має площу 199 га, лісові землі – 150, а вкрита лісом площа становить 132,5 га (88,3 %). Переважають (49,1 % території) деревостани *Q. robur* (40,1 %), значно менше *Pinus sylvestris* L. (4,5 %), *Robinia pseudoacacia* L. (2,0 %) і *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. (1,8 %). За середньозваженою оцінкою, в урочищі ростуть дубняки віком 109 років, заввишки 21,7 м, діаметром 33,1 см, їх характеризують класом бонітету II,3 і відносним запасом сухою – 6,8 м<sup>3</sup>/га.

Вплив кар'єру (глибина 80 м, площа 18,1 га) та рекреації на структурно-функціональні параметри лісового масиву урочища, у тому числі на консортивні зв'язки афілофороїдних грибів з *Q. robur* досліджували за принципами порівняльної екології з урахуванням просторового розміщення і характеристики деревостанів методами лісознавства і ландшафтної екології [1, 12, 21]. Було обрано сім таксаційно різних деревостанів *Q. robur*, що ростуть на горбистому мезорельєфі у найпоширенішому типі лісу (D2-гД, свіжа грабова діброва) урочища на різній віддалі (25–195 м) від

кар'єру в зонах інтенсивного та середнього його впливу [13] (табл. 1). Ґрунт – сірий лісовий супіщаний, на глибині 1–4 м підстелений гранітним щитом. За браком подібного неушкодженого деревостану відносним контролем слугував значно старший (213 років) типологічно ідентичний деревостан у центрі урочища “Голендерня” Державного дендропарку “Олександрія” НАН України (3,9 км від кар'єру), який зазнає рекреаційного навантаження. На пробних площах (далі – ПП) дослідження здійснювали на різних рівнях організації біосистем залежно від проявів трансформації екосистеми та поширення афілофороїдних грибів: орган дерева, деревна рослина, популяція (вид), біогрупа (ярус) фітоценозу, фітоценоз. Стан деревних рослин оцінювали за санітарними правилами [8]. Назви рослин наведено за С.К. Черепановим [10]. Віталітетний аналіз здійснювали за Крафтом. Вплив рекреаційної діяльності оцінювали за станом поверхневого шару ґрунту, який характеризували за категоріями: 1 – ґрунт неушкоджений; 2 – підстилка розпушена (поодинокі проходи); 3 – стежка в підстилці; 4 – стежка, дорога без підстилки; 5 – стежка або дорога з розмивами; 6 – наноси, розмиви, утворені під час спуску рекреантів. Визначали стадії дигресії ґрунту: I – за якою ґрунти 3–6-ї категорії порушеності займають до 2 % площі ділянки; II – від 2 до 10 % площі; III – від 10 до 25% площі; IV – від 26 до 40 % площі; V – понад 40 % площі ділянки [15].

Таблиця 1. Лісівничо-таксаційна характеристика насаджень на пробних площах

Table 1. Characteristics of stands in experimental plots

ПП	Квартал	Виділ	Відстань від кар'єру, м	Склад деревостану	Головна порода	Вік А, років	Середня висота Н, м	Середній діаметр D, м	Зімкнутість деревного намету	Повнота	Запас деревини М, м³/га	Індекс стану І <sub>c</sub>	Стадія рекреаційної дигресії ґрунту
1	4	1	25	8Дз 1Брс 1Клг	Дз	Дз-153 Брс-72 Клг-74	Дз-18,7 Брс-16,3 Клг-15,4	Дз-37,5 Брс-20,6 Клг-19,5	0,55	0,53	120	4,87	III
2	4	8	60	10Дз	Дз	170	17,6	45,8	0,38	0,29	50	3,51	II
3	4	2	100	10Дз	Дз	150	19,8	51,4	0,62	0,46	100	2,23	II
4	4	8	125	10Дз	Дз	150	19,8	51,4	0,62	0,42	100	2,41	II
5	2	16	165	7Сз 3Дз	Сз	Сз-89 Дз-85	Сз-23,3 Дз-24,6	Сз-37,3 Дз-27,4	0,87	0,66	250	2,86	II
6	2	17	195	10Дз	Дз	82	19,2	26,4	0,85	0,75	225	2,67	II
7К	5	н/в	3850	10Дз	Дз	213	18,7	61,5	0,80	0,60	н/в	3,53	II

**Примітка:** К – контрольний деревостан. Деревні види: Дз – дуб звичайний (*Q. robur*); Брс – берест (*U. minor*); Клг – клен гостролистий (*A. platanoides*); Сз – сосна звичайна (*P. sylvestris*); н/в – не визначали

**Comments:** К – control stands. Wood species: Дз – *Q. robur*; Брс – *U. minor*; Клг – *A. platanoides*; Сз – *P. sylvestris*; н/в – not defined

Збір мікологічного матеріалу проводили з урахуванням онтогенетичних особливостей грибів [18]. Карпофори одного виду гриба на кількох субстратах одного дерева (різні екологічні ніші) вважали єдиним видом, а не різними. Натомість, один субстрат, вкритий карпофорами кількох видів афілофороїдних грибів, залучали до

