



УДК 069+579.63:582

ПОРІВНЯННЯ МІКРОБІОТИ ПОВІТРЯ ПРИМІЩЕНЬ МУЗЕІВ ПРИКАРПАТТЯ

Г. Яворська¹, І. Білінська¹, Г. Осьмак²

¹ Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна
e-mail: igor_javo@mail.ru

² Львівська філія Національного науково-дослідного реставраційного центру України
вул. Лесі Українки, 10, Львів 79008, Україна

Моніторинг стану мікробіоти повітря різноманітних музейних приміщень, яке є основним джерелом поширення мікроорганізмів, здатних руйнувати експонати чи будівлі, є актуальною проблемою сучасності. Проаналізовано склад мікробіоти повітря приміщень Львівського історичного музею, Івано-Франківського обласного художнього музею та Львівського музею історії релігії. Встановлено, що повітря більшості приміщень досліджуваних музеїв незначно заселене мікроорганізмами (їхня кількість не перевищувала допустимих норм). Виділено значну кількість штамів плісневих грибів, зокрема, відомих руйнаторів різноманітних матеріалів музейних експонатів. Підтверджено, що за умов підвищення температури і вологості повітря зростає загальна кількість мікроорганізмів, а зі збільшенням кількості відвідувачів – лише кількість бактерій. Встановлено, що в повітрі приміщень усіх музеїв найчастіше трапляються однакові роди плісневих грибів, зокрема, у повітрі Львівського історичного музею – *Penicillium* і *Aspergillus* (35 і 25 %, відповідно); Івано-Франківського обласного художнього музею – *Penicillium*, *Aspergillus* і *Alternaria* (36, 25 і 6 %, відповідно); Львівського музею історії релігії – *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mortierella* (26, 21, 15, 11 і 10 %, відповідно). Згідно з отриманими результатами розроблено відповідні рекомендації адміністраціям щодо покращення умов зберігання музейних експонатів і пригнічення розвитку мікробіоти.

Ключові слова: біопшкодження, повітря музеїв, мікробіота, чисельність мікроорганізмів, плісневі гриби.

ВСТУП

У 1968 р. в Англії відбувся перший міжнародний симпозіум, де створено Міжнародну організацію біопшкодження зі штаб-квартирою в Астанівському університеті, яка дотепер здійснює координуючі функції з дослідження біопшкоджень. Там працює Інформаційний центр, Міжнародний науково-дослідний комплекс, видають Міжнародні бюлетені та Бібліографічний покажчик публікацій з біопшкоджень.

Ця проблема відтоді отримала офіційний статус і самостійність як науково-практичний напрям, що перебуває на стику різних наук і сфери практичної діяльності людини [5, 12].

Одним із найвідчутніших наслідків порушення режимів збереження культурних та історичних цінностей є виникнення біопшкоджень, що залежить від загального стану будівлі музею. У деяких музеях України умови зберігання не відповідають нормативним. Основним і невідкладним завданням сьогодення є впровадження в кожен музей України сучасних наукових підходів до проблеми збереження пам'яток історії та культури з урахуванням положень визнаної в усьому світі стратегії збереження колекцій від біодеструкторів – Integrated Pest Management (IPM) – комплексного біологічного контролю за станом колекцій, системи біологічного моніторингу [3, 12].

Серед чинників навколишнього середовища особливе значення мають вологість, температура, освітлення, хімічний склад субстрату тощо. Для біопшкодження необхідною є одночасна наявність усіх необхідних компонентів і чинників як передумов для виникнення та перебігу біоруйнівного процесу. Переважна більшість (від 50 до 80 %) пошкоджень зумовлена впливом на них мікроорганізмів (бактерій і плісневих грибів), розвиток і життєдіяльність яких визначають зовнішні чинники: фізичні (вологість і температура, тиск, радіація тощо), хімічні та біологічні. Поєднання сприятливої температури, вологості й наявності органічних речовин призводить до розвитку на поверхні матеріалів різних видів мікроорганізмів. Особливо небезпечною для музейних фондів є висока температура за високих значень вологості [5, 9].

