

ЗБЕРЕЖЕННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ ТА АРХІВНИХ ФОНДІВ

УДК 504.3:582.28:022.4:027.54(477-25)НБУВ

*Антоніна Георгіївна Суббота,
кандидат біологічних наук,
Людмила Вікторівна Муха,
кандидат історичних наук,
Любов Петрівна Затока
Національна бібліотека України
імені В. І. Вернадського*

МІКОБІОТА ПОВІТРЯ СХОВИЩ І ДОКУМЕНТІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ БІБЛІОТЕКИ УКРАЇНИ ІМЕНІ В. І. ВЕРНАДСЬКОГО (ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ, ДОСЛІДЖЕННЯ З 1992 РОКУ)

У ретроспективі узагальнено і представлено результати щодо перших в Україні систематичних моніторингових досліджень мікологічного стану повітря сховищ і документів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського. Починаючи з 1992 р. у порівняльному аспекті вивчено видовий склад мікобіоти повітря у його спокійному стані і під час санітарно-гігієнічної обробки фондів, а також сезонну динаміку мікроміцетів. З повітря сховищ і документів виділено та ідентифіковано близько 15000 штамів мікроскопічних грибів, що належали до 72 видів 31 роду двох відділів Мисоgomycota і Ascomycota. Моніторинг мікологічного стану сховищ і стратегію консерваційних заходів впроваджено у систему збереження бібліотечних фондів НБУВ.

Ключові слова: бібліотека, мікобіота повітря, мікроміцети, моніторинг, частота трапляння, книгосховище, деструктивні властивості.

Бібліотеки та архіви ХХІ ст. відіграють визначну роль у формуванні сучасного інформаційного простору та є центрами, де накопичуються і зберігаються об'єкти інформації – документи. Для створення оптимальних умов зберігання документів і профілактики їх мікологічного пошкодження найбільш важливим є знання складу мікобіоти повітря книго- та архівосховищ. Уперше найбільш повно мікобіоту повітря бібліотечних сховищ і документів вивчила Ю. П. Нюкша у 50–70 роках ХХ ст. [1, 2]. Пізніше подібні дослідження було проведено у Національній бібліотеці Естонії і бібліотеці Тартуського університету [3], у Національній бібліо-

теці Білорусі [4], а також у сховищах документів академічних установ Праги [5, 6] і бібліотеці жіночого коледжу в Хайдерабаді [7].

Аналіз кількісних даних мікобіоти повітря, представлених цими авторами, свідчить, що кількість грибних зародків у повітрі, або колонієутворюючих одиниць (КУО), коливається залежно від пори року та стану бібліотечних фондів [2]. У сховищах з фондами, що характеризуються стабільним фізичним станом, їх кількість складає 30–500 колонієутворюючих одиниць у 1 м^3 повітря (КУО/ м^3), у сховищах із забрудненими фондами – від 600 до 2500 КУО/ м^3 , а під час надзвичайних ситуацій (стихійного лиха – повеней, злив, ураганів, пилових і піщаних бур); техногенних аварій (пошкодження водою через прорив водо- та теплопостачання, пожежа) досягає 7400–15 400 КУО/ м^3 ; при цьому рідко хто з авторів конкретизує умови відбору проб – у якому стані повітря відбиралися проби, спокійному чи збудженому, не звертали увагу на чисельність мікроорганізмів у повітрі під час маніпулювання з пошкодженими документами. Однак є повідомлення, що з книг XVIII–XIX ст. зі стабільного фонду під час перегортання їх сторінок упродовж 5 хв. кількість КУО зростала від 190 до 1450 в 1 м^3 повітря [8]. Труднощі кількісної оцінки мікобіоти повітря сховищ були пов'язані з відсутністю нормативних вимог і стандартів щодо гранично припустимої кількості (ГПК) спор сапрофітних грибів у 1 м^3 повітря закритих приміщень немедичного профілю. У медицині мікробіологічний стан повітря приміщень вивчали звичайно в епідеміологічному аспекті. У нормативних документах медичної промисловості з виготовлення нестерильних препаратів гранично припустима концентрація мікроорганізмів у 1 м^3 повітря приміщень дорівнювала 500 КУО [9]. У методичних вказівках щодо обґрунтування ГПК мікроорганізмів-продуцентів у робочій зоні підприємств біотехнологічного виробництва від 01.10.1998 р. мікроміцети віднесено до 3 класу небезпеки, і їх ГПК залежить від виду мікроміцета та знаходиться у межах від 300 до 5000 КУО/ м^3 . Для книгосховищ науковцями бібліотек було запропоновано вважати задовільним стан, коли у звичайних умовах упродовж 1 год. методом седиментації на агаризоване живильне середовище з повітря виділялося не більше 10 КУО на чашку Петрі (КУО/ч) діаметром 9 см [10]. 1992 року математично доведено, що величина 10 КУО на чашку під час седиментаційного методу відбору проб відповідає кількості 1000 КУО в 1 м^3 повітря за відбору проб повітря апаратом Кротова [8]. Разом з цим, встановлено, що чисельність 1000 КУО в 1 м^3 повітря за високих показників відносної вологості повітря (70–90%) може спричинити мікологічне ураження паперу [2]. У розробленому та впровадженому стандарті з консервації документів ДСТУ ГОСТ 7.50:2006 нормативи щодо ГПК колонієутворюючих одиниць мікроскопічних

