

А.М. Білоус, Н.М. Волощук, М.А. Бузиль, Я.В. Ковбаса

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

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МІКОБІОТИ МОРТМАСИ М'ЯКОЛИСТЯНИХ МОЛОДНЯКІВ НА СТАРООРНИХ ЗЕМЛЯХ ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ

У результаті мікологічного аналізу 180 зразків мортмаси *Betula pendula* Routh. і *Populus tremula* L. було виділено 38 видів грибів. Показано, що мікобіота мортмаси *B. pendula* і *P. tremula* представлена видами, що спричиняють деструкцію деревини за типами білої, бурої та м'якої гнилей. Переважна більшість грибів (24 види) належить до відділу Ascomycota. Серед них види родів: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Brachysporium*, *Cladosporium*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Spadicisporium*, *Trichoderma* були виявлені у варіантах із сильним і середнім класом розкладу деревини. Відділ Basidiomycota був представлений 12 видами, серед яких найчастіше зустрічались *Armillariella mellea* і *Phellinus igniarius*. Встановлено, що найбільш специфічний комплекс грибів, який бере участь у розкладанні мортмас *B. pendula* і *P. tremula*, спостерігався при III класі їх деградації.

Ключові слова: мікобіота, мортмаса, *Betula pendula*, *Populus tremula*, Чернігівське Полісся.

До широкого спектру проблем, що потребують наукових досліджень, належать надзвичайно актуальні проблеми глобальних змін клімату та збереження біорізноманіття. З метою вивчення впливу лісів на зміни клімату в Україні проводиться масштабна наукова робота з дослідження біопродуктивності лісів під керівництвом проф. П.І. Лакиди та оцінки обсягів депонованого вуглецю в лісових екосистемах [7]. Основними резервуарами вуглецю в лісах є фітомаса (стовбури, гілки, листя, корені) та мортмаса (сухостій, деревна ламань, грубі сухі гілки, підстилка та мертві корені). У процесі росту дерев у фітомасі накопичується вуглець, який після відмирання рослин залишається у мортмасі до повного її розкладання. Перебіг процесу деструкції мортмаси залежить від багатьох факторів, але ключову роль серед них відіграють життєдіяльність грибів та їх різноманітність. Таким чином, тривалість депонування вуглецю у мортмасі залежить від швидкості розкладання мертвої рослинної речовини мікобіотою, а наявність мортмаси в лісі є визначальною для забезпечення біорізноманіття та сталого розвитку лісових біогеоценозів.

У зв'язку зі зниженням інтенсивності ведення сільського господарства в Чернігівському Поліссі відбувається неконтрольований процес відновлення лісових насаджень на староорних землях (рисунок). В першу чергу такі землі заліснюють *Betula pendula* Routh., *Pinus sylvestris* L., *Populus tremula* L., а в сирих та мокрих умовах – *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.



Рисунок. Молодняк *B. pendula* на староорних землях в Чернігівському Поліссі.

© А.М. Білоус, Н.М. Волощук, М.А. Бузиль, Я.В. Ковбаса, 2013

Особливо швидко на староорних землях відновлюються природним насінневим шляхом *B. pendula* і *P. tremula*, що формують спочатку куртини, які потім, змикаючись, утворюють відкриті лісовою рослинністю ділянки. У таких молодняках поступово утворюється відповідний живий надґрунтовий покрив, накопичується мортмаса (сухостій і підстилка) та формується мікобіота, яка бере активну участь у її розкладанні. Мінералізація деревних решток – важливий процес функціонування лісових біогеоценозів, який призводить до утворення лісових ґрунтів і від якого частково залежить санітарний стан лісів. На сьогоднішній день площа відновлених на староорних землях лісів невпинно зростає, а отже збільшується їх екологічне значення.

Метою нашого дослідження було вивчення мікобіоти мортмаси молодняків *B. pendula* та *P. tremula*, які відновилися на староорних землях Чернігівського Полісся.

