

МІКРОСКОПІЧНІ ГРИБИ У ПОВІТРІ БІБЛІОТЕК НАУКОВИХ УСТАНОВ М.КИЄВА

А.І. Чуєнко¹, Ю.Б. Письменна¹, Я.І. Савчук^{1,2},
Л.П. Затока², Л.М. Куява², Н.О. Латіна³

¹Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України,
вул. Заболотного, 154, Київ, 03143, Україна

²Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського НАН України,
Голосіївський пр., 3, Київ, 03039, Україна

³КЗ «Криворізька міська лікарня №7» Дніпропетровської обласної ради,
вул. Маршака, 1А, Кривий Ріг, 50089, Україна
e-mail: majka42@ukr.net

Мета. Виявити особливості видового складу мікроскопічних грибів повітря бібліотечних приміщень м. Києва. **Методи.** Мікроскопічні гриби виділяли з повітря аспіраційним методом. Ідентифікацію грибів проводили за допомогою методу світлової мікроскопії за особливостями конідіогенезу та культурально-морфологічними ознаками. Розраховували частоту трапляння. **Результати.** За період 2016–2019 рр. проведено моніторинг мікобіоти повітря бібліотечних приміщень м. Києва. Загалом відібрано 152 проби повітря, виділено та ідентифіковано 80 видів мікроскопічних грибів, які належать до 25 родів відділів Zygomycota та Ascomycota. Серед виділених культур найбільше видове різноманіття виявлено у родів *Penicillium* (9–13 видів), *Aspergillus* (2–8 видів) та *Cladosporium* (3–7 видів). Поряд з цим було виділено цілий ряд поодиноких видів *Arthrotrichum superba* var. *irregularis* Matr., *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud, *Chrysomya sitophila* (Mont.) Arx (*Neurospora sitophila* Shear & B.O. Dodge), *Dendryphium cladosporioides* E. & E., *Exophiala moniliae* de Hoog, *Hormiscum punctiforme* v. Höhnelt, *Mortierella isabellina* Oudem. (*Umbelopsis isabellina* (Oudem.) W. Gams) та ін. Переважаюча кількість видів за частотою трапляння була віднесена до випадкових. **Висновки.** Видовий склад мікроскопічних грибів повітря бібліотечних приміщень можна представити двома групами. До першої групи віднесено типові види, що траплялися часто, або домінуючі види – *A. tenuissima*, *C. cladosporioides*, *C. herbarum* та *C. sphaerosperum*. Другу групу становлять всі інші види, присутність яких у повітрі є випадковою. Показано, що кількість мікроскопічних грибів у повітрі бібліотечних приміщень значною мірою залежала від пори року. Кількість колонієутворюючих одиниць в усіх досліджених приміщеннях не перевищувала норми 500 КУО/м³ та становила від 23±2 до 76±6 – взимку, та від 167±12 до 256±23 – влітку. Щодо особливо шкочодочинних для здоров'я людини видів – *A. flavus*, *A. fumigatus* та *S. chartarum*, то вони траплялися випадково. Загалом мікологічний стан повітря досліджених приміщень слід визнати задовільним.

Ключові слова: контамінація повітря, мікроміцети, бібліотечні приміщення, друковані джерела інформації.

Стан приміщень ряду бібліотек наукових установ м. Києва не відповідає умовам, необхідним для зберігання друкованих джерел інформації. Це пов'язано з незадовільним станом бібліотечних приміщень – надмірною зволоженостю повітря і мікологічним пошкодженням його внутрішніх поверхонь та меблів. Такі пошкодження часто виникають внаслідок аварійних станів, порушення роботи вентиляційної системи, помилок при будівництві та плануванні будівель [1].

З пошкоджених поверхонь мікроскопічні гриби легко потрапляють у повітря та на книги, де утворюють колонії, а продукти грибного метаболізму можуть забарвлювати пошкоджені папір у різні кольори. За рахунок впливу комплексу ферментів та органічних кислот грибів на матеріали книг (папір, клей, шкіра, фарби) відбувається їх повна або часткова деструкція. Особливо небезпечним є пошкодження рідкісних видань та стародруків, оскільки їх реставрація потребує залучення значного матеріального

ресурсу та унікальних фахівців.