грибів у 1 м³ повітря сховищ відсутні [11]. Більшість дослідників використовують величину 500 КУО/м³, що запропонував проф. М. П. Слінов, як ГПК спор мікроскопічних грибів у повітрі приміщень немедичного профілю [12].

Для книго- та архівосховищ також велике значення має видовий склад мікобіоти, оскільки серед деструкторів матеріальної основи документів трапляються не лише сапротрофні мікроміцети, але й патогенні, умовно патогенні і токсичні для людини види. Присутність останніх, особливо таких, як *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus* і *Stachybotrys chartarum*, у сховищах архівів і бібліотек є небезпечною, тому мікологічний контроль за станом фондів є необхідним і передбачається стандартом [11].

В Україні мікобіоту книго- та архівосховищ досліджено недостатньо. Постановою Президії Національної академії наук України (НАН України) «Про Розвиток Центральної наукової бібліотеки ім. В. І. Вернадського АН України» № 241 у вересні 1992 року у Центральній науковій бібліотеці ім. В. І. Вернадського АН України (нині Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, НБУВ) було ухвалено рішення щодо створення науково-виробничого та координаційно-методичного підрозділу – Центру консервації та реставрації (ЦКР НБУВ). Метою ЦКР НБУВ було виконання функцій науково-дослідного і координаційно-методичного органу з питань забезпечення збереження бібліотечних фондів в установах НАН України, а також здійснення наукової розробки технологічних, організаційних і методичних засад забезпечення фізичного збереження інформаційних ресурсів у процесі їх надходження, зберігання та використання. Збереження фондів – це характеристика їх фактичного фізичного стану, що відображає ступінь утримання експлуатаційних властивостей документів. Завданнями Центру були визначення стратегії збереження бібліотечних і архівних фондів; розробка програми досліджень з консервації документів у трьох напрямках: стабілізація, реставрація і оптимізація режимів зберігання. Одним з них є санітарно-гігієнічний, що досліджується з використанням мікробіологічних методів. Характеристику мікологічного і фізичного стану 13 млн. од. зберігання, які знаходилися на той час у сховищах НБУВ, можливо було надати лише за допомогою моніторингових досліджень мікобіоти повітря і документів у сховищах.