Найактивнішими збудниками біопшкоджень об'єктів культурної спадщини є плісневі гриби, на частку яких припадає до 20 % від загальної кількості пошкоджень. Вони здатні розвиватися на різноманітних предметах включно з музейними спорудами й експонатами, які там зберігають, спричиняючи їх пошкодження. Мікологічні дослідження об'єктів культурної спадщини активно проводять в останні десятиліття. Це, зокрема, процеси біопшкодження пам'яток історії та культури (історичних будівель, музеїв, церков і монастирів, поверхні мармуру скульптур, паперу, пергаменту і шкіряних палітурок книг). Дослідження мікобіоти повітря сховищ, експозиційних залів та мікробіологічні обстеження експонатів, розміщених тут, є першочерговою справою в системі збереження фондів у кожному музеї. Важливість проблеми пошкоджень таких об'єктів культурних цінностей, як предмети музейного зберігання, полягає у тому, що внаслідок пошкоджень плісневими грибами часто повністю або незворотно втрачають матеріальні елементи. Органічні кислоти, ферменти, пігменти й інші метаболіти, що продукують гриби, спричиняють суттєві зміни фізико-механічних та інших властивостей матеріалів, різко погіршують їхні технологічні параметри [17]. Втрати від біопшкоджень можуть значно переважати збитки від повені чи пожежі, тому актуальність моніторингу пошкоджень пам'яток культури й образотворчого мистецтва, спричинених мікроорганізмами, є безсумнівною.

Основне джерело потрапляння спор грибів на музейні предмети – осідання їх з повітря разом із пилом. Більшість грибів, які спричиняють пошкодження матеріалів, здатні швидко розмножуватися. Наприклад, сухоспорові форми (роди *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Scopulariopsis*) утворюють сотні тисяч і мільйони спор. Спори мають незначні масу і розмір, що дає змогу за найменшого

руху повітря піднімати їх на велику висоту і переносити на значні відстані. Спори здатні довгий час зберігати життєздатність, витримувати дію високих і низьких температур, високих доз опромінення, токсичних речовин тощо [1, 6]. Плісневі гриби життєздатні у широких межах вологості, температури, рН середовища, освітленості, вмісту кисню. Порівняно з іншими групами мікроорганізмів, гриби є найстійкішими до низької вологи, тому вони найчастіше трапляються на експонатах.

Найактуальнішою з проблем залишається пошук і дослідження засобів знешкодження мікроорганізмів-деструкторів з огляду на їхні високі адаптивні можливості щодо біоцидів, які застосовують у реставраційній практиці [10]. Особливо уваги заслуговують препарати, які не справляють негативного впливу на навколишнє середовище, предмети зберігання та людину [11]. Актуальною є підготовка для музеїв, реставраційних і навчальних закладів України інформаційно-довідкової, методичної та наукової літератури щодо проблем біопошкоджень культурних цінностей, якої практично немає. Вирішити питання збереження національного надбання України можна узагальненням і всебічним аналізом індивідуальних проблем кожного з музеїв.

Метою було проаналізувати й порівняти мікробіоту повітря приміщень Львівського історичного музею, Івано-Франківського обласного художнього музею та Львівського музею історії релігії, а також дослідити видовий склад плісневих грибів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження виконано на кафедрі мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка, у Львівській філії Національного науково-дослідного реставраційного центру України, Львівському історичному музеї, Івано-Франківському обласному художньому музеї та Львівському музеї історії релігії.

Об'єктом дослідження була мікробіота повітря різних приміщень музеїв і виділені культури плісневих грибів.

Для аналізу мікробіоти повітря був використаний метод седиментації Коха [4]. Розрахунок загальної кількості мікроорганізмів в 1 м³ повітря у колонієутворювальних одиницях (КУО) здійснювали за формулою Омелянського [4].

Кліматичні показники (температуру і відносну вологу) приміщень музеїв визначали за допомогою термометра-гігрометра марки "Wendox".

