

**М. А. Голяка, Н. М. Волощук, А. М. Білоус, Д. М. Голяка,  
Р. Д. Василюшин, С. Ю. Білоус**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна*

## **ВИДОВИЙ СКЛАД МІКОБІОТИ КОМПОНЕНТІВ МОРТМАСИ *BETULA PENDULA* ROTH УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ**

**Метою** досліджень було вивчення видового складу і подібності мікобіоти мортмаси *Betula pendula* Roth, виявлення характерних груп мікроскопічних грибів для кожного її компоненту в лісах Українського Полісся. **Методи.** Під час виконання досліджень використано мікологічні, таксаційні, математично-статистичні методи. **Результати.** За результатами мікологічного аналізу 1368 зразків мортмаси *B. pendula* ізольовано та ідентифіковано 95 видів грибів із 62 родів. Найбільша кількість грибів (79 видів) належала до відділу Ascomycota. Виявлено приуроченість окремих видів мікобіоти до компонентів і класів деградації мортмаси *B. pendula*. Для березових лісів Українського Полісся підтверджено закономірність подібності мікобіоти між сухостосом, деревною ламанню і опадом гілок однакового класу деградації, а також між мортмасою компонентів сусідніх класів деградації. Кореляційний аналіз структури плеяд мікроскопічних грибів показав, що потужні й стійкі плеяди формуються в умовах з найвищим видовим різноманіттям: деревна ламань III і V класів деградації та сухостій III класу. Показано, що компоненти мортмаси відіграють інтегруючу роль у формуванні комплексів мікобіот, сувора детермінованість і чітка кореляційна структура яких дають підґрунтя для використання їх як індикаторів стану біогеоценозів і змін умов природного середовища за дії антропогенних та інших факторів. Встановлено, що для збереження загального біорізноманіття в березових біогеоценозах потрібно залишати фрагменти деревної ламані та опадів грібок гілок різних класів деградації після рубок формування й оздоровлення лісів та головного користування.

*Ключові слова:* мікобіота, мортмаса, деревна ламань, сухостій, опад грібок гілок, клас деградації, *Betula pendula* Roth

Глобальні процеси зміни клімату, знеліснення та різке зменшення біорізноманітності різних груп організмів актуалізує напрями наукових досліджень для забезпечення раціонального природокористування і має унікальне значення для сталого розвитку лісового господарства [8, 13]. У рослинному покриві Землі лісам належить провідна роль як за площею, так і за функціональним призначенням. Лісові екосистеми охоплюють найбільшу кількість біотопів і переважну кількість наземних видів рослин, а також фітотрофних і ґрунтових організмів, зокрема, грибів. Вони утворюють, за виразом В. Н. Сукачова, «найбільш потужну плівку життя на земній поверхні» [29]. У лісових фітоценозах відбувається одночасно два основних процеси. З одного боку – утворення органічних речовин, з іншого – відмирання та деградація рослинних залишків. За допомогою цих важливих процесів органічні речовини, які знаходяться під пологом лісу у вигляді сухостійних дерев, пнів, порубочних залишків, є джерелом

енергії – основою життєдіяльності різних груп організмів, інтенсивний рух якої ланцюгами живлення збагачує лісову екосистему і підтримує їх видове різноманіття.

Приуроченість мікобіоти до певної рослини або рослинного угруповання (ценозу) вважають однією з форм численних зв'язків організмів між собою і з умовами існування. У ценозі або лісовому біогеоценозі гриби знаходяться у тісному взаємозв'язку з рослинами, ґрунтом, мікроорганізмами та іншими компонентами [27, 29].

Видовий склад грибів на деревних породах має свою специфіку, кожен вид займає на рослині відповідне місце. Органи рослини і їх частини є екологічними нішами для пов'язаних з ними грибів [1, 11, 15, 16].

Мікобіота мортмаси берези повислої (*Betula pendula* Roth) є недостатньо вивченою. Окремі відомості щодо видів грибів, виявлених на її листі, стовбурі та гілках, надаються в узагальнюючих мікофлористичних публікаціях і спеціальних статтях [5, 7, 14, 21, 23, 31, 32]. У наявній літературі основна увага приділяється макроміцетам, що спричиняють гниття деревини [7, 11]. Їх поділяють на три групи: види, що викликають білу (головним чином базидіоміцети і деякі аскоміцети), буру (базидіоміцети) і м'яку гниль (аскоміцети) [1, 9, 12, 15].

Метою нашої роботи було дослідження видового складу і подібності мікобіоти мортмаси *B. pendula*, виявлення характерних груп мікроскопічних грибів для кожного її компоненту в лісах Українського Полісся.

**Матеріали і методи.** Для дослідження мікобіоти зразки мортмаси *B. pendula* відбирали на територіях, вкритих лісовою рослинністю та позбавлених лісового покриву, що утворились внаслідок рубок формування і оздоровлення лісів чи головного користування (із залишеними фрагментами грубого деревного детриту, у тому числі пнів), а також з тимчасових пробних площ, де здійснювалось оцінювання лісотаксаційних показників одночасно з відбором зразків мортмаси.

Сухостій берези було поділено на 4 класи [3]. Досліджена деревина за своїм фізико-механічним станом (в першу чергу, базисною щільністю) належала до III і IV класів деструкції, оскільки майже на кожній пробній площі спостерігалися злами сухостійних дерев висотою 2–6 м у вертикальному стані за рахунок міцної кори. Деревну ламань поділено на 5 класів деструкції, гілки – на 3 класи [3].

Оцінювання параметрів та закладання пробних площ здійснено згідно з прийнятими у лісовій таксації та лісовпорядкуванні теоретичними положеннями, вимогами та правилами [28]. На зазначених вище пробних площах відбирали по 5 зразків мортмаси сухою, деревної ламані та грубих гілок за класами деструкції для подальших лабораторних досліджень видового складу мікобіоти вже об'єднаного зразка. На ділянках, де залишилися деревні залишки від рубок минулих насаджень і без лісової рослинності, оцінювання таксаційних показників не здійснювали; для встановлення видового складу мікобіоти відбирали лише зразки мортмаси *B. pendula* попереднього насадження (пні, хлисти, стовбури тощо).