Метою наукової роботи ЦКР НБУВ у мікробіологічному напрямі було вивчення мікобіоти повітря сховищ і документних фондів НБУВ, дослідження деструктивної активності найбільш поширених у сховищах мікроміцетів і науково-практичне обґрунтування стабілізації пошкоджених мікроскопічними грибами документів. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

– вивчити видовий склад і сезонну динаміку мікроміцетів у повітрі сховищ різних відділів і розробити методичні підходи до моніторингових досліджень;

– визначити залежність кількісної і таксономічної характеристик мікобіоти повітря і документів від умов їх зберігання;

– провести порівняльне дослідження мікобіоти повітря у його спокійному стані та у збудженому стані під час санітарно-гігієнічної обробки фондів і роботи вентиляційної системи сховищ;

– сформувати колекцію чистих культур мікроміцетів, що виділені з повітря сховищ і бібліотечних фондів;

– дослідити деструктивну активність найбільш поширених у сховищах мікроміцетів і визначити стійкість різних видів реставраційного паперу щодо грибів-деструкторів;

– розробити інструкційно-методичну документацію щодо стабілізації пошкоджених мікроскопічними грибами документів і поліпшення санітарно-гігієнічного стану фондів НБУВ.

Об'єкти і методи дослідження. У статті проаналізовано результати моніторингових досліджень, проведених у НБУВ з 1992 по 2016 рр., – у порівняльному аспекті вивчено видовий склад мікроміцетів у повітрі сховищ різних документів: стародруків та рідкісних видань, рукописів, нотних видань, естампів, періодики (газет і журналів), архівних фондів. Досліджено повітря у приміщеннях 27-поверхової будівлі головного корпусу НБУВ (нині корпус НБУВ по Голосіївському проспекту, 3) і Філії № 1 НБУВ (нині корпус НБУВ по вул. Володимирській, 62), а також стан повітря, що надходило із вентиляційної системи до сховищ. Також дослідження повітря проводили у напівпідвальних сховищах відділу обмінно-резервних фондів (ВОРФ), що були розташовані по вул. Єреванській і Ольжича. Моніторингові дослідження проводили у сховищах корпусу НБУВ по вул. Володимирській, 62 під час аварії 2002 р., у поставарійний період – за участі фахівців Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, Інституту гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва АМН України (нині – ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва НАМН України») та продовжуються донині науковцями НБУВ.

Проби повітря відбирали седиментаційним способом у чашки Петрі діаметром 9 см на агаризовані живильні середовища – Чапека і сусло, на рівні підлоги і на рівні 1,8 м від підлоги за експозиції протягом 1 години. Проби з документів відбирали стерильними тампонами або стерильною препарувальною голкою і переносили у чашки Петрі на агаризоване середовище. Чашки інкубували за температури $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Облік росту мікроорганізмів і ідентифікацію мікроміцетів проводили на 3, 5, 7, 10, 14, 30 доби. У процесі десятирічної роботи було відібрано понад 3000 проб

повітря, виділено понад 15000 ізолятів, з них бактеріальні колонії складала 24%, грибні – 76%. Мікроміцети ідентифікували з використанням вітчизняних і закордонних визначників, бактерії не визначали [13, 14]. Ідентифікацію виділених мікроміцетів проводили за підтримки і з використанням наукової бази відділу фізіології та систематики мікроміцетів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України. Сучасні назви видів мікроміцетів і їх систематичне положення наведено відповідно до www.mycobank.org.

Для екологічного аналізу виділених мікроміцетів визначали частоту їх трапляння за формулою: $P = \left\{ \frac{n}{N} \right\} \times 100\%$, де n – кількість зразків, у яких виявлено даний вид; N – загальна кількість зразків [15]. За частотою трапляння види поділяли на: домінуючі (вище 60%); ті, що трапляються часто (30–60%); типові (10–30%); випадкові види (нижче 10%) [16].

При кількісному аналізі заспореності повітря дотримувалися рекомендацій з профілактики біопшкоджень бібліотечних фондів, за якими кількість до 10 КУО/ч відповідала 1000 КУО в 1 м³ повітря за відбору проб повітря апаратом Кротова і задовільного стану повітря сховища [8, 10]. Перерахування КУО у 1 м³ повітря здійснювали відповідно до методу Л. Сергєєвої [8]. За ГПК КУО у 1 м³ повітря приймали 500 КУО/м³, проби повітря відбирали методом примусової аспірації з використанням апарата «Тайфун».