Більшість грибів є загрозою для персоналу бібліотек та користувачів, оскільки вони можуть спричиняти розлади людського здоров'я – алергічні реакції, інфекційні захворювання шкіри, волосся, органів дихання, отруєння мікотоксинами [1]. Серед них особливу небезпеку становить *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S.Hughes – продуцент стахіботріотоксину та збудник геморагічної пневмонії, види роду *Aspergillus* – *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. versicolor* – продуценти гепатогенних афлатоксинів та збудники мікозів шкіри [2, 3]. Інші види, зокрема *Alternaria tenuissima* S. P.Wiltshire та представники роду *Cladosporium* здатні спричиняти алергічні реакції, особливо у осіб зі зниженим імунітетом [4, 5].

Інформація щодо видів мікроскопічних грибів у повітрі бібліотек дозволяє коректно підібрати фунгіцидні засоби для обробки пошкоджених приміщень і консервації книг, постраждалих від надмірного зволоження. Також виділені грибні штами доцільно використовувати як тест-культури для оцінки грибостійкості паперу та інших матеріалів, які входять до складу друкованих джерел інформації.

Метою роботи було виявити особливості видового складу мікроскопічних грибів повітря бібліотечних приміщень м. Києва.

Матеріали і методи. Визначення вмісту колонієутворюючих одиниць (КУО) мікроскопічних грибів в 1 м³ повітря (КУО/м³) проводили з використанням приладу «ТАЙФУН» (Р-40) за формулою [6]:

$$X = a \times 10^3 / V, (1)$$

де X – число КУО в 1 м³ повітря, a – число колоній, що вирости на чашці Петрі, V – об'єм дослідженого повітря за термін експозиції чашки.

Відбір проб повітря проводили на середовищах Сабуро, Чапека-Докса та картопляно-глюкозному агарі (КГА). Частоту трапляння грибів розраховували як відношення загальної кількості ізолятів виділеного виду до числа досліджених проб повітря [6]:

$$p = \frac{n}{N} \cdot 100\% , (2)$$

де n – число проб повітря, в яких даний вид був знайдений, N – загальна кількість проаналізованих проб повітря.

За частотою зустрічальності види поділяли на: домінуючі – $p > 50\%$; ті, що зустрічаються часто – $p = 30\text{--}50\%$; ті, що зустрічаються рідко – $p = 10\text{--}30\%$; випадкові – $p < 10\%$ [7, 8].

Індекс Шеннона [6] (міра різноманіття мікобіоти) розраховували за формулою:

$$H = - \sum p_i \cdot \log p_i (3)$$

де p_i – загальна рясність кожного виду;

$$p_i = \frac{n_i}{n} (4)$$

де n_i – число ізолятів певного виду гриба, n – загальна кількість виділених грибних ізолятів.

Подібність мікобіот повітря в різні роки порівнювали за допомогою коефіцієнта Сьоренсена-Чекановського [6]:

$$r = \frac{2 \cdot c}{a + b} (5)$$

де r – кількість видів, спільних для порівнюваних біот, a – кількість видів в першій біоті, b – кількість видів в другій біоті.

Відбір проб з друкованих джерел інформації проводили методом відбитків. Стерильний фільтрувальний папір, змочений 0,7 % розчином NaCl, вкладали між сторінками книг з візуальними ознаками мікологічного пошкодження та експлікували протягом 24 год. Інокульований папір вносили у чашки Петрі зі стерильною дистильованою водою і витримували до появи колоній грибів [9].

Культивування мікроскопічних грибів проводили в термостаті при 29±2°C [10]. Для ідентифікації виділених мікроскопічних грибів з останніх готували мікропрепарати, які досліджували в світловому мікроскопі “МІКМЕД-2”. Ідентифікацію виділених культур проводили за сукупністю культурально-морфологічних ознак та особливостями конідіогенезу з використанням відповідних визначників грибів вітчизняних та закордонних авторів [11–22]. Видові назви виділених культур перевіряли за допомогою інтернет-ресурсів Index Fungorum та Mycobank [23, 24]. Статистичний аналіз отриманих результатів проводили за допомогою програми Microsoft Excel 2010. Дослідження проводили протягом 2016–2019 років.

Результати. Дані щодо кількості обстежених приміщень, відібраних проб та виділених видів наведено у таблиці 1.

Із 152 проб повітря виділено 80 видів мікроскопічних грибів, які належать до 25 родів відділів Zygomycota та Ascomycota (рис.1).