Матеріали і методи. Видовий склад мікобіоти мортмаси досліджували у чистих за складом молодняках *B. pendula* і *P. tremula* природного походження, які відновилися на староорних землях у Чернігівському Поліссі.

Для оцінки мортмаси здійснювали закладку тимчасових пробних площ (ТПП) (табл. 1) відповідно до теоретичних положень лісової таксації та лісовпорядкування. На чотирьох пробних площах визначали обсяг сухою (об'ємним способом) та деревної ламані (ваговим способом) з розподілом на 5 класів розкладання мортмаси [11]. На відповідних пробних площах відбирали зразки мортмаси з кожного класу деструкції (по 9) для проведення лабораторних досліджень.

Виділення грибів відділів Zygomycota і Ascomycota зі зразків мортмаси *B. pendula* та *P. tremula* проводили методом накопичення у вологих камерах і з використанням агаризованого середовища Чапека [8]. Культивування досліджених зразків проводили при температурі $25\pm 2^\circ\text{C}$.

Плодові тіла базидіоміцетів відбирали разом зі зразками мортмаси.

Мікроскопічне дослідження морфологічних структур видів грибів здійснювали методом виготовлення тимчасових мікроскопічних препаратів, які вивчали за допомогою світлового лабораторного мікроскопа XS-3320. Для ідентифікації грибів використовували визначники вітчизняних та іноземних авторів [1, 2, 3, 4, 15, 16, 17, 20].

Таблиця 1

Характеристика тимчасових пробних площ

№ ТПП	Склад насадження	Середні		Вік, рік	Бо-нітет	Тип лісо-рослинних умов	Запас, $\text{м}^3\text{га}^{-1}$	Мортмаса сухою та деревної ламані, тга^{-1}
		висота, м	діаметр, см					
1	10Бп	5,8	2,5	11	I ^a	B ₃	48	2,0
2	10Бп	5,8	2,8	11	I ^a	B ₃	51	3,6
3	10Бп	6,6	3,2	10	I ^c	B ₃	50	2,4
4	10Ос	8,6	5,2	10	I ^c	B ₃	119	2,3

Примітка: Бп – береза повисла; Ос – осика; I – таксаційний індекс продуктивності; B₃ – вологий субір.

Визначали частоту зустрічальності видів грибів та подібність мікобіоти мортмаси *B. pendula* і *P. tremula* за значеннями коефіцієнта дискримінації Стургена-Радулеску (ρ), який змінюється в межах від «-1» до «+1». Повна подібність видового складу мікроміцетів у угрупованнях певного типу рослинності спостерігається при $\rho = -1$, а при $\rho = +1$ – їх повна відмінність (дискримінація) [14].

Результати та їх обговорення. У дослідних молодняках запас мортмаси сухою та деревної ламані складав від 3,6 до 15,8 % загального запасу біомаси, у тому числі в осичниках мортмаса становила від 3,6 до 8,2 %, а в березняках – 7,4–15,8 %. Така частка мортмаси є досить високою і пояснюється природним походженням деревостанів та відсутністю будь-якого господарського впливу на їх ріст і формування, оскільки вони розвиваються на староорних землях сільськогосподарського призначення та не входять до лісового фонду лісгосподарських підприємств.

В лісових екосистемах гриби, що беруть участь у розкладанні деревини, зокрема мортмаси, відіграють важливу роль у вуглецевому і азотному циклах та перетворюють органічні рештки в гумус [18, 22]. Гриби, що спричиняють деструкцію деревини, поділяють на три

групи: гриби, що викликають білу (головним чином базидіоміцети і деякі аскоміцети), буру (базидіоміцети) і м'яку гниль (аскомицети) [6, 11].

У результаті мікологічного аналізу 180 зразків мортмаси *B. pendula* та *P. tremula* було виділено 38 видів грибів різних таксономічних груп (табл. 2). Найбільша кількість грибів (24 види) належала до відділу Ascomycota, а Zygomycota був представлений лише 2 видами.