Виділені культури плісневих грибів ідентифікували за морфологічними ознаками, використовуючи бактеріоскопічний і культуральний метод. Для виявлення бактеріоскопічним методом виготовляли живі та фарбовані препарати, які досліджували, застосовуючи світлову або фазово-контрастну мікроскопію. Для посіву патологічного матеріалу використовували такі середовища: м'ясо-пептонний агар і сусло-агар [4]. Проводили посів згідно з методичними рекомендаціями [4, 16]. Посіви культивували 5–7 діб за температури +28 °С й аеробних умов. Враховували характерну морфологію клітин і колоній, пігментацію, органи розмноження, наявність септ, форму спорозитних структур тощо. Ідентифікацію штамів грибів до роду та виду здійснювали за допомогою визначника Литвинова і Мілько [7].

Отримані значення піддавали статистичному обчисленню, використовуючи критерій Стьюдента [2].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХНЕ ОБГОВОРЕННЯ

Порівнюючи результати кількісного аналізу мікробіоти повітря досліджених приміщень трьох музеїв Прикарпаття, ми встановили незначну чисельність мікроорганізмів (табл. 1). Досліджувана кількість КУО/м³ не мала б насторожувати, проте зрозуміло, що за наявності у повітрі навіть кількох клітин чи спор мікроорганізмів і сприятливих умов їхня кількість зростає дуже швидко, особливо це важливо, якщо є наявні біодеструктори. Щодо температурно-вологісних показників, то вони у більшості приміщень відповідали встановленим нормам (оптимальна температура 18±2 °С, допустима 15–24 °С; оптимальна вологість 50±5 %, допустима 40–65 %) [5, 9]. Відхилення температурно-вологісних показників призводило до збільшення кількості мікроорганізмів, хоча іноді причини збільшення кількості мікроорганізмів були іншими.

Таблиця 1. Порівняння мікробіоти повітря приміщень музеїв

Table 1. Comparison of indoor air microbiota of museums

Музей	Місце відбору проб (приміщення музею)	Температура, °С	Вологість, %	КУО/м ³	Співвідношення бактерії : гриби
Львівський історичний музей	відділ "Королівські зали"	18,5±0,4	42±0,1	496±110	6 : 1
	книгосховище	17,7±0,4	42±0,1	467±186	3 : 1
	фонд тканин	17,9±0,1	43±0,1	88±10	2 : 1
	фонд меблів	18,9±0,1	41±0,1	62±20	1 : 2
	фонд дерева	18,5±0,1	58±0,1	443±82	2 : 1
Середнє значення		18,3±0,4	45±0,1	311±189	
Івано-Франківський художній обласний музей	фондосховище темперного живопису та скульптури	14,5±0,2	53±0,1	416±170	1 : 10
	фондосховище живопису	13,7±0,1	55±0,1	136±56	2 : 1
	фондосховище скульптури	11±0,4	62±4	260±140	1 : 2
	фондосховище одягу і ткацтва	17±0,1	58±0,1	299±99	1 : 3
	експозиційний зал	11±0,1	62±0,1	285±85	5 : 2
	фондосховище живопису та графіки	11±0,1	58±0,1	155±31	1 : 10
Середнє значення		13±2,0	58±2,7	258±75	
Львівський музей історії релігії	фонд живопису	17,5±0,1	65±0,1	359±208	1 : 4
	фонд "Тор"	18±0,1	65±0,1	219±76	1 : 1
	фонд художнього дерева і скульптур	18±0,1	63±0,1	566±138	2 : 1
	фонд нумізматики	18,5±0,1	42±0,1	163±72	1 : 3
	архів документів	18,6±0,1	42±0,1	161±23	1 : 2
	відділ "Шостий сектор"	18±0,1	43±0,1	142±5	1 : 3
	центральна частина фондосховища	18,6±0,1	41±0,1	343±207	1 : 2
	Середнє значення		18,2±0,3	51,6±10,9	279±123