Таблиця 1

Обсяг проведених досліджень

Рік	Обстежено приміщень	Відібрано проб	Виділено видів
2016	6	49	34
2017	5	30	30
2018	6	14	30
2019	12	59	41

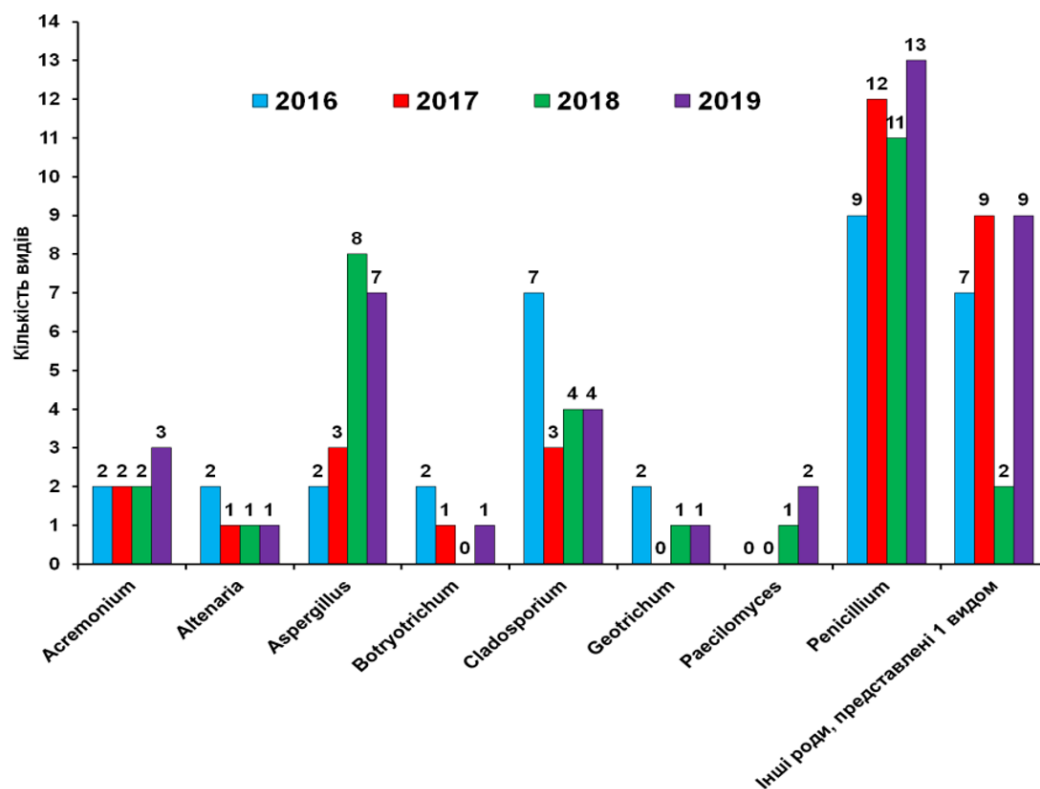


Рис. 1. Видове різноманіття мікроскопічних грибів, виділених з повітря бібліотечних приміщень

Серед виділених культур найбільше видове різноманіття виявлено у роду *Penicillium* (9–13 видів), *Aspergillus* (2–8 види) та *Cladosporium* (3–7 видів). Під *Acremonium* був представлений 2–3 видами, *Alternaria*, *Botryotrichum*, *Geotrichum*, *Paecilomyces* – 1–2 видами.

Поодинокі виявляли види *Arthrotrichum superba* var. *irregularis* Matr., *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud, *Chrysonilia sitophila* (Mont.) Arx (*Neurospora sitophila* Shear & B.O. Dodge), *Dendryphium cladosporioides* E. & E., *Exophiala moniliae* de Hoog, *Hormiscum punctiforme* v. Höhnelt, *Mortierella isabellina* Oudem. (*Umbelopsis isabellina* (Oudem.) W. Gams), *Mucor plumbeus* Bonord., *M. racemosus* Bull., *Ovularia pulchella* (Ces.) Sacc., *Papularia sphaerosperma* (Pers.) Höhn. (*Arthrimum phaeospermum* (Corda) M.B. Ellis), *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.)