Упродовж 1993–1994 рр. детально вивчали видовий склад і сезонну динаміку чисельності мікроміцетів у повітрі книгосховищ двох підрозділів, що різко відрізнялися між собою за санітарно-гігієнічним станом документних фондів: відділу стародруків та рідкісних видань та сектору сходознавства (нині відділ фонду юдаїки), їх сховища знаходилися поряд на першому поверсі будівлі Філії № 1 НБУВ (нині корпус НБУВ по вул. Володимирській, 62) і були аеродисперсно пов'язані між собою загальним коридором. У трьох суміжних залах відділу стародруків та рідкісних видань, що були одночасно робочими кімнатами, документні фонди регулярно знепилювалися. Впродовж експерименту вони знаходилися у задовільному санітарно-гігієнічному стані – зберігалися у дерев'яних шафах в умовах відносно стабільного температурно-вологісного режиму. Сховища сектору сходознавства (відділ фонду юдаїки) розташовано у двох ізольованих кімнатах. Фонди укомплектовані зібраннями єврейських рукописів і друкованих видань, які більше 40 років знаходилися у непристосованих для зберігання підвальних приміщеннях, унаслідок чого значна частина їх була запилена, контамінована, а іноді пошкоджена мікроміцетами. Пошкоджені документи дезінфікували у дезкамері, яку було встановлено на першому поверсі корпусу НБУВ по вул. Володимирській, 62.

Мікобіоту повітря вивчали у спокійному і збудженому стані в процесі санітарно-гігієнічної обробки фондів у зазначених вище сховищах, а також у сховищах ще п'яти відділів двох інститутів, що знаходилися у корпусі НБУВ по вул. Володимирській, 62. Сховища відділів бібліотечних зібрань і історичних колекцій; обмінно-резервних фондів; газетних фондів (нині відділ формування та використання газетних фондів); образотворчих мистецтв; нотних видань (нині відділ музичних фондів) знаходилися у восьмиповерховій прибудові до основної чотириповерхової будівлі, яку було оснащено припливно-рециркуляційною системою вентиляції. Усі сховища прибудови характеризувалися однаковими умовами розміщення документів на стелажах. Сховища відділу стародруків та рідкісних видань, Інституту рукопису та Інституту архівознавства знаходились в основній чотириповерховій будівлі корпусу НБУВ, у якій відсутня вентиляційна система. В Інституті рукопису і відділі стародруків та рідкісних видань документи зберігалися переважно у шафах, в Інституті архівознавства – на відкритих стелажах у папках і коробках.

У 27-поверховому корпусі НБУВ (проспект Голосіївський, 3), оснащеному системою кондиціонування, що працювала лише у режимі припливної вентиляції, мікобіоту повітря вивчали у сховищах відділу наукової організації та обслуговування основного фонду (ВНООФ), залі каталогів, секторі картографії тощо. Для забезпечення збереження документних фондів на папері необхідно дотримуватися нормативних показників: температура – $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря (ВВП) – $(55 \pm 5)\%$ [11]. Тому одночасно з відбором проб повітря вимірювали температуру і ВВП у сховищах з використанням до 2003 р. психрометричних гігрометрів ВІТ-1 і ВІТ-2, з 2003 р. – портативних термогігрометрів “Нанна І” і компактних кліматичних станцій (барометр–термометр–гігрометр), з 2009 р. – електронних контрольно-вимірювальних приладів DT-3. Відповідні показники записували у розроблений ЦКР «Бюлетень стану температурно-вологісного режиму сховищ».

Деструктивні властивості мікроміцетів, що були виділені нами зі сховищ, визначали за їхньою здатністю продукувати целюлозолітичні і протеолітичні ферменти, що можуть руйнувати паперовий і пергаментний носії інформації [17]. Для експерименту брали 18 видів грибів, що часто траплялися у сховищах: *Alternaria alternata*, *Arcopilus aureus*, *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *A. versicolor*, *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium macrocarpum*, *Eurotium amstelodami*, *Geotrichum candidum*, *Gilmaniella gumicola*, *Mucor plumbeus*, *Penicillium aurantiogriseum*, *P. canescens*, *P. chrysogenum*, *P. diversum*, *P. expansum*, *P. viridicatum*, *Trichoderma viride*. Целюлозолітичні властивості визначали за ростом грибів на смужках

фільтрувального паперу розміром 1×5 см, занурених на 1/3 у рідке мінеральне середовище Чапека, де єдиним джерелом вуглецю був фільтрувальний папір. Протеолітичні властивості грибів визначали візуально за їх здатністю гідролізувати 10% желатин [15].