Мортмаса класифікувалася за наступними елементами: сухостійні дерева – мертві дерева, що перебувають у вертикальному стані і входять до складу насадження та їх зломи на рівні 1,3 м; деревна ламань – стовбури

дерев та їх частини, що розташовані горизонтально, та всією довжиною знаходяться на поверхні ґрунту чи підстилки, також до даної групи належать пні та деревні залишки; опад гілок – складається з гілок мертвих та живих дерев, що опали і знаходяться на поверхні ґрунту або опаді.

Виділення мікроміцетів із зразків мортмаси берези повислої проводили методом накопичення у вологих камерах і на агаризованому середовищі Чапека. Посіви культивували за температури  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  протягом 14 діб [22].

Плодові тіла базидіоміцетів відбирали разом із зразками мортмаси.

Дослідження морфологічних структур ізольованих грибів здійснювали методом виготовлення тимчасових мікроскопічних препаратів, які вивчали за допомогою світлового лабораторного мікроскопа XS-3320. Для визначення таксономічної належності мікроміцетів користувались визначниками вітчизняних та іноземних авторів [2, 6, 9, 10, 17, 21, 23].

Зміни у структурі комплексу мікроміцетів мортмаси *B. pendula* характеризували, використовуючи показник частоти трапляння. Частота трапляння є відношенням числа зразків, в яких виявлено вид, до загальної кількості зразків. Цей показник дозволяє виявити комплекс видів, характерний для даних умов існування, що складається із домінуючих видів (частота трапляння від 60 до 100%), видів, що трапляються часто (30 – 60%), рідкісних (10 – 30%) і випадкових видів (менше 10%) [19].

Для визначення подібності комплексів мікобіот досліджених зразків мортмаси *B. pendula* застосовували коефіцієнт Сьоренсена-Чекановського, розрахунок якого здійснювали з урахуванням частоти трапляння видів і який за своїми властивостями є універсальним параметром для встановлення зв'язків грибів-деструкторів з екологічними факторами, зокрема, мортмасою лісу [20]:

$$K_{SC} = \frac{2 \cdot c \min}{a + b},$$

де  $K_{SC}$  – коефіцієнт Сьоренсена-Чекановського;  $a$  – сума частот трапляння грибів об'єкту А;  $b$  – сума частот трапляння грибів об'єкту В;  $c \min$  – сума мінімальних частот трапляння спільних видів грибів для об'єктів А і В.

Цей коефіцієнт дорівнює 1 за повного співпадання видів угруповань, і дорівнює 0, якщо мікобіота повністю відмінна (не має спільних видів) [20].

Для визначення тісноти зв'язків між видовим складом мікобіоти та компонентами і класами деструкції мортмаси, а також таксаційними показниками використано непараметричний коефіцієнт Спірмена для порівнюваних рядів рангів [14].

Для встановлення закономірностей формування мікобіот на мортмасі і виявлення характерних груп мікроскопічних грибів для кожного їх компоненту застосовано метод кореляційних плеяд [6]. Суть методу полягає у визначенні парних кореляцій між усіма родами виявлених грибів на компонентах мортмаси, побудові на їхній основі кореляційного кільця на найвищому рівні  $r \geq (0,5-1,0)$ , де виявляються плеяди, і у встановленні структури плеяди після представлення її у «розгорнутому вигляді». Можливими варіантами останнього є типи плеяд: «ланцюг» – найбільш слабкий тип плеяди; «зірка» із центральним родом, видалення якого призведе до руйнування плеяди; «сітка», де роди є однаково важливими. Потужність плеяди визначається числом родів, що входять до її складу, а міцність – відношенням внутрішніх зв'язків до теоретично можливого їх числа.

Аналіз даних виконано математично-статистичними методами за допомогою *Microsoft Excel*, пакету інтегрованих програм *Statistica 10* та *R 3.2* [14].

**Результати.** У результаті мікологічного аналізу 1368 зразків мортмаси берези повислої ізолювано та ідентифіковано 95 видів грибів із 62 родів (табл. 1). Найбільша кількість грибів (79 видів) належала до відділу Ascomycota.

**Таблиця 1**  
**Види грибів на різних компонентах мортмаси *Betula pendula***

№	Види грибів	Клас деструкції												Частота трапляння, %
		Гілки			Деревна ламань					Сухостій				
		I	II	III	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	
<b>Zygomycota</b>														
1	<i>Absidia glauca</i> Hagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	0,5
2	<i>Cunninghamella echinulata</i> (Thaxt.) Thaxt. ex Blekeslee	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0,2
3	<i>Lichtheimia ramosa</i> (Zopf) Vuill.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,9
4	<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	0,5
5	<i>M. racemosus</i> Fresen.	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	1,4
6	<i>M. racemosus</i> f. <i>sphaerosporus</i> (Hagem) Schipper	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,2
7	<i>Rhizopus oryzae</i> Went & Prins. Geerl.	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	0,9
8	<i>R. stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	2,8
<b>Ascomycota</b>														
9	<i>Acrostalagmus luteoalbus</i> (Link) Zare	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	6,7
10	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	13,9
11	<i>A. longipes</i> (Ellis & Everh.) E.W. Mason.	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	4,6
12	<i>A. tenuissima</i> (Nees) Wiltshire	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	11,3
13	<i>Arachniotus aureus</i> (Eidam) Arx	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	0,9
14	<i>A. candidus</i> (Eidam) J. Schröt.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,5
15	<i>Arthrinium phaeospermum</i> (Corda) M.B. Ellis	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7
16	<i>Aspergillus ficuum</i> (Reichardt) Thom & Currie	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	2,8
17	<i>A. flavus</i> Link	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	1,4
18	<i>A. niger</i> Tiegh.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	41,4
19	<i>A. parasiticus</i> Speare	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	1,9
20	<i>A. sulphureus</i> (Fresen.) Wehmer	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	1,4
21	<i>A. tamarii</i> Kita	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1,2
22	<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom & Church	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	0,9
23	<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	0,7
24	<i>Bispora betulina</i> (Corda) S. Hughes	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	4,4
25	<i>Brachydesmiella biseptata</i> G. Arnaud ex S. Hughes	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	0,5
26	<i>Brachysporium obovatum</i> (Berk.) Sacc.	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	10,2