Vuill., *Sporotrichum roseum* Link, *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes, *Stemphylium sarciniforme* (Cavara) Wiltshire, *Torula allii* (Harz) Sacc., *T. monilioides* Corda (*Bispora antennata* (Pers.) E.W. Mason), *Trichothecium roseum* ((Pers.) Link), *Ulocladium chartarum* (Preuss) E.G. Simmons) (*Alternaria chartarum* Preuss).

Різнорманітність досліджених мікобіот повітря була приблизно однаковою, оскільки значення індексу Шеннона становили 1,49; 1,38; 1,41 1,38 для 2016, 2017, 2018 та 2019 років відповідно.

Слід відмітити невисокий рівень подібності між видовим складом мікроміцетів, виділених з повітря у 2016–2018 рр. (41,02–45,57 %). Певну подібність (56,1 %) відмічено при порівнянні даних 2018 та 2019 років, що може бути пов'язано з повторним обстеженням деяких приміщень бібліотек наукових установ.

Переважаюча кількість видів за частотою трапляння була віднесена до випадкових, тому аналізували дані щодо видів, частота трапляння яких перевищувала 10 % (табл.2).

З книг, пошкоджених мікроскопічними грибами, було відібрано 56 проб. Виділено 12 видів мікроскопічних грибів, які належали до 5 родів відділу Ascomycota. Серед виділених грибів відмічено домінування *A. tenuissima*, *C. cladosporioides* та *C. sphaerospermum* (табл. 3).

Обговорення. Видовий склад мікроскопічних грибів повітря бібліотечних приміщень представлено двома групами. До першої групи – «ядра» віднесено види, які протягом усіх років спостереження за класифікацією Т. Г. Мірчинк [7] відносили до типових, таких, що траплялися часто, або домінуючих – *A. tenuissima*, *C. cladosporioides*, *C. herbarum* та *C. sphaerospermum*. До другої групи – «супутників» віднесено всі інші види, присутність яких у повітрі є випадковою.

Таблиця 2

Особливості видового складу мікроскопічних грибів, виділених з повітря бібліотечних приміщень

№ п/п	Назва виду	Рік	Частота трапляння, %	Кількість виділених ізолятів			
				Літо	Осінь	Зима	Весна
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<i>Acremonium strictum</i> W. Gams (<i>Sarocladium strictum</i> (W. Gams) Summerb.)	2016	6,1	3	0	0	–
		2017	15,4	–	3	3	0
		2018	21,4	–	0	2	1
		2019	4,1	1	2	–	4
2.	<i>Alternaria tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	2016	30,6	8	3	4	–
		2017	15,4	–	3	3	0
		2018	85,7	–	8	3	1
		2019	14,3	11	1	–	12
3.	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	2016	14,3	4	3	0	–
		2017	18,0	–	6	0	1
		2018	14,3	–	0	1	1
		2019	11,2	12	1	–	6
4.	<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link	2016	12,2	2	4	0	–
		2017	18,0	–	7	0	0
		2018	35,4	–	3	1	1
		2019	16,0	8	4	–	15
5.	<i>C. sphaerospermum</i> Penz.	2016	18,4	7	1	1	–
		2017	15,4	–	5	0	1
		2018	92,9	–	8	4	1
		2019	15,6	10	5	–	12
6.	<i>Geotrichum candidum</i> Link (<i>Dipodascus geotrichum</i> (E.E. Butler & L.J. Petersen) Arx)	2016	14,3	7	0	0	–
		2017	Не виділяли				
		2018	7,1	–	0	1	0
		2019	2,4	3	0	–	1
7.	<i>Penicillium brevicompactum</i> Dierckx	2016	4,1	0	2	0	–
		2017	2,6	–	0	0	1
		2018	21,4	–	2	1	0
		2019	1,8	1	0	–	2
8.	<i>P. funiculosum</i> Thom (<i>Talaromyces funiculosus</i> (Thom) Samson, N. Yilmaz, Frisvad & Seifert)	2016	Не виділяли				
		2017	Не виділяли				
		2018	21,4	–	0	0	3
		2019	Не виділяли				
9.	<i>P. terrestre</i> C.N. Jensen (<i>P. solitum</i> Westling)	2016	4,1	0	0	2	–
		2017	10,2	2	2	0	–
		2018	14,3	–	0	0	2
		2019	Не виділяли				

Примітки: «-» - дослідження не проводили.