Серед аскоміцетів найбільшою частотою зустрічальності характеризувались *Trichoderma harzianum* і *Trichoderma viride* (18,4 та 13,2 % відповідно), а також *Brachysporium obovatum*, *Cladosporium herbarum*, *Drechslera biseptata*, *Penicillium variabile* (7,9 %). Чисельна перевага аскоміцетів за кількістю видів та їх сукцесія в процесі розкладання деревини наводиться в роботах вітчизняних та іноземних дослідників [3, 5, 9, 10, 12, 13, 18]. Так, в процесі розкладання в ґрунті на деревині гілок *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L. та *Quercus robur* L. був ізольований 81 вид мікроміцетів, серед яких 68 видів належали до аскоміцетів із домінуванням грибів роду *Penicillium*. Високим коефіцієнтом заселення (25,0–57,5%) і частотою зустрічальності (55,5–88,8 %) характеризувались види *Rhizopus stolonifer*, *Rhizopus arrhizus*, *Penicillium wortmanii*, *Fusarium equiseti*, *T. harzianum*, *T. viride*, *C. herbarum*, *Microascus cinereus*, *Chaetomium cochliodes* [12].

Найбільша видова різноманітність і висока частота зустрічальності аскоміцетів спостерігається під час розкладання лісової підстилки. Це види рр. *Penicillium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Alternaria* [3, 9].

Як правило, на перших етапах розкладу деревини в ґрунті ідентифікуються види *Alternaria alternata*, *C. cladosporioides* (Fresen.) de Vries, *F. solani* (Mart.) Sacc., *T. viride*, а також види родів *Mucor*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Gliocladium*, *Chaetomium* [10, 13].

Було встановлено, що *T. viride* бере участь у розкладанні мортмаси лише у варіантах із слабким класом деградації, на відміну від *T. harzianum*, що зустрічається на всіх етапах її руйнування. Це узгоджується з результатами досліджень інших учених [5, 9, 10, 19, 21].

Результати наших досліджень також показали участь видів родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon* і *Cladosporium* у розкладанні мортмаси *B. pendula* і *P. tremula*. Вони були виявлені у варіантах із середнім та сильним класом розкладу деревини, що свідчить про їх здатність до трансформації деревини.

Відділ Basidiomycota був представлений 12 видами грибів, серед яких найчастіше зустрічались *Armillariella mellea* і *Phellinus igniarius* (7,9 %) (табл. 2). Частота зустрічальності інших видів знаходилась переважно на рівні 2,6 %. За типом руйнування деревини визначені види базидіоміцетів належали до збудників білої та бурої гнилей (5 і 7 видів відповідно).

На перших стадіях розкладання деревини (I–III класи) ідентифікували переважно види, що є збудниками білої гнилі (целюлозоруйнівні): *Fomes fomentarius*, *Inonotus radiatus*, *Inonotus obliquus*, *P. tremulae*, *Polyporus squamosus* (табл. 2).

Збудники бурої гнилі (лігніноруйнівні види) зустрічаються на мортмасі з класом розкладу III–IV, що підтверджує дані інших авторів [6, 11]. Так, до групи найбільш активних редуцентів деревини належать види рр. *Trametes*, *Bjerkandera*, *Lentinus*, *Phaeolus*, *Piptoporus*, *Fomitopsis* та *Fomes*.

Як зазначалось вище, відділ Zygomycota був представлений лише двома видами *R. stolonifer* і *Mucor* sp. із частотою зустрічальності 5,3 % (табл. 2). Вони виділялись із мортмаси *B. pendula* і *P. tremula* переважно на початку її розкладу (I–III класи), що підтверджують дані щодо їх здатності брати участь у руйнуванні рослинних решток саме на початкових стадіях, засвоюючи легкодоступні розчинні вуглеводи [3, 9].

В цілому, більшість видів, що були ідентифіковані на мортмасі досліджених порід, характеризуються невисокими показниками частоти зустрічальності (2,6%). Це пояснюється тим, що в процесі розкладання деревини спостерігається сукцесія видів грибів, яка може характеризуватись не лише наявністю тих чи інших ферментів, а й різними швидкостями росту при різних концентраціях субстрату (класу деструкції), а також антагонізмом.