№	Види грибів	Клас деструкції												Частота трапляння, %
		Гілки			Деревна ламаць					Сухостій				
		I	II	III	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	
27	<i>Cacumisporium capitulatum</i> (Corda) S. Hughes	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,5
28	<i>Chaetomium funicola</i> Cooke	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	1,4
29	<i>C. globosum</i> Kunze ex Fr.	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	4,6
30	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	0,7
31	<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	9,7
32	<i>C. macrocarpum</i> Preuss	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	1,2
33	<i>C. orchidis</i> E.A. Ellis & M.B. Ellis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0,2
34	<i>Clonostachys candelabrum</i> (Bonord.) Schroers	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	1,4
35	<i>Cylindrocarpon destructans</i> (Zinssm.) Scholten	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	5,8
36	<i>Cylindrocladiella parva</i> (P.J. Anderson) Boesew.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	0,5
37	<i>Curvularia lunata</i> (Wakker) Boedijn	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	1,2
38	<i>Dactylella minuta</i> Grove	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	0,46
39	<i>Dictyochoaeta fertilis</i> (S. Hughes & W.B. Kendr.) Hol.-Jech.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,2
40	<i>Drechslera biseptata</i> (Sacc. & Roum.) M.J. Richardson & E.M. Fraser	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	6,7
41	<i>D. graminea</i> (Rabenh. ex Schltld.) S. Ito	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	1,2
42	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	6,3
43	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	6,9
44	<i>F. incarnatum</i> (Roberge) Sacc.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
45	<i>F. sambucinum</i> Fuckel	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,9
46	<i>Fusarium</i> sp.	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	10,9
47	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23
48	<i>Gliocladium roseum</i> Bainier	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,5
49	<i>Gonytrichum macrocladum</i> (Sacc.) S. Hughes	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	0,5
50	<i>Harzia acremonioides</i> (Harz) Constantin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0,5
51	<i>Humicola grisea</i> Traaen	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	0,2
52	<i>Lecanicillium psalliotae</i> (Treschew) Zare & W. Gams	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	0,7
53	<i>Melanospora simplex</i> (Corda) D. Hawksw.	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	0,7
54	<i>Monodictys paradoxa</i> (Corda) S. Hughes	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	0,9
55	<i>M. putredinis</i> (Wallr.) S. Hughes	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0,2
56	<i>Mycelia sterilia</i> (white)	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	1,6
57	<i>Myrothecium verrucaria</i> (Alb. & Schwein.) Ditmar	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,5
58	<i>Papulaspora irregularis</i> Hotson	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0,2
59	<i>Penicillium canescens</i> Sopp	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1,2
60	<i>P. chrysogenum</i> Thom	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	3,9
61	<i>P. spinulosum</i> Thom	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	1,2

№	Види грибів	Клас деструкції												Частота трапляння, %
		Гілки			Деревна ламаць					Сухостій				
		I	II	III	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	
62	<i>P. variable</i> Sopp	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	8,1
63	<i>P. verrucosum</i> Dierckx	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	2,1
64	<i>Periconia byssoides</i> Pers.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,2
65	<i>Phialophora bubakii</i> (Laxa) Schol-Schwarz	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	0,9
66	<i>Phialophora</i> sp.	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	1,2
67	<i>Phoma herbarum</i> Westend.	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	0,9
68	<i>Rhexoacrodictys fuliginosa</i> (B. Sutton) W.A. Baker & Morgan-Jones	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7
69	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	0,2
70	<i>Septonema secedens</i> Corda	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,2
71	<i>Spadicium</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	0,9
72	<i>Taeniolella exilis</i> (P. Karst.) S. Hughes	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
73	<i>Thielavia basicola</i> Zopf	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	9,7
74	<i>Thielaviopsis basicola</i> (Berk. & Broome) Ferraris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0,5
75	<i>Thysanophora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	0,5
76	<i>Torula herbarum</i> (Pers.) Link	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	3,0
77	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	43,5
78	<i>T. koningii</i> Oudem.	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	20,6
79	<i>T. virens</i> (J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster) Arx	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	1,2
80	<i>T. viride</i> Pers.	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	26,1
81	<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
82	<i>Trimmatostroma betulinum</i> (Corda) S. Hughes	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,2
83	<i>Tripodosporium elegans</i> Corda	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	2,1
84	<i>Tropospora fumosa</i> P. Karst.	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	0,5
85	<i>Ulocladium chartarum</i> (Preuss) E.G. Simmons	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0,2
86	<i>U. consortiale</i> (Thüm.) E.G. Simmons	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	0,9
87	<i>Volucrispora aurantiaca</i> Haskins	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	0,5
<b>Basidiomycota</b>														
88	<i>Armillariella mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	0,9
89	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	1,2
90	<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	0,9
91	<i>Inonotus obliquus</i> (Ach. ex Pers.) Pilát	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	1,2
92	<i>I. radiatus</i> (Sowerby) P. Karst.	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	1,2
93	<i>Phellinus igniarius</i> (L.) Quéél.	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	1,9
94	<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull.) P. Karst.	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	1,4
95	<i>Pseudomerulius aureus</i> (Fr.) Jülich	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	0,5
Загальна кількість		10	21	25	41	43	45	37	42	18	30	39	34	
		30			86					58				

Примітка: «+» – вид, що виявлено на даних зразках, «-» – вид не виявлено.