Таблиця 3

Мікроскопічні гриби, виділені з пошкоджених книг

№ п/п	Назва виду	Частота трапляння, %
1	2	3
1.	<i>A. tenuissima</i>	60,7
2.	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen.	1,8
3.	<i>A. niger</i> Tiegh.	3,6
4.	<i>Chrysosporia sitophila</i> (Mont.) Arx (<i>Neurospora sitophila</i> Shear & B.O. Dodge)	3,6
5.	<i>C. cladosporioides</i>	66,1
6.	<i>C. herbarum</i>	57,1
7.	<i>C. oxysporum</i> Berk. & M.A. Curtis	3,6
8.	<i>C. sphaerospermum</i>	44,6
9.	<i>P. brevicompactum</i>	8,9
10.	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	16,1
11.	<i>Penicillium cyclopium</i> Westling (<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx)	1,8
12.	<i>Penicillium raperii</i> G. Sm.	1,8

Вміст мікроскопічних грибів у повітрі бібліотечних приміщень значною мірою залежав від пори року. *Alternaria tenuissima*, *C. cladosporioides*, *Geotrichum candidum* траплялися переважно влітку, *Penicillium funiculosum* – взимку, вміст *C. herbarum* та *C. sphaerospermum*, *P. brevicompactum* істотно зростає навесні та восени, *Acremonium strictum*, *P. terrestre* виділяли майже з однаковою частотою трапляння протягом року. Це може бути пов'язано з різними температурними оптимумами досліджених грибів та наявністю доступних природних джерел живлення.

Кількість колонієутворюючих одиниць в усіх досліджених приміщеннях не перевищувала норми 500 КУО/м³ та становила від 23±2 – 76±6 – взимку до 167±12 – 256±23 влітку, що збігається з даними ряду дослідників [25].

Дещо схожими були дані, отримані нами під час моніторингу мікологічного стану житлових приміщень м. Києва за період 2007–2015 років. Так, частота трапляння *A. tenuissima*, *C. cladosporioides*, *C. herbarum* та *C. sphaerospermum* у повітрі квартир становили 32, 45, 55 та 50 %, що цілком узгоджується з результатами, отриманими в 2016–2019 роках для бібліотечних приміщень [26].

Домінуючими в мікобіоті архівів та бібліотек Португалії є види роду *Stachybotrys*, *Fusarium*, *Aspergillus niger*, *A. fumigatus* [27].

Мікобіота повітря бібліотеки монастиря Ясної гори (Польща) представлена видами *Acremonium strictum*, *Acremonium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergil-*

lus versicolor, *Chaetomium elongatum*, *Chaetomium* spp., *Oidiodendron rhodogenum*, *Geotrichum candidum*, *Oidiodendron truncatum*, *Penicillium aurantiogriseum*, *Penicillium verrucosum*, *Penicillium* spp., *Ulocladium* spp., *Wallemia sebi* [28].

У архівних приміщеннях Куби та Аргентини відмічено домінування грибів родів *Penicillium* та *Cladosporium* [29, 30].

У мікобіоті бібліотеки м. Вільнюса (Литва) було відмічено домінування представників р. *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria* [31].

За даними Кондратюк, яка досліджувала мікобіоту повітря м. Києва, відмічається домінування представників родів *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Ulocladium* [32]. Ці види є звичайними для повітря середніх широт у період часу з травня по жовтень.

Актуальним для виділення мікроміцетів з повітря бібліотечних приміщень є використання живильних середовищ зі зниженою активністю води. Це пов'язано з тим, що в нормі відносна вологість повітря в будівлі становить 40–60%, а температура – 19–24° С. Так, італійськими дослідниками при обстеженні ряду бібліотек у Венеції та Мілані було використано середовище MEA з додаванням 15 % NaCl. Варто відмітити, що у досліджених мікобіотах домінували галофільні психротолерантні види роду *Aspergillus* – *A. creber* (55,7 %) та *A. protuberus* (25,7 %). Частота трапляння *C. cladosporioides* та *C. sphaerospermum* становила 0,6 та 0,2 % відповідно, а *A. tenuissima* не виділяли взагалі [33].

За даними кубинських дослідників з Національного архіву республіки Куба (Гавана) кількість виділених грибів становила 21–84 КУО/м³, а домінували представники роду *Penicillium* (73 %), *Aspergillus* (42 %) та *Cladosporium* (30 %). Частота трапляння видів роду *Alternaria* становила лише 10 % [30].