Загалом на деревині мортмаси *B. pendula* було ідентифіковано 32 види грибів, причому найбільша їх кількість спостерігалась на III і IV класах розкладання (17 і 15 видів відповідно). Це переважно види Ascomycota, які за даними літератури, є збудниками м'якої гнилі деревини [6, 10, 11].

Видовий склад грибів мортмаси *B. pendula* і *P. tremula* різних класів деструкції

№ п/п	Види грибів	Класи розкладання мортмаси												Частота зустрічальності, %
		<i>B. pendula</i>						<i>P. tremula</i>						
		I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
<i>Zygomycota</i>														
1.	<i>Mucor</i> sp.	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	5,3	
2.	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	5,3	
<i>Ascomycota</i>														
3.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	
4.	<i>Arthrinium phaeospermum</i> (Corda) M.B. Ellis	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2,6	
5.	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	5,3	
6.	<i>Brachysporium obovatum</i> (Berk.) Sacc.	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	7,9	
7.	<i>Chaetomium cochliodes</i> Palliser	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2,6	
8.	<i>Chaetomium</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	
9.	<i>C. globosum</i> Kunze	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	5,3	
10.	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Gray	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	7,9	
11.	<i>C. orchidis</i> E.A. Ellis & M.B. Ellis	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	5,3	
12.	<i>C. sphaerospermum</i> Penz.	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	5,3	
13.	<i>Spadicisporium</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	5,3	
14.	<i>Codinaea fertilis</i> Hughes et Kendrick	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	5,3	
15.	<i>Cylindrocarpon destructans</i> (Zinssm.) Scholten.	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	5,3	
16.	<i>Drechslera biseptata</i> (Sacc. & Roum.) M.J. Richardson & E.M. Fraser	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	7,9	
17.	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2,6	
18.	<i>Fusarium</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	
19.	<i>Harzia acromonioides</i> (Harz.) Costantin.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20.	<i>Monodiscus paradoxa</i> (Berk.) Sacc.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6
21.	<i>Selenospora curvispora</i> G. Arnaud ex MacGarvie	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	5,3
22.	<i>Penicillium variabile</i> Sopp.	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	10,5
23.	<i>Penicillium</i> sp.	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	5,3
24.	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	18,4
25.	<i>T. viride</i> Pers.	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	13,2
26.	<i>Triposporium elegans</i> Corda	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	5,3
Basidiomycota												
27.	<i>Armillariella mellea</i> (Vahl) P. Karst.	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	7,9
28.	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	5,3
29.	<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2,6
30.	<i>Inonotus obliquus</i> (Ach. ex Pers.) Pilát	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2,6
31.	<i>I. radiatus</i> (Sowerby) P. Karst.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2,6
32.	<i>Merulius aureus</i> Fr.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6
33.	<i>Lactiporus sulphureus</i> Bull. Murrill.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2,6
34.	<i>Phellinus igniarius</i> (L.) Quel.	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	7,9
35.	<i>P. tremulae</i> (Bondartsev) Bondartsev & P.N. Borisov	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	2,6
36.	<i>Pholiota adiposa</i> (Batsch) P. Kumm.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	2,6
37.	<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull.) P. Karst.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2,6
38.	<i>Polyporus squamosus</i> (Huds.) Fr.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2,6
	Загальна кількість	3	9	17	15	5	3	8	9	5	1	
		32										20

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

На деревині мортаси *P. tremula* мікобіота була представлена 20 видами, найбільша кількість яких встановлена на II і III класах розкладу, відповідно 8 і 9 видів з домінуванням аскоміцетів.

Мікобіота мортаси *B. pendula* та *P. tremula* відрізнялась за видовим складом, що підтвердило значення коефіцієнта дискримінації Стугрена-Радулеску, який дорівнював 0,51. З використанням цього коефіцієнта нами також було проведено порівняння комплексів грибів різних класів розкладання досліджених мортмас (табл. 3).