різних знахідок. Кожну знахідку фотографували у свіжому стані фотокамерою Nikon Coolpix L830. Види, що легко ідентифікуються "*in oculo nudo*" та не потребують додаткових мікоморфологічних досліджень, до гербарію не відбирали. Видову належність знахідок афілофороїдних грибів визначали за Bernicchia (2005), Cléménçon (2009) та Bernicchia, Gorjón (2010), а номенклатуру видів – за MusoBank (ROBERT et al., 2005). Аналіз трофічної структури афілофороїдних грибів здійснено за трофічною пристосованістю до деревних порід (I–IV трофічні групи): евритрофи I порядку (EI, консорти як листяних, так і хвойних дерев), евритрофи II порядку на листяних (EIIл) і стенотрофи (C, консорти переважно одного роду деревних рослин). Розрізняли та морфометрично оцінювали такі категорії мертвих субстратів едифікатора консорції – сухостій, повалені стовбури, велике та дрібне гілля, а також пні зрубаних дерев. Просторову структуру афілофороїдних грибів аналізували по їх розподілу за мікогоризонтами: ґрунтовим, надґрунтовим, комлевим, стовбуровим і кронним. У межах кожного мікогоризонту визначали кількість, частку видів і знахідок афілофороїдних грибів. Для всіх видів грибів-консортів встановлювали частки їхніх знахідок у мікогоризонті.

Для визначення видового багатства ксилімікобіоти використано коефіцієнт Менхініка:

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}, \text{ де } S - \text{кількість видів; } N - \text{кількість знахідок.}$$

Для узагальненої оцінки різноманітності використано індекс Пілоу:

$$E_H = \frac{H}{H_{\max}}, \text{ де } H - \text{індекс Шеннона: } H = -\sum p_i \log_{10} p_i, p_i - \text{відносний достаток}$$

кожного виду;  $H_{\max}$  – максимальне значення індексу Шеннона ( $H_{\max} = \lg N$ ;  $N$  – кількість видів у біоті).

Подібність сформованих консорційних зв'язків "*Q. robur*–афілофороїди" досліджували за допомогою кластерного аналізу (OriginPro 9.0) середньозважених значень кількісних і якісних показників на кожній ПП екопрофілю. Для оцінювання дистанції між об'єктами було вибрано Евклідову відстань.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХНЄ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті попередніх досліджень встановлено, що в урочищі "Кошик" у міру наближення до гранітного кар'єру погіршуються умови росту і розвитку *Q. robur* [13, 14]. Прискорюється всихання не лише стиглих, але й пристигаючих і середньовікових дубняків. Ймовірно, що це спричиняє зміни у структурі консорцій деревних рослин і ксилотрофних грибів. Так, у лісовому масиві загалом нами виявлено 21 вид (166 знахідок) афілофороїдних грибів із 15 родів, 12 родин, 5 порядків класу Agaricomycetes відділу Basidiomycota на чотирьох видах дерев (*Q. robur*, *Acer platanoides* L., *Crataegus oxyacantha* L. і *Malus sylvestris* (L.) Mill.) (табл. 2).

Екосистема лісового масиву найдужче трансформована в приузлисній смузі (шириною до 25 м) уздовж північного, північно-західного і західного краю бровки кар'єру (ПП1). Тут *Q. robur* у віці 153 роки має індекс стану ( $I_c$ ) 4,87. Природного поновлення його немає. Підріст сформований *A. platanoides* і *Ulmus minor* Mill. (вік (A) – 20 р., висота (H) – 7–9 м, густота дерев (N) – 7,2 тис. шт./га, загальний  $I_c = 3,05$ ). У трав'яному ярусі домінують нелісові та лісові види *Achillea millefolium* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Berteroa incana* L., *Galium aparine* L., *Trifolium pratense* L., *Solidago*

Таблиця 2. Таксономічна структура афілофороїдних грибів

Table 2. Taxonomic structure of aphylloroid fungi

Порядки	Родини	Види
Corticiales	Corticaceae	<i>Dendrothele acerina</i> (Pers.) P.A. Lemke
		<i>Vuilleminia comedens</i> (Nees) Maire
Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Hymenochaete rubiginosa</i> (Dicks.) Lév.
		<i>Phellinus ferruginosus</i> (Schad.) Pat.
		<i>P. punctatus</i> (P.Karst.) Pilát
		<i>P. robustus</i> (P.Karst.) Bourdot et Galzin
	Schizoporaceae	<i>Oxyporus corticola</i> (Fr.) Ryvarden
		<i>Schizopora flavipora</i> (Berk. et M.A. Curtis ex Cooke) Ryvarden
		<i>S. paradoxa</i> (Schrad.) Donk
Polyporales	Fomitopsidaceae	<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill
	Meruliaceae	<i>Hyphoderma setigerum</i> (Fr.) Donk
	Phanerochaetaceae	<i>Phanerochaete laevis</i> (Fr.) J. Erikss. et Ryvarden
	Polyporaceae	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd
Russulales	Peniophoraceae	<i>Peniophora cinerea</i> (Pers.) Cooke
		<i>P. quercina</i> (Pers.) Cooke
	Stereaceae	<i>Stereum gausapatum</i> (Fr.) Fr.
		<i>S. hirsutum</i> (Willd.) Pers.
Agaricales		<i>S. subtomentosum</i> Pouzar
	Physalacriaceae	<i>Cylindrobasidium evolvens</i> (Fr.) Jülich
	Pterulaceae	<i>Radulomyces molaris</i> (Chaillat ex Fr.) Christ.
	Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.
Загалом: 5	12	21