Виявлено, що в повітрі деяких приміщень досліджених музеїв переважали плісєневі гриби (табл. 1). Відомо, що у сховищах можуть розмножуватися до 300 видів грибів, але в кожному конкретному випадку функціонує певне угруповання, де переважають ті види, для розвитку яких є оптимальні умови [13]. Видова різноманітність грибів змінна (за зміни умов середовища змінюється їх склад). Найчастіше у складі мікробіоти-деструкторів виявляють гриби-поліфаги, яких виділяють із більшості субстратів в умовах підвищеної вологості. Це гриби родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Althernaria* та *Micelia sterilia*. Для росту їм достатньо навіть невеликого забруднення (пил, відбитки пальців тощо) на поверхні виробів. Гриби здатні використовувати як джерело енергії не тільки органічні, а й неорганічні речовини. Таку широку всеїдність плісєневих грибів пояснюють наявністю у них цілого комплексу високоактивних ферментів. У повітрі завжди знаходять спори та фрагменти міцелію грибів. Тому важливим показником екологічного та санітарно-гігієнічного стану приміщень і повітря музеїв, де зберігають культурні й мистецькі цінності, є ступінь забруднення повітря пилом і життєздатними спорами мікроорганізмів [6, 8]. Наявність у повітрі патогенних і токсигенних видів грибів неприпустима [14, 15].

Встановлено, що зростання кількості плісєневих грибів практично не залежить від кількості відвідувачів. У приміщеннях відділу “Королівські зали” Львівського історичного музею після відвідувачів чисельність бактерій зростала у 3,5 разу, а плісєневих грибів – у 1,5 (рис. 1). Аналогічні результати виявлені й в інших приміщеннях, які є популярними серед відвідувачів.

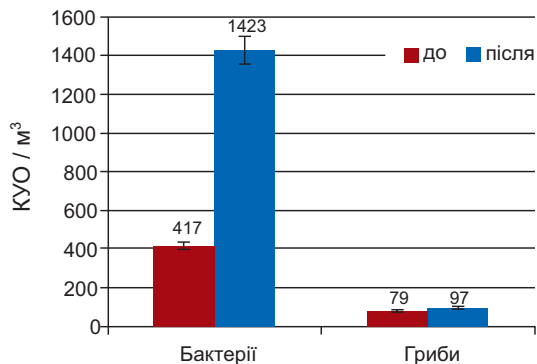


Рис. 1. Кількість мікроорганізмів у повітрі відділу “Королівські зали” до та після відвідувачів

Fig. 1. Amount of microorganisms in air of the department “Royal halls” before and after presence of visitors

Кількість бактерій у повітрі музеїв практично не впливає на біоруйнівні процеси, оскільки більшість із них швидко гине, тому подальші дослідження спрямовано на складову мікробіоти. Детальні дослідження виділених культур плісєневих грибів дали змогу їх ідентифікувати. Встановлено, що з приміщень усіх досліджених музеїв виділяли різні культури грибів (табл. 2).

Зокрема, у Львівському історичному музеї з усіх ідентифікованих штамів плісєневих грибів 35 % (60 штамів) належали до роду *Penicillium*, 25 % – *Aspergillus* (*Aspergillus* sp. – 11 штамів, *A. flavus* – 7, *A. candidus* – 6, *A. flavipes* – 4, *A. ochraceus* – 4, *A. niger* – 2, *A. fumigatus* – 1); 40 % – інших, серед яких *Mycelia sterilia* – 9 штамів, *Cladosporium* (*C. elegantum* – 4, *C. lignicola* – 3, *C. herbarum* – 1, *C. epyphyllum* – 1,

Таблиця 2. Якісний склад мікробіоти повітря приміщень музеїв Прикарпаття
Table 2. Qualitative composition of indoor air microbiota of Prykarpattia museums