Таблиця 3

Подібність мікобіот мортмас *B. pendula* та *P. tremula* різних класів деструкції

<i>B. pendula</i>	<i>P. tremula</i>				
	Клас розкладання				
Клас розкладання	1	2	3	4	5
1	-0,45	-0,19	-0,14	-0,33	-0,60
2	-0,14	0,03	0,05	-0,07	-0,23
3	0,11	0,22	0,24	0,16	0,06
4	0,06	0,18	0,20	0,11	0,00
5	-0,33	-0,10	-0,07	-0,23	-0,45

Найбільша подібність спостерігалась між мікобіотами першого класу деструкції *B. pendula* і п'ятого класу мортмаси *P. tremula* ($\rho = -0,60$). Також велику подібність було встановлено у видовому складі грибів між першими і п'ятьма класами розкладання досліджених мортмас, де ρ становив $-0,45$. Найменша подібність мікобіот ($\rho = 0,24$) виявлена на третій стадії деградації мортмас *B. pendula* і *P. tremula*. Це свідчить про високий ступінь адаптаційної пристосувальної реакції грибів до екологічних умов існування та складу субстратів, зокрема до вмісту в деревині органічних речовин, зольних елементів та інших сполук.

Отже, мікобіота мортмаси *B. pendula* і *P. tremula* представлена видами, що спричиняють деструкцію деревини за типами білої, бурої та м'якої гнилей із переважанням останньої.

А.М. Белоус, Н.М. Волощук, М.А. Бузиль, Я.В. Ковбаса

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев

СОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКОБИОТЫ МОРТМАССЫ МЯГКОЛИСТВЕННЫХ МОЛОДНЯКОВ НА СТАРООРНЫХ ЗЕМЛЯХ ЧЕРНИГОВСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Резюме

В результате микологического анализа 180 образцов мортмассы *Betula pendula* Routh. и *Populus tremula* L. было выделено 38 видов грибов. Показано, что микобиота мортмассы *B. pendula* и *P. tremula* представлена видами, которые вызывают деструкцию древесины по типу белой, бурой и мягкой гнилей. Грибы отдела Ascomycota были наиболее многочисленными (24 вида). Среди них виды родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Brachysporium*, *Cladosporium*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Spadicisporium*, *Trichoderma* были выявлены в вариантах со средним и сильным классами разложения древесины. Отдел Basidiomycota был представлен 12 видами, среди которых часто встречались *Armillariella mellea* и *Phellinus igniarius*. Установлено, что наиболее специфический комплекс грибов, участвующий в разложении мортмасс *B. pendula* и *P. tremula*, наблюдался при классе III их деградации.

К л ю ч е в ы е с л о в а: микобиота, мортмасса, *Betula pendula*, *Populus tremula*, Черниговское Полесье.

А.М. Bilous, N.M. Voloshchuk, M.A. Buzyl, Ya.V. Kovbasa

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

PECULIARITIES OF MORTMASS MYCOBIOTA FORMATION IN SOFT-DECIDUOUS YOUNG FORESTS ON OLD-TILLAGE SOILS OF THE CHERNIHIV POLISSYA

S u m m a r y

Thirty eight species of fungi were identified as a result of mycological analysis of 180 mortmass samples of *Betula pendula* Routh. and *Populus tremula* L. Mortmass mycobiota of *B. pendula* and *P. tremula* was represented

by white, brown- and soft-rot species. Fungi of Ascomycota phylum were most numerous (24 species). Species of genera *Aspergillus*, *Penicillium*, *Brachysporium*, *Cladosporium*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Spadicisporium*, *Trichoderma* in variants with middle and hard classes of wood degradation were identified among them. The Basidiomycota phylum was represented by 12 species; among them *Armillariella mellea* and *Phellinus igniarius* occurred most frequently. The most specific fungal complex decaying *B. pendula* and *P. tremula* mortmass was observed under class III of its degradation.

The paper is presented in Ukrainian.