Надалі інтенсивність росту *Alternaria alternata*, *Arcopilus aureus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium aurantiogriseum*, *Trichoderma viride*, у яких було виявлено целюлозолітичну активність, вивчали на дослідних зразках деяких видів реставраційного паперу: газетного, писального, реставраційного РД–10 і фільтрувального. Стерильні диски паперів, як єдине джерело вуглецю, розташовували у чашках Петрі на агаризованому середовищі Гетчінсона, яке було інокульовано зазначеними вище тест-культурами [18].

Результати досліджень та обговорення. За нашими спостереженнями, термо-гігрометричні параметри повітря як у приміщеннях корпусу НБУВ по вул. Володимирській, 62, так і у 27-поверховій будівлі НБУВ були нестабільними. Також встановлено незначні добові і сезонні відхилення від нормативних параметрів температури і ВВП протягом опалювального періоду. Значно знижувалася температура і підвищувалася ВВП у приміщеннях НБУВ восени за затримки початку опалювального сезону.

За мікробіологічним аналізом повітря сховищ відділу стародруків та рідкісних видань і сектору сходознавства 1993 року було виявлено специфічність їхніх мікобіот і зв'язок кількісної і таксономічної характеристик з фізичним і санітарно-гігієнічним станом кожного з фондів.

У відділі стародруків та рідкісних видань упродовж року середня загальна чисельність мікроорганізмів знаходилася в межах 650 КУО/м³. У той же час показано, що залежно від сезону співвідношення мікроміцетів і бактерій було різним: у зимово-весняний період мікроміцети складали 70% від загальної чисельності ізолятів, бактерії – 30%; у літній період мікроміцети значно переважали над бактеріями, їх співвідношення було – 96 : 4. В осінній період воно було на одному рівні – 50 : 50 і залежало від температурно-вологісного режиму.

У книгосховищах сектору сходознавства мікробіологічний стан повітря протягом року залежав не стільки від сезону, скільки від маніпуляцій з документами. У спокійному стані у повітрі обох сховищ чисельність мікроорганізмів складала 400 КУО/м³, а за маніпуляцій з документами в процесі їх бібліографічної обробки кількість мікроорганізмів зростала в одному сховищі до 1500 КУО/м³, у другому – до 2400 КУО/м³. Безпосередньо в зоні маніпуляцій їх рівень у кожному зі сховищ досягав 2500 КУО/м³ і 7000 КУО/м³ відповідно. За кількістю мікроміцети значно переважали бактерії протягом усього року, крім осіннього періоду, коли в робочій зоні їх співвідношення було рівним – 50:50.

Мікобіота сховища відділу стародруків та рідкісних видань у зимовий та весняний періоди була представлена, в основному, видами роду *Penicillium*: *P. aurantiogriseum*, *P. corylophyllum*, *P. expansum*, *P. implicatum*, *P. lanosum*, *P. simplicissimum*, *P. spinulosum*, *P. brevicompactum*, рідше траплялися *Cladosporium cladosporioides* і *C. macrocarpum*, випадковими були *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ustus*, *Aureobasidium pullulans*, *Mucor hiemalis*, *Paecilomyces variotii*, *Sarocladium strictum*, а також *Mycelia sterilia* (white). У літній період у мікобіоті сховищ переважали види роду *Cladosporium* – *C. cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. macrocarpum* і *Mycelia sterilia* (white). На цьому тлі на всіх позиціях встановлено наявність мікроміцетів *Geotrichum candidum* і *A. alternata*. Випадковими були *Mucor plumbeus*, *Papulaspora immersa*, *Penicillium canescens*, а у повітрі читального залу – *Chaetomium globosum*, *Phoma chartarum*, *P. glomerata*, *Scopulariopsis brevicaulis*. В осінній неопалюваний період за температури у дослідженому приміщенні +14°C і ВВП 79% у мікобіоті домінували ті види, що й у літній період – види роду *Cladosporium* і *A. alternata*. Часто траплялися види роду *Penicillium* – *P. chrysogenum*, *P. frequentans*, *P. lanosum*, *P. miczynskii*, *P. rugulosum*, рідко виділяли *A. candidus*, *A. flavus*, *Botrytis cinerea*, *C. globosum*, *Eurotium amstelodami*, *G. candidum*, *M. hiemalis*, *P. glomerata*, *Scopulariopsis asperula*.