*canadensis* L. тощо. Загальне проективне покриття – 45,0 %. Поверхня ґрунту має 3-тю стадію дигресії: пошкоджені ділянки займають 11,5 % площі (II–III категорії) (табл. 1). Загалом на *Q. robur* виявлено 7 видів (21 знахідку) афілофороїдних грибів з 6 родів, 6 родин, 4 порядків класу Agaricomycetes відділу Basidiomycota. Усі плодоношення містяться у кронному мікогоризонті: *Peniophora quercina* (Pers.) Cooke (8 знахідок), *Vuilleminia comedens* (Nees) Maire (5), *Radulomyces molaris* (Chaillat ex Fr.) Christ. (3), *Phellinus ferruginosus* (Schad.) Pat. (2), *P. robustus* (P.Karst.) Bourdot et Galzin, *Schizopora paradoxa* (Schrad.) Donk і *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. (по 1; табл. 3). Порівняно з узліссями, що прилягають до рекреаційно навантаженого берега р. Рось та, особливо, кар'єру, *Q. robur* має кращу збереженість усередині лісового масиву [14, 15]. У міру наближення від ядра урочища до кар'єру санітарний стан деревостанів погіршується від категорії “здоровий” до категорії “усихаючий”. У приузлисній смузі масиву біля бровки кар'єру частка свіжого сухостою *Q. robur* сягає 6,7 %, здорових дерев збереглося 6,1 %. Проте на пнях, повалених деревах, великому та дрібному гіллі не знайдено афілофороїдних грибів. Найбільше (71,4 %) їх було на особинах *Q. robur*, що всихають (48,2 % дерев), найменше – на ослаблених деревах (9,5 %) (рис. 1). Проте домінують ці консорти на деревах IV класу Крафта (81,0 % знахідок). Істотних механічних пошкоджень дерев не виявлено.

Таблиця 3. Загальний розподіл афілофороїдних грибів за мікогоризонтами

Table 3. Total distribution of aphylloroid fungi by mycohorizons

№ з/п	Вид гриба-консорта	Вид дерева-едификатора консорції	Мікогоризонти*				
			1	2	3	4	5
1	<i>Cylindrobasidium evolvens</i> (Fr.) Jülich	<i>Quercus robur</i> L. (1)	—	—	—	—	0,7
2	<i>Dendrothele acerina</i> (Pers.) P.A. Lemke	<i>Acer platanoides</i> L. (5)	—	—	28,6	8,3	1,4
3	<i>Hymenochaete rubiginosa</i> (Dicks.) Lév.	<i>Quercus robur</i> L. (2)	—	—	28,6	—	—
4	<i>Hyphoderma setigerum</i> (Fr.) Donk	<i>Quercus robur</i> L. (3)	—	12,5	—	—	1,4
5	<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	<i>Quercus robur</i> L. (1)	—	—	14,2	—	—
6	<i>Oxyporus corticola</i> (Fr.) Ryvarden	<i>Quercus robur</i> L. (2)	—	12,5	—	—	0,7
7	<i>Peniophora cinerea</i> (Pers.) Cooke	<i>Acer platanoides</i> L. (1) <i>Quercus robur</i> L. (1)	—	12,5	—	—	0,7
8	<i>P. quercina</i> (Pers.) Cooke	<i>Quercus robur</i> L. (19)	—	—	—	—	13,7
9	<i>Phanerochaete laevis</i> (Fr.) J. Erikss. et Ryvarden	<i>Quercus robur</i> L. (3)	—	—	—	—	2,2
10	<i>Phellinus ferruginosus</i> (Schad.) Pat.	<i>Quercus robur</i> L. (7)	—	—	—	—	5,0
11	<i>P. robustus</i> (P.Karst.) Bourdot et Galzin	<i>Quercus robur</i> L. (25)	—	—	—	75,1	11,5
12	<i>P. punctatus</i> (P.Karst.) Pilát	<i>Crataegus oxyacantha</i> L. (1)	—	—	—	8,3	—
13	<i>Radulomyces molaris</i> (Chaillat ex Fr.) Christ.	<i>Quercus robur</i> L. (16)	—	—	—	—	11,5
14	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	<i>Quercus robur</i> L. (1)	—	12,5	—	—	—
15	<i>Schizopora flavipora</i> (Berk. et M.A. Curtis ex Cooke) Ryvarden	<i>Quercus robur</i> L. (6)	—	—	—	—	4,3
16	<i>S. paradoxa</i> (Schröd.) Donk	<i>Quercus robur</i> L. (2)	—	—	—	—	1,4
17	<i>Stereum gausapatum</i> (Fr.) Fr.	<i>Quercus robur</i> L. (3)	—	—	—	—	2,2
18	<i>S. hirsutum</i> (Willd.) Pers.	<i>Quercus robur</i> L. (6)	—	12,5	28,6	8,3	1,4
19	<i>S. subtomentosum</i> Pouzar	<i>Quercus robur</i> L. (1)	—	12,5	—	—	—
20	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill. (1)	—	—	—	—	0,7
21	<i>Vuilleminia comedens</i> (Nees) Maire	<i>Quercus robur</i> L. (59)	—	25,0	—	—	41,2
Загалом видів:		4	0	7	4	4	15
Загалом знахідок:		166	0	8	7	12	139
% від загальної кількості видів:			0	35,0	20,0	20,0	75,0
% від загальної кількості знахідок:			0	4,8	4,3	7,2	83,7