Вони виділялись із зразків мортмаси як на початку її деструкції, так і на завершальних етапах розкладання деревини: деревна ламань (I–V класи), сухостій (I–IV класи). Часто траплялись *Aspergillus niger* і *Trichoderma harzianum* із частотою трапляння 41,4 і 43,5% відповідно, до рідкісних належали *Alternaria alternata*, *A. tenuissima*, *Brachysporium obovatum*, *Fusarium* sp., *Trichoderma koningii*, *T. viride*, частота трапляння яких знаходилась в межах 10,2–26,1%, і випадкових – *Cladosporium herbarum*, *Penicillium variable* і *Thielavia basicola*.

Відділ Zygomycota представлено випадковими видами мікроскопічних грибів: *Absidia glauca*, *Cunninghamella echinulata*, *Lichthemia ramosa*, *Mucor hiemalis*, *M. racemosus*, *M. racemosus* f. *sphaerosporus*, *Mucor* sp., *Rhizopus oryzae*, *R. stolonifer* із частотою трапляння від 0,2 % до 2,8 %.

Нечисленним виявився й відділ Basidiomycota (8 видів): *Armillariella mellea*, *Fomitopsis pinicola*, *Fomes fomentarius*, *Inonotus radiatus*, *I. obliquus*, *Phellmus igniarius*, *Piptoporus betulinus*, *Pseudomerulius aureus*. Всі вони належали до випадкових видів – частота трапляння в межах 0,5–1,9 %. Базидіоміцети колонізували переважно сухостійні дерева I–IV класів деструкції. Серед них на деревній ламані найбільш поширеним був *A. mellea*, його ризоморфи зустрічалися на II–V класах розкладу деревини.

Переважну більшість видів мікроскопічних грибів виявлено на мортмасі з різним ступенем руйнування із приуроченістю до конкретних класів її деструкції. Однак спостерігалися й вузькоспеціалізовані види навіть у межах одного роду: *T. viride* бере участь у розкладанні деревини на початковому етапі, а *T. koningii* – на завершальному.

Виявлено приуроченість окремих видів грибів до певного типу мортмаси *B. pendula*. Лише на опаді гілок виявлено *Arthrimum phaeospermum* і *Fusarium sporotrichioides*; на деревній ламані – *Aspergillus candidus*, *A. ustus*, *Aureobasidium pullulans*, *Brachydesmiella biseptata*, *Cladosporium macrocarpum*, *Cylindrocladiella parva*, *Dactilella minuta*, *Dictyochaeta fertilis*, *Humicola grisea*, *Monodictys putredinis*, *Mucor racemosus* f. *sphaerosporus*, *Myrothecium verrucaria*, *Papulaspora irregularis*, *Periconia byssoides*, *Pseudomerulius aureus*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Septonema secedens*, *Taeniolella exilis*, *Trimmatostroma betulinum*, *Trichothecium roseum*, *Tropospora fumosa* і *Ulocladium chartarum*; на сухостійних деревах – *Absidia glauca*, *Cladosporium orchidis*, *Cunninghamella echinulata*, *Harzia acremonioides*, *Lecanicillium psalliotae*, *Thielaviopsis basicola*, *Volucrispora aurantiaca*.

Загалом найбільш різноманітною виявилась мікобіота, що колонізувала зразки деревної ламані – 86 видів, зокрема, 45 видів ізольовано із зразків III класу її руйнування (табл. 1). Найменшим видовим складом (30 видів) характеризувались гілки.

У результаті проведених досліджень нами виявлено закономірність збільшення кількості видів у ряду: гілки – сухостій – деревна ламань.

Подібність видового складу мікобіот мортмаси спостерігалась між сухостоєм і деревною ламанню ( $K_{SC} = 0,68$ ), найменша – між сухостоєм і гілками ( $K_{SC} = 0,41$ ). Найбільшу подібність між класами деструкції мортмаси було визначено для II–III ( $K_{SC} = 0,78$ ), а найменшу – для I–V ( $K_{SC} = 0,43$ ).

Використовуючи коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, оцінено ймовірність наявності статистично значущих зв'язків між видовим складом

грибів (присутністю певного виду і його частотою трапляння) та елементами мортмаси і таксаційними показниками.

Непараметричний кореляційний аналіз виявив лише слабкі за тіснотою зв'язки між видовим складом зразків та перерахованими вище показниками, а статистично значущим за  $p=0,95$  є лише кореляція із компонентами мортмаси ( $r_s = -0,14$ , при  $m(r_s) = 0,027$  та  $r_s^{крит.} < 0,062$  при  $df = n-1 = 1366$ ). Всі інші досліджені зв'язки з такими показниками, як вік насадження (0,04), середня висота (0,03), відносна повнота (-0,01), бонітет (0,02), не виявили статистично значущих залежностей і зв'язків між видовим складом грибів та класом деструкції.

Кореляційний аналіз трапляння грибів на компонентах мортмаси *B. pendula* різних класів деструкції виявив ряд плеяд, що відрізнялись за своєю структурою і кількістю зв'язків (рис. 1, 2, 3).