Схожі дані було отримано білоруськими дослідниками при обстеженні приміщень закладів освіти м. Гродно. Відмічали домінування грибів роду *Alternaria*, *Cladosporium* та *Penicillium*. При цьому найбільше видове різноманіття відмічали влітку [34].

Індійські дослідники відмічали домінування в мікобіоті повітря бібліотеки коледжу Фергюсона (Пуна, Індія) переважання грибів родів *Aspergillus* (15.30 %), *Cladosporium* (12.44 %), *Alternaria* (8.63 %), *Penicillium* (8.07 %) [35]. Щодо видового складу мікроміцетів – пошкоджувачів друкованих джерел інформації, виявлено, що частота їх трапляння корелювала з такими для повітря. Відмічено домінування видів *A. Tenuissima* (60,7 %), *C. cladosporioides* (66,1 %), *C. herbarum* (57,1 %) та *C. sphaerospermum* (44,6 %). Отримані нами дані в цілому узгоджуються з даними українських та закордонних дослідників.

Отже, для подальших досліджень з моделювань пошкоджень друкованих джерел інформації мікроскопічними грибами в умовах надмірної вологості та фунгіцидної активності консервуючих речовин рекомендовано культури *A. tenuissima*, *C. cladosporioides* та *C. sphaerospermum*.

Таким чином, протягом 2016–2019 років було досліджено мікобіоту повітря бібліотечних приміщень у 29 наукових установах м. Києва. Показано, що кількість грибів у повітрі обстежених приміщень не перевищує допустимої межі 500 КУО/м³, а особливо шкодочинні для здоров'я людини види *A. flavus*, *A. fumigatus* та *S. chartarum* траплялися випадково. Це свідчить про задовільні умови для працівників бібліотек та їх користувачів у всіх обстежених наукових установах.

Виявлено, що кількість та видовий склад мікроскопічних грибів збільшується відповідно у 7–8 та 1,5–1,7 разів у весняно-літній період порівняно із зимово-весняним.

Встановлено, що *Alternaria tenuissima*, *C. cladosporioides*, *Geotrichum candidum* траплялися переважно влітку, *Penicillium funiculosum* – взимку, вміст *C. herbarum* та *C. sphaerospermum*,

P. brevicompactum істотно зростає навесні та восени, *Acremonium strictum*, *P. terrestre* виділялися майже з однаковою частотою трапляння протягом року.

Встановлено, що з 80 видів грибів, виділених з повітря бібліотек наукових установ, 71 є випадковими, а типовими представниками є 9 видів *Acremonium strictum*, *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium brevicompactum*, *P. funiculosum*. Видове різноманіття досліджених мікобіот є приблизно однаковим, а їх подібність у більшості випадків – недостовірною.

Виявлено взаємозв'язок між видами, типовими для повітря приміщень обстежених бібліотек та видами, які домінували на пошкоджених друкованих джерелах інформації – *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. sphaerospermum*.

MICROSCOPIC FUNGI IN THE AIR OF LIBRARIES OF SCIENTIFIC INSTITUTIONS OF KYIV

A.I. Chuenko¹, Yu.B. Pysmenna¹,
Ya.I. Savchuk^{1,2}, L.P. Zatoka²,
L.M. Kuyava², N.O. Latina³

¹ Zabolotny Institute of Microbiology and Virology,
NAS of Ukraine, 154 Acad. Zabolotny Str.,
Kyiv, 03143, Ukraine

² Vernadsky National Library of National Academy
of Sciences of Ukraine, 3 Golosevsky Ave.,
Kyiv, 03039, Ukraine

³ "Kryvyi Rih City Hospital No. 7" of
Dnipropetrovsk Regional Council,
1A Marshak Str., Kryvyi Rih, 50089, Ukraine