Музей	Приміщення музею	Виділені гриби
Львівський історичний музей	відділ "Королівські зали"	<i>Alternaria oleraceae</i> ; <i>Aspergillus flavus</i> ; <i>Aspergillus flavipes</i> ; <i>Verticillium albo-atrum</i> ; <i>Verticillium candelabrum</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Torula allii</i> ; <i>Sterilia emphilium</i> ; <i>Monocillium</i> sp.; <i>Fusarium</i> sp.; <i>Dicoccum</i> sp.; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Cladosporium</i> sp.
	книгосховище	<i>Aspergillus ochraceus</i> ; <i>Aspergillus flavipes</i> ; <i>Aspergillus flavus</i> ; <i>Aspergillus candidus</i> ; <i>Alternaria oleraceae</i> ; <i>Homodendrum nigrescens</i> ; <i>Papularia sphaerosperma</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Fusarium</i> sp.; <i>Monocillium</i> sp.; <i>Penicillium</i> sp.
	фонд тканин	<i>Aspergillus ochraceus</i> ; <i>Aspergillus flavus</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Cladosporium lignicola</i> ; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Acremonium</i> sp.
	фонд меблів	<i>Aspergillus ochraceus</i> ; <i>Aspergillus flavus</i> ; <i>Aspergillus candidus</i> ; <i>Aspergillus ornatus</i> ; <i>Monosporium silvaticum</i> ; <i>Curvularia affinis</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Oospora</i> sp.; <i>Trichosporium</i> sp.
	фонд дерева	<i>Cladosporium lignicola</i> ; <i>Cladosporium herbarum</i> ; <i>Cladosporium epiphyllum</i> ; <i>Cladosporium brevi-compactum</i> ; <i>Aspergillus resteriliarictus</i> ; <i>Aspergillus ochraceus</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Acrocyndrium granulatum</i> ; <i>Alternaria grisea</i> ; <i>Alternaria femus</i> ; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Acromoniella</i> sp.; <i>Geotrichum</i> sp.; <i>Metarhizium</i> sp.
Івано-Франківський художній обласний музей	фондосховище темперного живопису та скульптури	<i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Aspergillus</i> sp.
	фондосховище живопису	<i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Rhizopus</i> sp.; <i>Mortierella</i> sp.
	фондосховище скульптури	<i>Aspergillus niger</i> ; <i>Aspergillus ochraceus</i> ; <i>Cladosporium epiphyllum</i> ; <i>Trichotecium roseum</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Mucor mucedo</i> ; <i>Acremonium</i> sp.; <i>Oospora</i> sp.; <i>Penicillium</i> sp.
	фондосховище одягу і ткацтва	<i>Cladosporium epiphyllum</i> ; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Mortierella</i> sp.
	експозиційний зал	<i>Mortierella isabellina</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Penicillium</i> sp.
фондосховище живопису та графіки	<i>Cladosporium epiphyllum</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Acremonium</i> sp.	
Львівський музей історії релігії	фонд живопису	<i>Penicillium expansum</i> ; <i>Penicillium monocillium</i> ; <i>Mortierella isabellina</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Trichoderma viride</i> ; <i>Cladosporium elegantulum</i> ; <i>Fusarium</i> sp.; <i>Mucor</i> sp.; <i>Penicillium</i> sp.
	фонд "Тор"	<i>Aspergillus niger</i> ; <i>Aspergillus versicolor</i> ; <i>Penicillium monocillium</i> ; <i>Mortierella isabellina</i> ; <i>Chrysosporium pannorum</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Cladosporium</i> sp.; <i>Glodadium</i> sp.; <i>Exophiala</i> sp.; <i>Penicillium</i> sp.
	фонд художнього дерева і скульптур	<i>Aspergillus ochraceus</i> ; <i>Trichoderma viride</i> ; <i>Cladosporium herbarum</i> ; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Cladosporium</i> sp.; <i>Oidiodendron</i> sp.
	фонд нумізматики	<i>Aspergillus niger</i> ; <i>Aspergillus ochraceus</i> ; <i>Mortierella isabellina</i> ; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Rhizopus</i> sp.; <i>Acremonium</i> sp.; <i>Trichosporium</i> sp.; <i>Aspergillus</i> sp.; <i>Cladosporium</i> sp.
	архів документів	<i>Cladosporium lignicola</i> ; <i>Geotrichum candidum</i> ; <i>Penicillium monocillium</i> ; <i>Mortierella</i> sp.; <i>Acremonium</i> sp.; <i>Zygorhynchus</i> sp.
	відділ "Шостий сектор"	<i>Cladosporium lignicola</i> ; <i>Geotrichum candidum</i> ; <i>Penicillium monocillium</i> ; <i>Aspergillus versicolor</i> ; <i>Zygorhynchus</i> sp.; <i>Rhizopus</i> sp.; <i>Mortierella</i> sp.; <i>Acremonium</i> sp.
	центральна частина фондосховища	<i>Cladosporium lignicola</i> ; <i>Cladosporium herbarum</i> ; <i>Cladosporium epiphyllum</i> ; <i>Penicillium expansum</i> ; <i>Mucor mucedo</i> ; <i>Aspergillus candidus</i> ; <i>Aspergillus nidulans</i> ; <i>Aspergillus ochraceus</i> ; <i>Aspergillus versicolor</i> ; <i>Aspergillus niveus</i> ; <i>Aspergillus niger</i> ; <i>Mortierella isabellina</i> ; <i>Rhizopus steriliaolonifer</i> ; <i>Alternaria tenuis</i> ; <i>Mycelia sterilia</i> ; <i>Oospora lupuli</i> ; <i>Monilia geophita</i> ; <i>Absidia</i> sp.; <i>Fusarium</i> sp.; <i>Aspergillus</i> sp.; <i>Rhizopus</i> sp.; <i>Penicillium</i> sp.; <i>Mortierella</i> sp.; <i>Glodadium</i> sp.; <i>Cladosporium</i> sp.