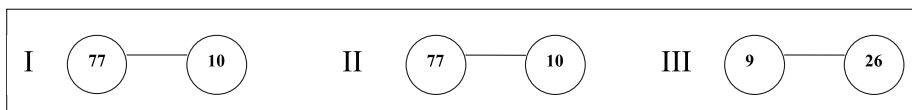


Рис. 1. Кореляційні плеяди мікроскопічних грибів мортмаси гілок: I-V клас деструкції, 1-87 – роди мікроміцетів (табл. 1)

На гілках I і II класів деструкції на рівні  $r \geq 0,8$  та  $0,5$  виділено по одній неміцній плеяді типу «ланцюг», що складається із двох однакових членів – представників родів *Trichoderma* Pers. і *Alternaria* Nees, які вважають первинними колонізаторами деревини і учасниками детоксикації фенольних сполук, що дає змогу іншим видам розвиватись на подальших етапах розкладу деревини і призводить до sukcesій видового складу мікобіот (рис. 1) [6]. Таку зміну виявлено нами на гілках третього класу розкладання на рівні  $r \geq 0,7$ , де плеяда утворюється із видів родів *Acrostalagmus* Corda і *Brachysporium* (Sacc.) Sacc.

На деревній ламані I класу деструкції на рівні  $r \geq 0,6$  виділено чотири неміцні плеяди типу «ланцюг», з яких три двочленні плеяди (*Penicillium* Link, *Rhexoacrodictys* W.A. Baker & Morgan-Jones; *Trichoderma*, *Aspergillus* P. Micheli; *Brachydesmiella* G. Arnaud ex S. Hughes, *Drechslera* S. Ito) і одна плеяда, до якої належать три роди *Bispora* Corda, *Torula* Pers., *Cacumisporium* Preuss (рис. 2).

Для деревної ламані II класу деструкції на рівні  $r \geq 0,6$  характерним є п'ять плеяд типу «ланцюг», три з яких утворюються двома родами (*Bispora*, *Cacumisporium*; *Cylindrocarpon* Wollenw., *Penicillium*; *Fusarium* Link, *Spadicesporium* V.N. Boriss. & Dvořnos), четверта плеяда складається з трьох родів: *Alternaria*, *Cladosporium* Link, *Aureobasidium* Viala & G. Boyer. До складу п'ятої плеяди входять представники чотирьох родів мікроскопічних грибів *Drechslera*, *Monodictys* S. Hughes, *Papulaspora* Preuss, *Phialophora* Medlar.

Деревна ламань III класу деструкції на рівні  $r \geq 0,6$  характеризувалась потужною плеядою типу «сітка – зірка», що складається з шести родів грибів, які мають між собою сім зв'язків. До неї входять роди *Acrostalagmus*, *Aureobasidium*, *Cacumisporium*, *Humicola* Traaen, *Scopulariopsis* Bainier і *Troposporella* P. Karst.



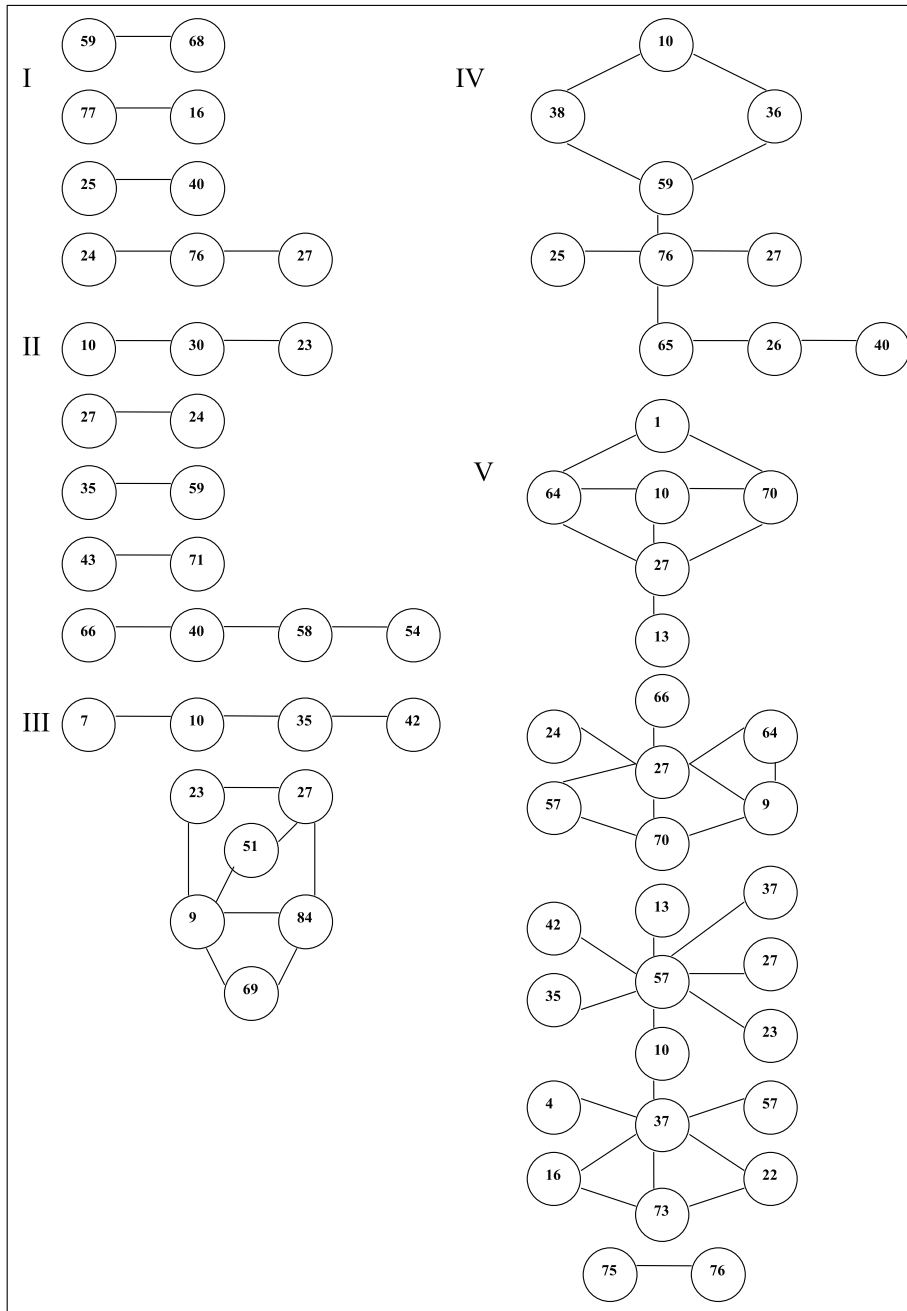


Рис. 2. Кореляційні плеяди мікроскопічних грибів мортмаси деревної ламані. Позначення як на рис. 1.