**Примітка:** \* – % знахідок грибів у межах кожного мікогоризонту; 1 – кореневий; 2 – надґрунтовий; 3 – комлевий; 4 – стовбуровий; 5 – кроновий; "—" – не виявлено

**Comments:** \* – pcs./%; 1 – root; 2 – ground; 3 – boot; 4 – stem; 5 – photosynthesizing myco-horizon; "—" – not detected

Далі від кар'єру (ПП2; 60 м) стан лісових деревостанів трохи покращується, проте вони є сильно ослабленими, здорових дерев *Q. robur* до 12 % ( $I_c = 3,51$ ). На свіжо-му сухостої домінують особини IV класу Крафта. Поверхня ґрунту порушена на 8,5 % площі тільки до 2 стадії рекреаційної дигресії, I–II її категорій. В однарусному деревостані породним складом 10Дз підріст *Q. robur* є недостатнім для його природного відновлення ( $H = 0,8–1,1$  м;  $N = 0,4–0,6$  тис. шт./га). Підлісок представлений



лише *Corylus avellana* L. ( $H = 2,2-2,5$  м;  $I_c = 2,85$ ). У трав'яному ярусі, що покриває 75,5 % площі, домінують *Dactylis glomerata* L., *Lamium album* L., *Galium odoratum* L., *Poa pratensis* L., *Polygonatum odoratum* (Mill.), *Stellaria holostea* L. На живих деревах *Q. robur* було виявлено 8 видів афілофороїдних грибів (21 знахідку) з 7 родів, 7 родин і 5 порядків. Лише одна знахідка *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill відмічена на корі пня ( $D = 48,2$  см). Решту плодоношень знайдено у кроні мікогоризонті (95,2 %): *V. comedens* (9 знахідок), *P. quercina* і *R. molaris* (по 3), *Stereum gausapatum* (Fr.) Fr. (2), *Hyphoderma setigerum* (Fr.) Donk, *P. ferruginosus* і *P. robustus* (по 1). У цій частині масиву, як і в приузлиній смузі, домінують афілофороїдні гриби на деревах IV категорії стану (50 % знахідок – на 35 % особин *Q. robur*, що всихають); 30 % знахідок – на 38 % сильно ослаблених дерев (рис. 1). Причому найбільше (45 %) ксилотрофів поширено на деревах IV класу Крафта, частка яких становить 6,7 %. Однак на відміну від деградованого деревостану ПП1, що біля кар'єру, на ПП2 ці гриби трапляються і на деревах I та II класів Крафта (по 25,0 %).

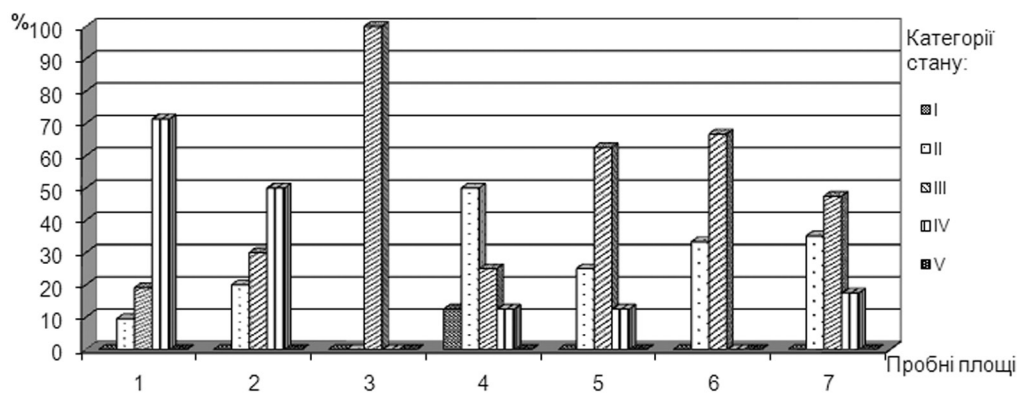


Рис. 1. Знахідки афілофороїдних грибів за категоріями стану *Q. robur* на екопрофілі

Fig. 1. Findings of aphyllophoroid fungi by categories of state of *Q. robur* on the ecoprofile