C. affinis – 4, *C. brevi-compactum* – 2), *Torulla* – 5, *Fusarium* sp. – 4, *Alternaria oleraceae* – 4, *Tetracosporium* sp. – 2, *Monocillium* – 3, *Oospora* sp. – 1, *Trichosporium* sp. – 1, *Dicoccum* sp. – 1, *Trichothecium* sp. – 1, *Acremonium* sp. – 1, неідентифікованих культур – 27; з Івано-Франківського художнього обласного музею виділено 11 видів плісневих грибів: *Penicillium* sp., *Aspergillus niger*, *Oospora* sp., *Cladosporium epiphyllum*, *Acremonium* sp., *Mycelia sterilia*, *Mortierella isabellina*, *Rhizopus* sp., *Asperillus ochraceus*, *Trichotecium roseum*, *Mucor mucedo*, 5–6 з них перебувало у повітрі різних приміщень цього музею; з Львівського музею історії релігії найчастіше виділяли представників родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mortierella* і значно рідше – *Rhizopus*, *Mucor*, *Oospora*, *Fusarium*, *Monilia*, *Trichoderma*, *Gliocladium* та ін.

На основі виявлених показників кількості мікроорганізмів повітря було розроблено такі рекомендації: забезпечити стабільність температурно-вологісних показників, провести детальний мікологічний огляд експонатів (пам'ятки, на яких виявлено ураження грибами, ізолювати в окреме приміщення та піддати дезінфікуванню), регулярно здійснювати профілактичну обробку стелажів антисептиком, у літній період усі приміщення регулярно провітрювати.

Проведення систематичного комплексного контролю за параметрами оточуючого середовища, насамперед за відносною вологістю повітря й температурою, біологічного контролю приміщень і об'єктів збереження – найважливіші засоби запобігання біопшкодженню. Дотримання температурно-вологісних показників на оптимальному рівні, вчасне проведення дезінфікування тощо забезпечить сучасний підхід до проблем збереження, який базується на стратегії Integrated Pest Management (IPM) – стратегії збереження колекцій, архівних, бібліотечних і музейних фондів, у якій головну роль відіграють профілактичні заходи.