В даному класі виявлено також неміцну плеяду типу «ланцюг» із чотирьох членів: *Alternaria*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, *Rhizopus* Ehrenb.

На деревній ламані IV класу на рівні  $r \geq 0,7$  утворилась досить потужна плеяда типу «зірка – ланцюг», що складається з десяти родів грибів: *Alternaria*, *Brachydesmiella*, *Brachysporium*, *Cacumisporium*, *Cylindrocladiella* Boesew., *Dactylella* Grove, *Drechslera*, *Penicillium*, *Phialophora*, *Torula*, які мають десять зв'язків.

П'ятий клас деревної ламані на рівні  $r \geq 0,8$  характеризувався чотирма плеядами, одна з яких – двочленна типу «ланцюг» (*Thysanophora* W.B. Kendr., *Torula*), три інші – потужні типу «сітка – зірка». До складу першої

плеяди входять шість родів з вісьмома зв'язками, друга складається із семи родів з дев'ятьма зв'язками, третя плеяда найпотужніша – її утворено тринадцятьма родами грибів – і є найміцнішою завдяки їхнім чотирнадцяти зв'язкам. До неї увійшли представники родів *Alternaria*, *Arachniotus* J. Schröt., *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cacumisporium*, *Curvularia* Boedijn, *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, *Mucor* Fresen., *Myrothecium* Tode, *Thielavia* Zopf.

На сухостої першого класу деструкції на рівні  $r \geq 0,5$  виявлено одну неміцну плеяду типу «ланцюг», яка складається з двох родів грибів *Volucrispora* Haskins і *Penicillium* (рис. 3). Сухостій другого класу на рівні  $r \geq 0,7$  характеризувався трьома плеядами типу «ланцюг», дві з яких дво-членні: *Alternaria*, *Tripodosporium* Corda і *Acrostalagmus*, *Bispora*, на відміну від третьої плеяди, яка складається із трьох родів – *Alternaria*, *Cacumisporium* і *Tripodosporium*.

На третьому класі сухостою на рівні  $r \geq 0,7$  утворилась потужна плеяда типу «сітка-зірка», що складається з шести родів, які мають між собою сім зв'язків: *Alternaria*, *Harzia* Costantin, *Mycelia sterilia*, *Phialophora*, *Thielaviopsis* Went, *Tripodosporium*. Також у даному класі виявлено ще три плеяди типу «ланцюг», які складаються з двох родів (рис. 3).

Сухостій четвертого класу на рівні  $r \geq 0,7$  характеризувався чотирма плеядами типу «ланцюг», дві з яких складаються з двох родів (*Acrostalagmus*, *Alternaria*; *Thielavia*, *Phoma* Sacc.), третя плеяда – з трьох (*Gonytrichum* Nees & T. Nees, *Drechslera*, *Tripodosporium*) і четверта – з чотирьох родів з трьома зв'язками (*Cunninghamella* Matr., *Mycelia sterilia*, *Spadicisporium*, *Thysanophora*).

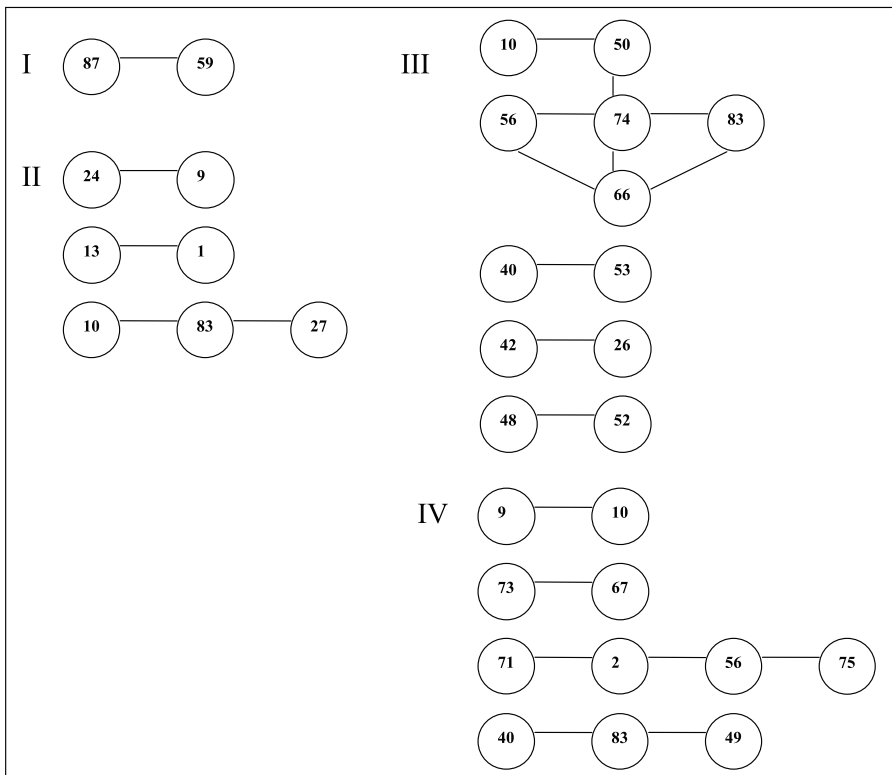


Рис. 3. Кореляційні плеяди комплексів мікроскопічних грибів мортмаси сухостою. Позначення як на рис. 1.