На відстані 100 м від кар'єру санітарний стан деревостанів *Q. robur* кращий, вони – ослаблені (ПП3). *Q. robur* росте у першому ярусі ( $I_c = 2,23$ ), другий сформований *A. platanoides* ( $I_c = 3,50$ ). Частка здорових особин *Q. robur* сягає 24,8%. Усихають переважно дерева III–IV класів Крафта. *Q. robur* не поновлюється, у підрослі лише *A. platanoides*. У підліску поширений *U. minor* ( $A = 20$  р.,  $H = 7-9$  м,  $N = 4,1$  тис. шт./га,  $I_c = 2,75$ ). Порівняно із зоною 60 м (ПП2), поверхня ґрунту порушена менше: 5,2 проти 8,5 % площі I–II категорії рекреаційної дигресії 2-ї стадії змін. У трав'яному ярусі з покриттям 65,0 % домінують також нелісові види *Alliaria petiolata* L., *D. glomerata*, *Daucus carota* L., *Geum urbanum* L., *Melica nutans* L., *Urtica dioica* L. У деревостані ПП3 виявлено 10 видів афілофороїдних грибів із 7 родів, 5 родин і 3 порядків (табл. 2). Із 26 знахідок 6 були на *A. platanoides*, 20 – на *Q. robur*. 53,8 % знахідок зафіксовано на сухому гіллі живих дерев, у кроні мікогоризонті: *P. robustus* (4 знахідки), *V. comedens* (3), *Dendrothele acerina* (Pers.) P.A. Lemke (3), *Peniophora cinerea* (Pers.) Cooke, *P. quercina*, *P. ferruginosus*, *S. paradoxa* і *S. hirsutum* (по 1). Усі дереворуйнівні гриби тут поширені лише на деревах III категорії стану (рис. 1), з них 57,1 % – на деревах I класу розвитку. На деревах III класу Крафта, які природно всихають, – лише 7,2 %.

Деревостани *Q. robur* ослаблені навіть далеко від узлісся, біля ядра лісового масиву. Так, в одноярусному монопородному деревостані *Q. robur* (ПП4; 125 м від кар'єру;  $I_c = 2,41$ ) частка здорових дерев становить 27,5 %, решта – різною мірою ослаблені, у т.ч. 8,2 % – ті, що всихають, і 5,5 % – свіжий сухостій. Це більш захищені від людей ділянки. Стежки займають лише 5,5 % площі (I–II категорія дигресії). Тут доволі поширені та добре розвинені значні куртини підліску *C. oxyacantha* і *C. avellana*. У підрості домінують *U. minor* (H = 1,8 м; N = 2,0–2,2 тис. шт./га) та *Tilia cordata* Mill. (H = 3,6 м; N = 1,8–2,0 тис. шт./га), натомість підріст *Q. robur* за шкалою В.Г. Нестерова є неблагонадійним (0,6–0,8 тис. шт./га). Трав'яний ярус покриває 75 % лісових ділянок і представлений типовим різнотрав'ям, у якому домінують *G. aparine*, *G. urbanum*, *Poa nemoralis* L., *S. holostea*, *S. canadensis*, *U. dioica* тощо. Поширено 10 видів (23 знахідки) афілофороїдних грибів із 9 родів, 8 родин та 5 порядків на *C. oxyacantha* (1) та *Q. robur* (22). 74 % ксилотрофів розвивається у крону мікогоризонти живих дерев *Q. robur*: *V. comedens* (8 знахідок), *R. molaris* (4), *Phanerochaete laevis* (Fr.) J. Erikss. et Ryvarden (3), *Oxyporus corticola* (Fr.) Ryvarden та *S. gausapatum* (по 1). Натомість, лише 13 % знахідок припадає на повалені стовбури та гілля *Q. robur* у надґрунтового мікогоризонти: *H. setigerum* (D = 33,0 см), *Schizophyllum commune* Fr. (D = 8,0 см), *V. comedens* (D = 4,0 см) (по 1). Серед інших категорій мертвого субстрату одна знахідка *Hymenochaete rubiginosa* (Dicks.) Lév. була на безкорих ділянках пня *Q. robur* (D = 35,0 см). 50,0 % дереворуйнівних грибів знайдено на ослаблених особинах *Q. robur*, яких у деревостані 34,7 %. На деревах I та IV категорій санітарного стану розвивається однакова кількість ксиломікобіонтів – по 12,5 % (рис. 1). Проте серед усіх знахідок на деревах усіх класів Крафта найбільше (31,3 %) ксиломікобіонтів виявлено на деревах IV (17,5 %) і найменше – на деревах I класу Крафта (18,5 %), що є природною закономірністю.

Усередині урочища найбільше збережені умови лісу. Проте і тут трапляються сильно ослаблені деревостани *Q. robur* навіть у віці 85 років (ПП5;  $I_c = 2,86$ ), хоча в них добре розвинений підріст *A. platanoides* та *U. minor* (A = 20 р., H = 2–4 м, N = 4,3 тис. шт./га,  $I_c = 3,05$ ). Витоптаних ділянок I–II категорій дигресії мало – 4,5 %. У трав'яному ярусі (85,0 %) домінують лісові й адвентивні види *Aegoropodium podagraria* L., *Asperula odorata* L., *Impatiens parviflora* DC., *Geranium sanguineum* L., *Senecio vulgaris* L., *Stenactis annua* L., *T. pratense* тощо. Афілофороїдних грибів на *Q. robur* виявлено тільки 3 види (8 знахідок) з 3 родів, 3 родин і 3 порядків. Імовірно, це спричинено відсутністю сухоостою (0,2 %), пнів і малою кількістю повалених стовбурів та гілля. Натомість, 87,5 % знахідок виявлено на сухому гіллі крони дерев II–IV категорій стану: *V. comedens* (6) і *R. molaris* (1). У стовбуровому мікогоризонти *Q. robur* IV класу Крафта, IV категорії стану один раз трапилась знахідка *P. robustus*. Про природність поширення афілофороїдних грибів у цій частині лісового масиву свідчить той факт, що 62,5 % їх розвивається на сильно ослаблених деревах, частка яких становить 49,1 % (рис. 1). На відміну від ближчих до кар'єру деревостанів, тут найменше (12,5 %) заселені грибами ослаблені особини *Q. robur*. Ксиломікобіонти домінують на особинах IV класу Крафта (62,5 %).