ВИСНОВОК

Проаналізовано мікробіоту повітря різних приміщень Львівського історичного музею, Івано-Франківського обласного художнього музею та Львівського музею історії релігії, а також визначено кількісний і якісний склад плісневих грибів. Встановлено, що повітря приміщень усіх досліджуваних музеїв за мікробіологічними показниками було чистим. Найбільшу кількість мікроорганізмів виявляли у відділах, де завжди є багато відвідувачів або є відхилення від вимог до температурно-вологісних показників. Серед виділених культур плісневих грибів переважали представники однакових родів, зокрема, у повітрі Львівського історичного музею – *Penicillium* і *Aspergillus* (35 і 25 %, відповідно); Івано-Франківського обласного художнього музею – *Penicillium*, *Aspergillus* і *Alternaria* (36, 25 і 6 %, відповідно); Львівського музею історії релігії – *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mortierella* (26, 21, 15, 11 і 10 %, відповідно). Для зменшення кількості мікроорганізмів у повітрі досліджуваних приміщень розроблено відповідні рекомендації щодо стабілізації умов мікроклімату.

1. *Bilay V.I. Bases of general micology.* Kyiv: High School, 1989. 392 p. (In Ukrainian).
2. *Derkach M. P., Gumetskiy R. Y., Chaban M. Y. Course of variation statistics.* Lviv: Lviv Ivan Franko National University Publishing Center, 1997. 207 p. (In Ukrainian).
3. *Dovgaliuk V., Kondratiuk T., Rybchynska O., Riasna O.* Temperature-humidity conditions and indoor air microbiota of archives and museums. **Studies in Archived Business and Documentation Studying.** Kyiv, 2000; 6: 103–106. (In Ukrainian).
4. *Gudz S.P., Hnatysh S.O., Bilinska I.S. Microbiology: practical work, tests.* Lviv: Lviv Ivan Franko National University Publishing Center, 2012. 228 p. (In Ukrainian).
5. *Kondratiuk T.O., Mytkivska T.I.* Sights of history and culture damages in conditions of unstable temperature and humidity mode. **Proc. of All Ukraine Conf. "Ukrainian Archives Studying: history, modern state and prospects"**. Kyiv, 1997; 1: 235–238. (In Ukrainian).
6. *Kozlova I.P., Radchenko O.S., Stepura L.G. et al. Geochemical activity of microorganisms and its applied aspects.* Kyiv: Scient. opinion, 2008. 528 p. (In Ukrainian).
7. *Lytvynov M.A. Determinant of the soil microscopical fungi.* Lviv: Science, 1967. 303 p. (In Ukrainian).
8. *Manturovskaya N.V., Sizova T.P., Saraeva V.M.* Microbiological state of documents archives air. **Proc. of 3rd All Union Conf. "Biodamages"**. Moscow, 1987; 1: 30–31. (In Russian).
9. **Museum storage of artistic value: Practical manual.** Moscow, 1995. 204 p. (In Russian).
10. *Niuksha Yu. P., Leonov V. P.* Responsibility of libraries for maintenance of cultural value of Russia. **Library conducting**, 2002; 1: 8–14. (In Russian).
11. *Os'mak G.S.* Usage of propolis as antiseptic in restoration. **Proc. of Int. Scient. Pract. Conf. "Restoration of museum sights in modern terms. Problems and ways of it decision"**. Kyiv, 1999: 18–19. (In Ukrainian).
12. *Parker T. A. Integrated Post Management for Libraries. Conference held at the National Library of Austria "Preservation of Library Materials"*. Vienna, 1986: 103–123.
13. *Subbota A.G., Novytkova G.M.* Micology control of air as prophylaxis of biodamages of documents founds. **Proc. of All Ukraine Conf. "Ukrainian Archives Studying: history, modern state and prospects"**. Kyiv, 1997; 2: 252–253. (In Ukrainian).
14. *Vershynina E. G., Pokrovskaya Yu. V.* Indoor micromycetes. **Theory and practice of books storage in library.** Collection of scientific publ. St. Petersburg, 1992: 113–119. (In Russian).
15. *Volodina O.P., Shevchenko L.O., Koval E.Z., Shurubura A.K.* Microbiological state of documentary funds of Ukraine state archives. **Proc. of 2nd Int. Scient. Pract. Conf. "Problems of maintenance, canning and restorations of museum sights"**. Kyiv, 1999: 18–19. (In Ukrainian).
16. *Volodina O.P., Zdanova N.M., Kondratiuk T.O.* Documents defecting by mould fungi and measures on a labour protection during work with the damaged documents. **Methodical recommendations.** Kyiv: Institute of Microbiology and Virology of Ukraine Academy of Sciences, 2005. 48 p. (In Ukrainian).
17. <http://undiasd.archives.gov.ua/doc/studiji/2000.pdf>