**Обговорення.** Виявлено, що мікобіоту компонентів мортмаси *B. pendula* представлено переважно видами відділу *Ascomycota*, що узгоджується з даними літератури [16, 24, 29]. Більшість мікроміцетів даного класу спричиняють так звану «м'яку гниль» деревини, за дії якої остання стає м'якою і легко розпадається [5, 18]. Відомо, що ці гриби характеризуються розвитком за різних коливань вологості, у той час як основні дереворуйнівники – базидіоміцети – потребують оптимальних умов вологості [25, 26], чим, у свою чергу, можна пояснити їхнє менше видове різноманіття, виявлене нами на досліджених зразках мортмаси.

Здатність брати участь у руйнуванні рослинних решток саме на початкових стадіях, засвоюючи легкодоступні розчинні вуглеводи, продемонстрували представники відділу *Zygomycota*, що виділялись нами із компонентів дослідженої мортмаси на початку її деструкції (I–III класи). Це узгоджується з даними інших дослідників [3, 4, 24, 25, 26, 27, 30, 32].

Різноманітність видового складу мікобіоти та приуроченість окремих її представників до компонентів мортмаси *B. pendula* різних класів деструкції визначається відмінностями у швидкості росту, засвоєнні поживного субстрату, лабільності ферментів, а також біосинтетичній активності [5, 6, 11, 18, 24, 25, 26, 27].

Потужні й міцні плеяди типу «сітка – зірка» формуються в умовах з найвищим видовим різноманіттям, тобто за найбільш сприятливих для розвитку мікроміцетів умов. Кореляційний аналіз структури плеяд мікроскопічних грибів, виділених з мортмаси *B. pendula*, продемонстрував подібність до зазначених вище результатів. Це – деревна ламань III і V класів деградації та сухостій III класу руйнування [6, 24, 27].

На мортмасі усіх досліджених компонентів *B. pendula* виявлено слабкі плеяди із двох членів типу «ланцюг». До складу таких плеяд дуже часто входять роди, представлені рідкісними видами (*Cacumisporium*, *Brachydesmiella*, *Phexoacrodictys*, *Spadicesporium*, *Thysanophora*). Такі роди характеризуються вузьким пристосуванням до певних умов і є резервом грибного угруповання, який забезпечує його стійкість й екологічну надійність [6].

Таким чином, компоненти мортмаси відіграють інтегруючу роль у формуванні комплексів мікобіот, суворе детермінованість і чітка кореляційна структура яких дають підґрунтя для використання їх як індикаторів певних станів біогеоценозів і змін умов природного середовища за дії антропогенних та інших факторів.

На основі отриманих даних вважаємо, що для збереження біорізноманіття мікобіоти в березових біогеоценозах потрібно залишати деревну ламань та опад грубих гілок різних класів деструкції після головного користування.

**М. А. Голяка, Н. М. Волощук, А. М. Белоус, Д. Н. Голяка,  
Р. Д. Василюшин, С. Ю. Белоус**

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,  
ул. Героев Оборона, 15, Киев, 03041, Украина*

### **ВИДОВОЙ СОСТАВ МИКОБИОТЫ КОМПОНЕНТОВ МОРТМАССЫ *BETULA PENDULA* ROTH УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ**

**Целью** исследований было изучение видового состава и сходства микобиоты мортмассы *Betula pendula* Roth, выявление характерных групп микроскопических грибов для каждого ее компонента в лесах Украинского Полесья. **Методы.** В процессе выполнения исследований были использованы микологические, лесотаксационные, математико-статистические методы. **Результаты.** В результате микологического анализа 1368 образцов мортмассы *B. pendula* были изолированы и идентифицированы 95 видов грибов из 62 родов. Наибольшее количество грибов (79 видов) принадлежало к отделу *Ascomycota*. Выявлена приуроченность отдельных видов микобиоты к компонентам и классам деструкции мортмассы *B. pendula*. Для березовых лесов Украинского Полесья подтверждена закономерность сходства микобиоты между сухостоем, валежом и опадом крупных ветвей одинакового класса деструкции, а также между мортмассой компонентов соседних классов деструкции. Корреляционный анализ структуры плеяд микроскопических грибов продемонстрировал тот факт, что мощные и устойчивые плеяды формируются в условиях с самым высоким видовым разнообразием: древесный валеж III и V классов деградации и сухостой III класса. Показана интегрирующая роль мортмассы в формировании комплексов микобиот, строгая детерминированность и четкая структура которых дают основание для использования их как индикаторов определенных состояний биогеоценозов и изменений условий окружающей среды под влиянием антропогенных и других факторов. Установлено, что для сохранения биоразнообразия нужно оставлять в березовых биогеоценозах фрагменты валежа и опада крупных ветвей разных классов деструкции после рубок формирования, оздоровления и главного пользования.

*Ключевые слова:* микобиота, мортмасса, валеж, сухостой, опад крупных ветвей, класс деструкции, *Betula pendula* Roth

**М. А. Holyaka, N. M. Voloshchuk, A. M. Bilous, D. M. Holyaka,  
R. D. Vasylyshyn, S. Yu. Bilous**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,  
15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine*

### **SPECIES COMPOSITION OF MYCOBIOTA OF *BETULA PENDULA* ROTH COARSE WOODY DEBRIS OF UKRAINIAN POLISSYA**

The **aim** of research was to study the species composition and similarity of coarse woody debris mycobiota of *Betula pendula* Roth, identification of its specific groups in forests of Ukrainian Polissya. **Methods.** Mycological, forest mensuration, mathematical and statistical methods were used for research. **Results.** Ninety five species of fungi from 62 genera were isolated and identified as a result of mycological analysis of 1368 samples of *B. pendula* coarse woody debris. The majority of fungi (79 species) belonged to the phylum *Ascomycota*. It was found that some species of mycobiota occurred on certain components and destruction classes of *B. pendula* coarse woody debris. Pattern similarity

of mycobiota of the same and neighboring destruction classes of snags, logs, dead branches were found for silver birch forest of Ukrainian Polissya.