Summary

Goal. To identify the features of the species composition of air microscopic fungi in library facilities of Kyiv. **Methods.** Microscopic fungi were isolated from the air by the aspiration method. The fungi were identified using the method of light microscopy according to the features of conidiogenesis and cultural-morphological characters. The frequency of occurrence was calculated. **Results.** The air in library facilities of Kiev was monitored for 4 years (2016–2019); 152 air samples were taken, 80 species of microscopic fungi belonging to 25 genera of Zygomycota and Ascomycota were isolated and identified. Among the selected

cultures, the greatest species diversity was found in the genera *Penicillium* (9–13 species), *Aspergillus* (2–8 species) and *Cladosporium* (3–7 species). A number of rare species of *Arthrotrichum superba* var. *irregularis* Matr., *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud, *Chrysonilia sitophila* (Mont.) Arx (*Neurospora sitophila* Shear & B.O. Dodge), *Dendryphium cladosporioides* E. & E., *Exophiala moniliae* de Hoog, *Hormiscum pun* Höhnelt, *Mortierella isabellina* Oudem. (*Umbelopsis isabellina* (Oudem.) W. Gams) and others were identified. The predominant number of species by frequency of their occurrence was classified as accidental. **Conclusions.** The species composition of air microscopic fungi in library rooms can be represented in two groups. Typical species are assigned to the first group, often, or dominant species –

A. tenuissima, *C. cladosporioides*, *C. herbarum* and *C. sphaerospermum*. The second group consists of all other species whose presence in the air is accidental. It was shown that the number of microscopic fungi in the air of library rooms was largely dependent on the season. The number of colony forming units in all the studied rooms did not exceed the norm of 500 CFU/m³ and ranged from 23±2 to 76±6 in the winter, and from 167±12 to 256±23 in the summer. Species especially harmful to human health like *A. flavus*, *A. fumigatus* and *S. chartarum* were rare and were classified as accidental species. In general, the mycological condition of the air in the evaluated rooms should be considered satisfactory.

Keywords: air contamination, micromycetes, library rooms, printed information sources.

1. Sergeyev Ayu, Sergeyev YuV. [Gribkovyye infektsii.] Moskva: Izd-vo BINOM, 2008. 480 p. Russian.
2. Andersen B, Frisvad JC, Søndergaard I, Rasmussen IS, Larsen LS. Associations between fungal species and water-damaged building materials. *Applied and Environmental Microbiology*. 2011; 77(12):4180–8. doi:10.1128/AEM.02513-10. PMC 3131638. PMID 21531835.
3. Bilay VI, Koval' EZ. [Aspergilly.] Kiyev: Nauk. dumka; 1988. 204 p. Russian.
4. Denning DW, Pashley C, Hartl D, Wardlaw A, Godet C, Del Giaccho S, Delhaes L, Sergejeva S. Fungal allergy in asthma-state of the art and research needs. *Clin Transl Allergy*. 2014; Apr 15; 4:14. doi: 10.1186/2045-7022-4-14. eCollection 2014.
5. Ibarrola I, Suárez-Cervera M, Arilla MC, Martínez A, Monteseirín J, Conde J, Asturias J. Production profile of the major allergen Alt a 1 in *Alternaria alternata* cultures. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. 93 (6):589–593. doi:10.1016/S1081-1206(10)61268-9.
6. Leont'yev DV [Floristicheskiy analiz v mikologii] Khar'kov: Ranok-NT; 2008. 110 p. Russian.
7. Mirchink TG [Pochvennaya mikologiya] M.: MGU; 1988. 220 p. Russian.
8. Zhdanova NM [Monitoring mikromitsetov pri vizanenni ekologicheskogo stanu gruntiv] in [Agrotekhnologichniy monitoring i pasportizatsiya sil'skogospodars'kikh zemel']. Kiev: Fitosotsiotsentr, 2002. p. 146–152. Ukrainian.
9. [GOST R ISO 16000-18-2013 «Vozdukh zamknutykh pomeshcheniy. CH.18 Obnaruzheniye i podschet plesnevnykh gribkov. Otbor prob osazhdeniyem »]. Russian.
10. Pert SDzh. [Osnovy kul'tivirovaniya mikroorganizmov i kletok]. M.: Mir, 1978. 330 p. Russian.
11. de Hoog GS, Guarro J, Gene J, Figueras MJ. Atlas of clinical fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures: Universitet Rovira i Virgili; 2000. 720 p.
12. Domsch KH, Gams W, Anderson T-H. Compendium of Soil Fungi. W. Gams, editor. IHW-Verlag, Eching; 2007. 672 p.
13. Ellis MB. Dematiaceous Hyphomycetes. England, Kew: Commonwealth Mycol Inst; 1993. 608 p.
14. Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. UK, Wallingford: CAB International; 2008. 771 p.
15. Klich MA, Pitt JI. A laboratory guide to the common *Aspergillus* species and their teleomorph. Australia: Published by Commonwealth