У подібному, проте більш віддаленому від кар'єру деревостані (ПП6; 195 м;  $I_c = 2,67$ ) ситуація ідентична – афілофороїдних грибів на *Q. robur* виявлено 3 види (6 знахідок) з 3 родів, 3 родин і 3 порядків. Натомість, на відміну від ПП1 та ПП2, на деревах IV категорії санітарного стану грибів не виявлено. Розподіл консортів за деревами I, II, III класів Крафта виявився майже однаковим: 30,0; 33,3 і 35,0 %.



Видова різноманітність афілофороїдних грибів у деревостанах *Q. robur* урочища "Кошик" є нижчою, ніж на контролі – 3–10 видів і 6–26 знахідок проти 11 видів та 61 знахідки. Загалом, 91,6 % усіх знахідок грибів, 76,2 % видів було виявлено на живих деревах *Q. robur* I–IV категорій стану, інші – на мертвому субстраті (пеньки, сухостій, середнє і велике гілля, стовбури). Найбільшою кількістю видів і знахідок грибів (15/139, відповідно 75,0 і 83,7 % від загальної кількості) характеризується кронний мікогоризонт. Порівняно незначну кількість афілофороїдних грибів виявлено у стовбуровому (12 знахідок; 7,2 % від загальної кількості), надґрунтовому (8; 4,8 %) та комлевому (7; 4,3 %) мікогоризонтах (табл. 3). Проте тісного взаємозв'язку між значенням індексу Менхінка (діапазон від DMn = 1,19 на ПП5 до DMn = 1,99 на ПП4) та віддаленістю консорцій від кар'єру не встановлено. Найбільше видів (по 10) афілофороїдних грибів виявлено всередині лісового масиву (ПП3, ПП4). Видове різноманіття досліджених грибів зменшується у напрямках узлісь, повернених до кар'єру і до річки (DMn = 1,19 на ПП5; DMn = 1,22 на ПП6). Значення індексу Пілоу не має зазначених зв'язків (діапазон від EH = 0,48 на ПП2 до EH = 0,92 на ПП6). Такий розподіл, імовірно, спричинений доволі неоднаковими санітарною та віталітетною структурами *Q. robur* у досліджуваних деревостанах. Це свідчить про різні етапи процесів руйнації цих деревостанів і трансформації їхньої структури у напрямках зрідження материнського намету, природного його поновлення та зміни *Q. robur* видами-супутниками, заміни деревостану чагарниковими заростями [13, 14].

Найчисленнішими у досліджених рослинних угрупованнях є евритрофи II порядку на листяних деревах (47,6 % за часткою видів; 78,3 % за часткою знахідок):

*C. evolvens*, *D. acerina*, *H. rubiginosa*, *P. cinerea*, *P. quercina*, *P. robustus*, *R. molaris*, *S. hirsutum*, *Stereum subtomentosum* Pouzar і *V. comedens*. Подібною кількістю видів (47,6 %), але незначною часткою знахідок (19,9 %), представлена група евритрофів I порядку: *H. setigerum*, *L. sulphureus*, *O. corticola*, *P. laevis*, *P. ferruginosus*, *Phellinus punctatus* (P. Karst.) Pilát, *S. commune*, *S. flavipora*, *S. paradoxa*, *T. versicolor*. Лише один вид, *S. gausapatum* (1,8 % за часткою знахідок), виявився стенотрофним, приуроченим до розвитку на деревині *Quercus* spp.

Найбільш подібними сформованими консорціями афілофороїдні гриби-*Q. robur* є консорції деревостанів ПП5 та ПП6, ПП3 та ПП4, що наразі найкраще збереглися в урочищі. Евклідова дистанція контрольної консорції ПП7 очікувано виявилася найбільшою серед інших ПП (рис. 2).

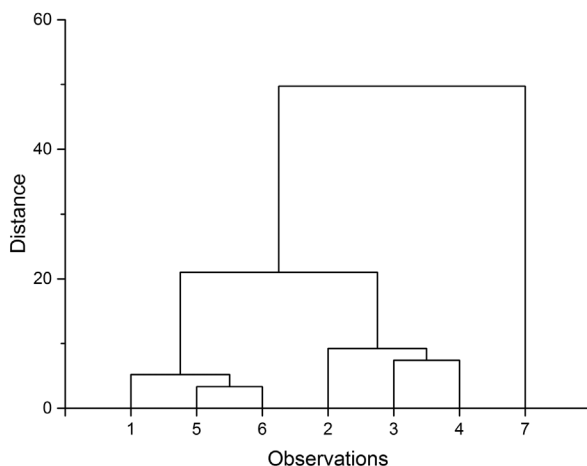


Рис. 2. Кластерна дендрограма консорцій *Quercus robur* і афілофороїдних грибів на екопрофілі