У книгосховищах сектору сходознавства (нині відділ фонду юдаїки) у зимовий період переважали види роду *Penicillium* – *P. aurantiogriseum*, *P. chrysogenum*, *P. corylophyllum*, *P. frequentans*, *P. lanosum*, *P. brevicompactum*, *P. verrucosum* і представники відділу Mucoromycota – *Absidia* sp., *Mucor hiemalis*, *M. plumbeus*. Також з цих приміщень ізолювали *A. fumigatus*, *A. wentii*, *C. cladosporioides*, *S. brevicaulis*, *T. viride*, *Mycelia sterilia* (white). У весняний період, протягом бібліографічної роботи з документами у повітрі зростає кількість спор мікроміцетів *T. koningii*, *T. viride*, а особливо представників відділу Mucoromycota, видовий склад яких значно розширився – крім *M. hiemalis* і *M. plumbeus* з'явилися *Cunninghamella echinulata*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*, *R. oryzae*. Розширився і видовий склад темнопігментованих мікроміцетів – крім *C. cladosporioides* реєстрували *C. herbarum*, *C. macrocarpum*, *A. alternata*. Рідко траплялися *A. fumigatus*, *A. wentii*. Спостерігалася поява *Chrysonilia sitophila* (Mont.) Arx. Протягом літнього й осіннього періодів видовий склад мікобіоти повітря книгосховищ сектору сходознавства залишався відносно постійним, рідко траплялися *Arcopilus aureus*, *B. cinerea*, *C. globosum*, *Fusarium graminearum*, *F. solani*, *G. candidum*, *P. aurantiogriseum*.

У сховищі на 14-у поверсі відділу наукової організації основного фонду НБУВ, де знаходилися переважно видання другої половини ХХ ст.,

типovими для мікобіоти повітря були види *P. canescens*, *P. frequentans*, *P. granulatum*, *P. lanosum*, рідко траплялися *A. fumigatus*, *A. glaucus*, *A. niger*.

У повітрі сховищ ВОРФ, як і у секторі сходознавства, спостерігали різноманітність мікобіоти за рахунок видів відділу Mucoromycota: *Absidia* sp., *C. echinulata*, *M. circinelloides* f. *circinelloides*, *M. globosus*, *R. stolonifer* var. *stolonifer*, тобто ці види можна вважати характерними для мікобіоти приміщень з низьким рівнем санітарно-гігієнічного стану (дуже запилені, з наявністю відшарування штукатурки на стінах і стелі). Типовими для мікобіоти сховищ ВОРФ були види роду *Penicillium*: *P. citrinum*, *P. decumbens*, *P. diversum*, *P. expansum*, *P. funiculosum*, *P. psittacinum*, *P. rugulosum*, *P. varians*, *P. variabile* Sopp, *Talaromyces wortmannii*, рідко траплялися *A. candidus*, *A. fumigatus*, *A. glaucus*, *A. flavus* var. *oryzae*, *T. koningii*, *T. viride*, а також *B. cinerea*, *C. bostrychodes*, *C. globosum*, *F. solani*, *G. candidum*.

За таксономічним аналізом було показано, що у мікобіоті повітря сховищ усіх обстежених відділів НБУВ траплялися мікроміцети роду *Penicillium*. У всіх сховищах НБУВ по вул. Володимирській, 62 часто траплялися *G. candidum*, *Mycelia sterilia* (white); майже у всіх сховищах типовими були – *A. alternata* і *C. cladosporioides*; для одних сховищ були типовими, для інших випадковими – *Mortierella alpina* і *Sporotrichum pruinosum*. У відділі газетних фондів і ВОРФ у спокійному і збудженому стані повітря типовим був *A. niger*.