COMPARISON OF INDOOR AIR MICROBIOTA OF PRYKARPATYA MUSEUMS**G. Yavorska¹, I. Bilinska¹, G. Os'mak²**¹*Ivan Franko National University of Lviv, 4, Hryshchivskyi St., Lviv 79005, Ukraine
e-mail: igor_javo@mail.ru*²*Lviv Branch of the National Research and Restoration Center of Ukraine
10, Lesya Ukrainka St., Lviv 79008, Ukraine*

Monitoring of air microbiota state of various museum apartments, that is the basic source of spreading of microorganisms able to destroy exhibits or buildings, is the actual problem of nowadays. Indoor air microbiota (quantitative and qualitative composition) of the Lviv historical museum, Ivano-Frankivsk regional art museum and Lviv religion history museum was analysed. It was established that air of most apartments of investigated museums insignificantly populated by microorganisms (their amount did not exceed possible norms). However, the fact of isolation of great quantities of mould fungi troubled, in particular, known damagers of various materials of museum exhibits. It is confirmed, that the common amount of microorganisms grows with the increasing of temperature and humidity of air, and with the increasing of number of visitors – only amount of bacteria. It was established that in indoor air of all museums happen mostly the identical genera of mould fungi, in particular, in air of Lviv historical museum – *Penicillium* and *Aspergillus* – (35 and 25 %, accordingly); Ivano-Frankivsk regional art museum – *Penicillium*, *Aspergillus* and *Alternaria* (36, 25 and 6 %, accordingly); Lviv religion history museum – *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mortierella* (26, 21, 15, 11 and 10 %, accordingly). Accordingly to the obtained results corresponding recommendations were given to administrations in relation to the improvement of museum exhibits storage conditions and inhibition of microbiota development.

Keywords: bio damages, indoor air of museums, microbiota, amount of microorganisms, mould fungi.

СРАВНЕНИЕ МИКРОБИОТЫ ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ МУЗЕЕВ ПРИКАРПАТТЯ**Г. Яворская¹, И. Билинская¹, Г. Осмак²**¹*Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина
e-mail: igor_javo@mail.ru*²*Львовская филия Национального научно-исследовательского
реставрационного центра Украины
ул. Леси Украинки, 10, Львов 79008, Украина*

Мониторинг состояния микробиоты воздуха различных музейных помещений, который является главным источником распространения микроорганизмов способных разрушать экспонаты или собственно здания, является актуальной проблемой современности. Проанализирован состав микробиоты воздуха помещений Львовского исторического музея, Ивано-Франковского областного художественного музея и Львовского музея истории религии. Установлено, что воздух большинства помещений исследованных музеев мало заселен микроорганизмами (их

количество не превышает допустимых норм). Выделены значительные количества плесневых грибов, в частности, известных разрушителей различных материалов музейных экспонатов. Подтверждено, что в условиях повышения температуры и влажности воздуха возрастает общая численность микроорганизмов, а с увеличением количества посетителей – только численность бактерий. Установлено, что в воздухе помещений всех музеев обнаружены одинаковые роды плесневых грибов, в частности, в воздухе Львовского исторического музея – *Penicillium* и *Aspergillus* (35 и 25 %, соответственно); Ивано-Франковского областного художественного музея – *Penicillium*, *Aspergillus* и *Alternaria* (36, 25 и 6 %, соответственно); Львовского музея истории религии – *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mortierella* (26, 21, 15, 11 и 10 %, соответственно). Исходя из полученных результатов разработаны соответствующие рекомендации администрациям для улучшения условий хранения музейных экспонатов и подавления развития микробиоты.

Ключевые слова: биоповреждение, воздух музеев, микробиота, численность микроорганизмов, плесневые грибы.

Одержано: 16.09.2014