Fig. 2. Clustering dendrogram of consorts of *Quercus robur* and aphylophoroid fungi on the ecoprofile

## ВИСНОВКИ

Унаслідок впливу добування граніту й рекреаційної діяльності в урочищі “Кошик” зеленої зони м. Біла Церква погіршуються умови росту і розвитку *Q. robur* у свіжій грабовій діброві. Прискорюється всихання не лише стиглих, але й пристигаючих і середньовікових (після VII класу віку) дубняків. Проте обсяг сухої деревини, співвідношення категорій субстрату, рівнів організації консорцій змінюються у деревостанах нерівномірно. Це спричинено тим, що вплив кар’єру і рекреації істотно відрізняються за просторовим розповсюдженням, механізмами та часовим режимом дії на екосистему урочища; вони призводять до різних наслідків дигресії екосистеми – у різних частинах лісового масиву по-різному деградують відповідні структурні компоненти екосистем. Обсяг і якість відпаду деревини більшою мірою залежить від таксаційних характеристик деревостанів, ніж від відстані до кар’єру. Тому зміни видового складу та поширення афілофороїдних грибів (індексів Менхініка, Пілоу), а також їхніх консортивних зв’язків з *Q. robur* не мають тісної залежності з віддаленням від кар’єру. Проте видова різноманітність ксилотрофів у деревостанах *Q. robur* урочища “Кошик” є нижчою (3–10 видів і 6–26 знахідок), ніж на контролі (11 видів і 61 знахідка). Віталітетна й санітарна структура лісоутворювальних і супутніх порід насаджень, а також видова, систематична і трофічна структура ксилотрофних грибів свідчать про активний розвиток патологічних процесів.

Загалом, уточнено результати попередніх наших досліджень щодо використання коадаптивної системи ксилотрофних грибів і деревних рослин як біоіндикатора антропогенних змін структури та функціонування лісової екосистеми. Найвагомішими критеріями оцінювання ступеня трансформації екологічних режимів лісового середовища (та/або напряду сукцесії), які зумовлюють структурні зміни коадаптивної системи деревних рослин і дереворуйнівних грибів, є: вік і склад деревостану щодо типу лісу (екотопу); віталітетна структура деревостану; санітарний стан деревостану, його густота і/або зімкнутість деревного намету; порушення природної структури відпаду деревини з урахуванням цільового призначення й таксаційної характеристики лісової ділянки.

1. Anuchin I.P. **Forest Inventory**. Moscow, 1977. 512 p. (In Russian).
2. Arefev S.P. **System analysis of biota wood-destroying fungi**. Novosibirsk, 2010. 260 p. (In Russian).
3. Bernicchia A. **Polyporaceae s.l. (Fungi Europaei; 10)**. Ed. Candusso, 2005. 808 p.
4. Bernicchia A., Gorjón S. **Corticiaceae s.l. (Fungi Europaei; 12)**. Ed. Candusso, 2010. 1008 p.
5. Blinkova O., Ivanenko O. Co-adaptive tree vegetation system of wood-destroying (xylotrophic) fungi in artificial phytocoenoses, Ukraine. **Lesnicky Casopis – Forestry Journal**, 2014; 60 (3): 168–176.
6. Blinkova O.I., Ivanenko O.M. Analysis of consorts relations as bioindication of transformed state forests on the border of the Kyiv Polissya and Kyiv highland region. **The Science Journal of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Biology, Biotechnology, Ecology**, 2014; 204: 15–23. (In Ukrainian).
7. Blinkova O.I., Ivanenko O.M. State of research of co-adaptive system of woody plants and wood-destroying (xylotrophic) fungi. **Scientific Bulletin of UNFU**, 2013; 23.13: 137–144. (In Ukrainian).
8. Cabinet of Ministers of Ukraine. **Sanitary Rules in Forests of Ukraine**. Kyiv, 1995. No. 555. 20 p. (In Ukrainian).