Необхідно відзначити гриби, що траплялися лише в одному з відділів: тільки у сховищах відділу стародруків та рідкісних видань як випадкові види траплялись *A. pullulans*, *Gliomastix murorum*, *P. glomerata*, *P. chartarum*, *S. asperula*; у секторі сходознавства типовим був *R. stolonifer* var. *stolonifer* і випадково траплялися види роду *Chaetomium*; у відділі бібліотечних зібрань та історичних колекцій (при маніпуляціях з документами в зоні їх знепилювання) як випадковий траплявся *Microascus chartarum*; у відділі газетних фондів – *Acaulium acremonium*; ВОРФ – *Isaria farinosa*; відділі музичних фондів – *Arthrinium phaeospermum*, *Chaetomium bostrychodes* і *Stemphylium botryosum*.

Таким чином, за період з листопада 1992 по жовтень 2002 р. з повітря сховищ і документів НБУВ було виділено та ідентифіковано близько 15 000 штамів мікроміцетів, що належали до 72 видів 31 роду двох відділів Mucoromycota і Ascomycota (табл. 1).

Таблиця 1. Частота трапляння мікроміцетів у повітрі сховищ НБУВ за даними моніторингових досліджень у період з 1992 по 2002 р.

№ п/п	Вид мікроміцета	Частота трапляння мікроміцетів, %												
		Відділ Mucoromycota												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1.	<i>Absidia</i> spp.	-	6,2	-	-	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	<i>Cunninghamella echinulata</i> (Thaxter) Thaxter	-	1,4	-	-	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	<i>Moriterella alpina</i> Peyronel	-	1,4	6,2	6,2	12,1	1,4	1,4	-	-	-	-	-	1,4
4.	<i>Mucor circinelloides</i> f. <i>circinelloides</i> Tiegh.	-	3,1	-	-	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	<i>M. globosus</i> Schreb.	-	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	<i>M. hiemalis</i> Wehmer	1,4	12,5	-	-	3,1	-	1,4	-	-	-	-	-	-
7.	<i>M. plumbeus</i> Bonord.	1,4	12,5	3,1	-	47,3	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	<i>M. racemosus</i> Bull.	-	9,4	-	-	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-
9.	<i>Rhizopus oryzae</i> Went. & Prins. Geerl.	-	9,4	-	-	15,9	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	<i>R. stolonifer</i> var. <i>stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	-	25	3,1	3,1	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Відділ Ascomycota														
11.	<i>Acaulium acremonium</i> (Delacr.) Sandoval-Denis, Guarro & Gené	-	-	-	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	29	16	20	22	10,5	5,1	5,1	10,5	-	-	-	-	20
13.	<i>Arcopilus aureus</i> (Chivers) X. Wei Wang & Samson	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-
14.	<i>Arthrinium phaeospermum</i> (Corda) M.B. Ellis	-	-	-	-	-	-	5,1	-	-	-	-	-	-

Примітка: 1) Нумерація сховищ відповідає: 1 – відділ стародруків та рідкісних видань; 2 – сектор сходознавства (нині відділ фонду юдаїки); 3 – відділ бібліотечних зібрань та історичних колекцій; 4 – відділ газетних фондів; 5 – відділ обмінно-резервних фондів; 6 – відділ образотворчих мистецтв; 7 – сектор нотних видань (відділ музичних фондів); 8 – відділ наукової організації та обслуговування основного фонду; 9 – Інститут рукопису; 10 – Інститут архівознавства.

2) Позначення «←» – вид не виявлено.

Із застосуванням мікробіологічного методу було перевірено чистоту повітря, що надходило до сховищ з мікрокліматичних систем його кондиціонування; встановлено високий рівень наявності спор видів роду *Cladosporium*. Разом з технічними службами було експериментально підібрано матеріал для фільтрування повітря і доведено, що поступання повітря у сховище через синтопонові фільтри позитивно впливало на якісний стан повітря, що забезпечувало його чистоту.