Correlation analysis of the structure of fungal communities showed that powerful and strong groups are formed in the highest species diversity: logs of the III and V classes of degradation and snags of the III class decomposition. It was shown that the coarse woody debris components play an integral role in the formation of fungal complexes, strong determination and a clear correlation structure of which provide a basis for their use as biogeocenosis indicators for studying the effects of anthropogenic and other factors.

Necessity to leave of logs and dead branch pieces of different destruction classes after forest using was established for maintaining of biodiversity in birch biogeocenoses.

*Keywords:* mycobiota, coarse woody debris, logs, snags, dead branches, classes of destruction, *Betula pendula* Roth

1. Andrews JH, Harris RF. The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces. AR Phytopathol. 2000; 38(1):145.
2. Bilay VI, Koval EZ. [Aspergillus]. Kyiv: Naukova dumka; 1988.
3. Bilous AM, Kovbasa YaV. [Methodical peculiarities of studying of birch forest mortmass in Polesie of Ukraine]. [Scientific messenger of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Forestry and Park Gardening]. 2014; 198(2):31-7. Russian.
4. Bilous AM, Voloshchuk NM, Buyzl MA, Kovbasa YaV. [Peculiarities of mortmass mycobiota formation in soft-deciduous young forests on old-tillage soils of the Chernihiv Polissya]. Mikrobiol Z. 2013; 75(6):51-7. Ukrainian.
5. Blanchette RA. Degradation of the lignocellulose complex in wood. Can J Bot. 1995; 73(1):999-1010.
6. Borisova VN. [Hyphomycetes of forest litter in different ecosystems]. Kyiv: Naukova dumka; 1988. Russian.
7. Bukhalo AS. [Fungi of some forest phytocenoses of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine]. In: [Problems of study of lichens]. Tartu; 1965:29-34. Russian.
8. Dudka IO, Merezhko TO, Gayova VP. [Mycological monitoring as a means of assessing the prediction of the phytosanitary status of forest ecosystems]. Ukr botan zhurn. 1994; 5(6):53-9.
9. Ellis MB, Ellis JP. Microfungi on land plants. An identification handbook. – New York: Macmillan Publishing; 1985.
10. Ellis MB. More Dematiaceous Hyphomycetes. – United Kingdom: CAB International; 2001.
11. Golovleva LA, Leontevsky AA. [Lignin Biodegradation]. Uspekhi mikrobiologii. 1990; 24:128-55. Russian.
12. Harmon ME, Franklin JF, Swanson FJ, Sollins P, Gregory SV, Lattin JD, et al. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Adv Ecol Res. 1986; 15:133-302.
13. Haines-Young R, Potschin M. Common International classification of ecosystem services. Nottingham: Centre for Environmental Management, University of Nottingham; 2012.
14. Ivanter EV, Korsov AV. [Introduction to quantitative biology: a manual]. Petrozavodsk: PetrGU; 2011. Russian.

15. Isikov VP. [Ecological niches of fungi on woody plants]. *Mikol i Phytopathol.* 1993; 27(4):17-23. Russian.
16. Isikov VP. [Distribution regularities of fungi in the crowns of woody plants]. *Ukr botan zhurn.* 1993; 50(5):55-61. Russian.
17. Kirilenko TS. [A manual of soil ascomycete fungi]. Kyiv: Naukova dumka; 1978.
18. Kirk T, Shimoda M. Biosynthesis and biodegradation of wood components. – New York: Acad Press; 1985:579-605.
19. Kurakov AV. [Methods of isolation and characteristic of complexes of microscopic fungi of terrestrial ecosystems]. Moscow: Max Press. 2001. Russian.
20. Lebedeva NV, Drozdov NN, Krivolutckiy DA. [Biodiversity and methods of its evaluation: a manual]. Moscow: Moscow University Press; 1999. Russian.
21. Melnik VA. [A manual of fungi of Russia. Class Hyphomycetes. Family Dematiaceae]. St-Petersburg: Nauka; 2000. Russian.
22. Methods of experimental mycology. A handbook]. Kyiv: Naukova dumka; 1982.
23. Morochkovski SF, Zerova MYa, Lavitska ZG, Smitska MF. [A manual of fungi of Ukraine]. Vol II. Kyiv: Naukova dumka; 1969.
24. Ozerskaya SM., Mirchink TG. [Species change of micromycete fungi in the decomposition of birch litter]. *Mikol i Phytopathol.* 1981; 15(2):97-101. Russian.
25. Petrenko IA. [Decomposition of pine wood in soil]. Novosibirsk: Nauka; 1973. Russian.
26. Ripachek V. [Biology of Wood-destroying mushrooms]. Moscow: Lesnaya promyshlennost; 1967. Russian.
27. Soldatova IM. [Succession of fungi in the decomposition of wood in lichen pine forests]. In: Proceedings of the IV All-Union conference «Study of fungi in biogeocoenoses». – Sverdlovsk, 1988. Russian.
28. SOU 02.02-37-476:2006. [Trial forest regulatory areas. Bookmark method]. Kyiv: Minagropolityky Ukrainy; 2006.
29. Stepanova NT, Mukhin VA. [Basics of ecology of wood-destroying mushrooms]. – Moscow: Nauka; 1979. Russian.
30. Tomilin BA. [Environmental factors affecting the distribution of fungi in plant communities]. *Botan Z.* 1964; 49(2):230-9. Russian.
31. Zabel RA, Morrell JJ. Wood microbiology: decay and its prevention. New York: Academic Press; 1992.
32. Zerova MYa. [Parasitic microflora of afforestation on the right bank of the Ukrainian SSR]. *Botan Z AN URSR.* 1953; 10(4):66-74.

Отримано 28.09.2016