- Scientific and Industrial Research Organisation; 1994. 650 p.
16. Ramirez C. Manual and atlas of the Penicillia. Netherlands: Elsevier Biomedical Press; 1985. 874 p.
 17. Raper KB, Thom C. A manual of the Penicillia. Baltimore: The Williams & Wilkins Company; 1949. 875 p.
 18. Rohrmann S, Molitoris HP. Screening for wood-degrading enzymes in marine fungi. *Can J Bot.* 1992; 70:2116–23.
 19. Simmons EG. *Alternaria*. An identification Manual. Utrecht: CBS; 2007. 775 p.
 20. Bilayn VI, Pidoplichko N M. [Toksino-obrazuyushchiye mikroskopicheskiye griby]. Kiev: Nauk. dumka; 1970. 291 p. Russian.
 21. Bilay VI. [Metody eksperimental'noy mikologii]. Kiev: Nauk. dumka; 1982. 550 p. Russian.
 22. Koval' EZ, Sidorenko LP. [Mikodestrukturny promyshlennykh materialov]. Kiev: Nauk. dumka; 1989. 192 p. Russian.
 23. Index fungorum [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.indexfungorum.org/names/AuthorsOfFungalNames.asp>
 24. Fungal databases. Nomenclature and species banks [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mycobank.org/>
 25. Yavorska HV, Bilinska IS, Hnatysh SO, Osmak HS. [Mikrobiologichna propozyziya povitryanykh prymishchen i knykh naukovo-y biblioteki Lvivskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Franka]. *Biologichni studiyi*. 2016; 10(1):75–88. Ukrainian.
 26. Subbota AH. [Yzuchenye mykologicheskogo sostoyaniya zhylykh pomeshcheniy h. Kiev]. In: Tezy dopovidey nauko-praktychnoy konferentsiyi «Aktualni pytannya hihiyeny ta ekolohichnoy bezpeky Ukrainy» (odynadtsyati marzyevyevskiy chytannya); Vypusk 15 (2015 8–9 zhovtnya); Ivano-Frankivsk. 2015. p. 225–228. Russian.
 27. Pinheiro, AC, Macedo MF, Jurado Saiz-Jimenez C, Viegas C, Brandao J, Rosado L. Mould and yeast identification in archival settings: Preliminary results on the use of traditional methods and molecular biology options in Portuguese archives. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2011; 65 (4):619–627.
 28. Harkawy A, Gorny RL, Ogierman L, Wlazlo A, Lawniczek-Walczyk A, Niesler A. Bioaerosol assessment in naturally ventilated historically library building with restricted personnel access. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2011; 18 (2):323–329.
 29. Borrego S, Guimet P, de Saravia SG, Batistini P, Garcia M, Lavin P, Perdomo I. The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2010; 64:139–145.
 30. Borrego S. Fungi in Archive Repositories Environments and the Deterioration of the Graphics Documents. *EC Microbiology*. 2017; 11(5):205–226.
 31. Lugauskas A, Krikštonis A. Microscopic Fungi Found in the Libraries of Vilnius and Factors Affecting their Development. *Indoor and Built Environment*. 2004; 13(3):169–182. DOI: 10.1177/1420326X04045274
 32. Kondratyuk TO, Nakonechna LT, Kharkevych OS. [Mikroskopichni hryby, vuyavleni na poskodzhennykh ozdobyvalnykh materialakh stin (shtukaturtsi ta farbi) vseredyni prymishchen]. *Ukr Botan Zhurnal*. 2011; 68(3):407–19. Ukrainian.
 33. Micheluz A, Manente S, Tigini V, Prigione V, Pinzari F, Ravagnan G, Varese GC. The extreme environment of a library: Xerophilic fungi inhabiting indoor niches. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2015; 99:1–7.
 34. Zhebrak IS, Manafova AM. [Sezonnaya dinamika i differentsiatsiya aeromikoty pomeshcheniy uchrezhdeniya obrazovaniya (Grodno, Belarus')]. *Sotsial'no-ekologicheskiye tekhnologii*. 2018; 1:88–111. Russian.
 35. Thakur V. Air monitoring of fungal spores inside the B. J. Wadia Library, Pune, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015; 4(4):35–40.

Отримано 28.02.2020