9. *Cléménçon H. Methods for working with macrofungi*: Laboratory cultivation and preparation of larger fungi for light microscopy. Eching, 2009. 88 p.
10. *Cherepanov S.K. Vascular plants of the Soviet Union and neighboring countries*. St. Petersburg, 1995. 992 p. (In Russian).
11. *Ivanov Ye.A.* Ecological and landscape science researches of the areas affected by mining industry (in the example of Yavorivskiy State Mining and Chemical Enterprise "Sulfur"). **Geography and Modernity**, 1999; 1: 94–100. (In Ukrainian).
12. *Glazovskaya M.A. Geochemistry of natural and industrial landscapes of the USSR*. Moscow, 1988. 328 p. (In Russian).
13. *Lavrov V.V., Stadnik A.P., Zhitovoz A.V.* Forest planting of green zone of Bila Tserkva on the impact of industrial extraction of granite. **Agroecological Journal**, 2015; 3: 25–32. (In Ukrainian).
14. *Lavrov V.V., Zhitovoz A.V., Polischuk Z.V.* Change oak of his satellites in the green zone of Bila Tserkva on the impact of industrial extraction of granite and recreation. **Scientific Bulletin of UNFU**, 2015; 25.6: 16–24. (In Ukrainian).
15. *Polyakov A.Ph., Plugatar Yu.V. Forest formations of Crimea and their ecological role*. Kharkiv, 2009. 405 p. (In Ukrainian).
16. *Rudko H.I.* Complex geoecological analysis to optimize the environment within Chervonograd mining region. **Environmental safety of technogenic congested regions and rational use of mineral resources**. Kyiv, 2001. 20 p. (In Ukrainian).
17. *Storozhenko V.G. Sustainable forest communities*. Moscow, 2007. 193 p. (In Russian).
18. *Sukhomlyn M.M.* The complex approach to studying of higher basidiomycetes' compatibility as a component of population mycology. **Problems of Ecology and Protection of Nature of Technogenic Region**. Interdepartmental collection of scientific papers. Donetsk, 2006; 6: 17–23. (In Ukrainian).
19. *Tsaryk J.V., Tsaryk I.J.* Consortium as in general biotic phenomenon. **Bulletin of Lviv University. Series Biology**, 2002; 28: 163–169. (In Ukrainian).
20. *Vorobjev D.V. Methods of forest typology research*. Kyiv: Urozhaj, 1967. 388 p. (In Ukrainian).
21. *Voron V.P., Ivashyniuta S.V., Koval I.M., Bondaruk M.A. Forests of green zone of Rivne and their ecological and protective functions*. Kharkiv, 2008. 224 p. (In Ukrainian).

## CONSORTIAL RELATIONS OF APHYLLOPHOROID FUNGI AND *QUERCUS ROBUR* L. IN PLACES OF INDUSTRIAL GRANITE MINING AND RECREATIONAL ACTIVITIES

**V. Lavrov<sup>1</sup>, O. Blinkova<sup>2</sup>, O. Ivanenko<sup>2</sup>, Z. Polischuk<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Bilotserkivskyy National Agrarian University  
8/1, Cathedral Square, Bila Tserkva, Kyiv Region 09100, Ukraine*

<sup>2</sup>*Institute for Evolutionary Ecology, NAS of Ukraine, 37, Lebedev St., Kyiv 03143, Ukraine  
e-mail: elena.blinkova@gmail.com*

We investigated vitality, sanitary structure of *Quercus robur* and species, systematic, trophic, spatial structure of aphyllorhizoid fungi on the example of "Koshik" forest in green zone of Bila Tserkva, that is under industrial and recreational impact. It was shown that consortial relations of aphyllorhizoid fungi and *Q. robur* significantly depend on processes and phenomena which influence on development of forest ecosystem, formation of myco-horizons of stands, rates of accumulation of different categories of wood substrates for favorable settlement and development of xylotrophic fungi and certain

levels of organization of consorts. Changes in structures of aphyllophoroid fungi on *Q. robur* indicate activation of pathological processes in fresh hornbeam-oak forest tract, but they are not closely related with distance from the granite quarry. To determine the parameters of the state and development consortial relation "xylotroph-tree" as a bioindicator of forest ecosystems state under the impact of several different factors (origin, spatial manifestation, time and character of the action, etc.) must consider overlapping of the effects of their actions on the principle of emergence.

**Keywords:** co-adaptive system, aphyllophoroid fungi, *Quercus robur* L., granite quarry, recreational impact.

## КОНСОРТИВНЫЕ СВЯЗИ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ И *QUERCUS ROBUR* L. В МЕСТАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДОБЫЧИ ГРАНИТА И РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В. В. Лаєров<sup>1</sup>, Е. И. Блинкова<sup>2</sup>, А. Н. Іваненко<sup>2</sup>, З. В. Поліщук<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белоцерковский национальный аграрный университет  
Соборная площадь, 8/1, г. Белая Церковь, Киевская область 09100, Украина

<sup>2</sup>Институт эволюционной экологии НАН Украины  
ул. Ак. Лебедева, 37, Киев 03143, Украина  
e-mail: elena.blinkova@gmail.com

На примере лесного массива урочища "Кошик" зеленой зоны г. Белая Церковь, которое находится под промышленным и рекреационным воздействием, исследованы виталитетная, санитарная структура *Quercus robur* и видовая, систематическая, трофическая, пространственная структура афиллофороидных грибов. Показано, что консортивные связи *Q. robur* и ксилотрофов существенно зависят от процессов и явлений, которые обуславливают развитие лесной экосистемы, формирование микогоризонтов древостоев, темпы накопления древесины разных категорий субстратов, благоприятных для заселения и развития ксилотрофов, определенных уровней организации консорций. Изменения в структурах афиллофороидных грибов на *Q. robur* свидетельствуют об активном развитии патологических процессов в свежей грабовой дубраве урочища, однако не имеют тесной связи с удалением от гранитного карьера. Для определения параметров состояния и развития консортивной связи "ксилотроф-дерево" в качестве биоиндикаторного показателя состояния лесных экосистем в условиях влияния нескольких разных факторов (по происхождению, пространственному проявлению, времени и характеру действия и т.п.) необходимо учитывать перекрывание эффектов их действия по принципу эмерджентности.

**Ключевые слова:** коадаптивная система, афиллофороидные грибы, *Quercus robur* L., гранитный карьер, рекреационное влияние.

Одержано: 24.04.2016