Key words: mycobiota, mortmass, *Betula pendula*, *Populus tremula*, the Chernihiv Polissya.

The author's address: *Voloshchuk N.M.*, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine; 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine.

1. *Билай В.И.* Фузарии. – Киев: Наук. думка, 1977. – 442 с.
2. *Билай В.И., Коваль Э.З.* Аспергиллы. – Киев: Наук. думка, 1988. – 204 с.
3. *Борисова В.Н.* Гифомицеты лесной подстилки в различных экосистемах. – Киев: Наук. думка, 1988. – 252 с.
4. *Визначник грибів України.* Т.В. Базидіоміцети. – Київ: Наук. думка, 1972. – 240 с.
5. *Волощук Н.М.* Мікроміцети потенційні деструктори подрібненої деревини гілок *Acer platanoides* L., *A. tataricum* L. і *Quercus robur* L. // Наук. вісник Національного аграрного університету. – 2004. – № 72. – С. 50–56.
6. *Головлева Л.А., Леонтьевский А.А.* Биодegradация лигнина // Успехи микробиологии. – 1990. – Вып. 24. – С. 128–155.
7. *Лакида П.И.* Фитомаса лісів України: Монографія. – Тернопіль: Збруч, 2001. – 256 с.
8. *Методы экспериментальной микологии:* Справочник. – Киев: Наук. думка, 1982. – 550 с.
9. *Озерская С.М., Мирчинк Т.Г.* Смена видов грибов-микроміцетов по мере разложения березового опада // Микол. и фитопатол. – 1981. – 15, № 2. – С. 97–101.
10. *Солдатова И.М.* Сукцессия грибов при разложении древесины в сосняках лишайниковых // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. «Изучение грибов в биогеоценозах». – Свердловск, 1988. – С. 32.
11. *Степанова Н.Т., Мухин В.А.* Основы экологии дереворазрушающих грибов. Москва: Наука, 1979. – 100 с.
12. *Харченко С.М., Волощук Н.М.* Мікроміцети, ізольовані з деревини гілок твердолистяних порід (*Acer platanoides* L., *A. tataricum* L. та *Quercus robur* L.) // Укр. ботан. журн. – 2003. – 69, № 6. – С. 625–632.
13. *Червоний А.С., Рибак В.О., Волощук Н.М.* Відновлення грибного різноманіття способом внесення деревини гілок і гумісолу // Аграрна наука і освіта. – 2002. – 3, № 1-2. – С. 65–70.
14. *Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
15. *Domsch K.H., Gams W., Anderson T.-H.* Compendium of soil fungi / Second edition. – Eching: IHW-Verlag, 2007. – 672 p.
16. *Ellis M.B.* More Dematiaceous Hyphomycetes. – UK: CAB International, 2001. – 507 p.
17. *Fassatiava O.* Plisne a vlaknité houby v technické mikrobiologii. – Praha: SNTL, 1979. – 237 p.
18. *Harmon M.E., Franklin J.F.* Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. – Advances in ecological research / Eds A. MacFadyen, E.D. Ford. – New York: Academic Press, 1986. – P. 133–302.
19. *Kubátová A.* Neglected *Penicillium* spp. Associated with Declining Trees. – Integration of Modern Taxonomic Methods for *Penicillium* and *Aspergillus* Classification / Eds R.A. Samson, J.I. Pitt. – Amsterdam: Hap, 2000. – P. 299–307.
20. *Pitt J.I.* A Laboratory Guide to Common *Penicillium* species. – Australia: Published by Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1991. – 187 p.
21. *Seifert K.A., Frisvad J.C.* *Penicillium* on Solid Wood Products. – Integration of Modern Taxonomic Methods for *Penicillium* and *Aspergillus* Classification / Eds R.A. Samson, J.I. Pitt. – Amsterdam: Hap, 2000. – P. 285–298.
22. *Zabel R.A., Morrell J.J.* Wood Microbiology: Decay and Its Prevention. – New York: Academic Press, 1992. – 115 p.

Отримано 15.08.2013