Виявлено незначну залежність мікобіоти повітря сховищ від пори року. **Основним фактором впливу на зміну видового складу мікроміцетів у повітрі сховищ був санітарно-гігієнічний стан документних фондів**, що підтверджувалося результатами мікологічного аналізу, проведеного під час знепилювання документів або маніпуляцій з ними. У мікобіоті повітря сховищ, де зберігаються документи у стабільному фізичному стані, спостерігалася родова розмаїтість мікроміцетів, тоді як у мікобіоті сховищ з документами з ослабленою з різних причин матеріальною основою домінували види відділу *Mucoromycota* і роду *Trichoderma*.

Їх домінування дало нам підставу запропонувати мікологічний показник екологічного стану сховищ документів і вважати види відділу *Mucoromycota* і роду *Trichoderma* індикаторними видами, що свідчить про високий рівень запиленості як сховищ, так і документів, які довгий час перебували у непристосованих або у вологих підвальних приміщеннях з низьким рівнем екологічної безпеки бібліотечних фондів [19].

За аналізом результатів досліджень інших авторів показано, що найбільша заспориленість повітря при седиментаційному методі відбору проб відмічалася на рівні підлоги і ядром мікобіоти міських приміщень у різних країнах світу є види родів *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria* [1, 8, 12]. Аварійні ситуації відіграють значну роль у зміні видового складу і чисельності мікроміцетів, що обумовлює зростання їх ролі в процесах біопшкодження і руйнації приміщень. Мікобіоту сховищ документів різних європейських держав головним чином представлено видами родів *Aspergillus* і *Penicillium*, меншою мірою – родів *Cladosporium*, *Alternaria*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*, *Acremonium* і *Chaetomium*, зрідка – родів *Aureobasidium*, *Stachybotrys* і

Stemphylium. Серед видів, які траплялися у всіх досліджених приміщеннях, необхідно відмітити *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. versicolor*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *Penicillium canescens*, *P. chrysogenum*, *P. ochraceum*, *P. psittacinum*, *P. puberulum*, *P. roqueforti*, *P. terlikowskii*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer* [2–7]. Співставлення цих даних з отриманими нами результатами надає підстави стверджувати, що дійсно найбільша заспореність повітря при седиментаційному методі відбору проб відмічається на рівні підлоги, а також у місцях маніпулювання з документами і у сховищах з документами, що були уражені мікроміцетами, але стан мікобіоти сховищ НБУВ був дещо кращим тому, що в її складі ми не зустрічали токсигенного і дуже небезпечного для людини, а також активного деструктора целюлозовмісних матеріалів виду *Stachybotrys chartarum*. Відомо, що цей вид з'являється на целюлозовмісних матеріалах у приміщеннях з надмірним зволоженням або у випадку виникнення надзвичайної ситуації [14]. Це ще раз наводить на думку про зв'язок санітарно-гігієнічного стану сховищ, бібліотечних фондів і складу мікобіоти повітря у сховищах, де вони зберігаються.

У подальших дослідженнях ми провели співставлення даних кількості і таксономічного складу мікобіоти в одному й тому ж сховищі в звичайних умовах і у збудженому стані повітря під час знепилювання фондів у санітарний день. В результаті кількісного аналізу мікобіоти повітря було встановлено, що:

- ✓ у відділі стародруків та рідкісних видань у спокійному стані чисельність мікроорганізмів у повітрі складала 650 КУО/м³; під час знепилювання в зоні маніпуляцій з документами – 1400 КУО/м³;
- ✓ у книгосховищах сектору сходознавства (нині відділ фонду юдаїки) у спокійному стані з повітря було виділено 400 КУО/м³, під час маніпуляцій з документами заспореність зростала в одному сховищі до 1500 КУО/м³, у другому – до 2400 КУО/м³;
- ✓ у відділі бібліотечних зібрань та історичних колекцій у спокійному стані заспореність складала 700 КУО/м³, у збудженому стані під час знепилювання фондів – 1500 КУО/м³;
- ✓ у відділі газетних фондів (нині відділ формування та використання газетних фондів) у спокійному стані з повітря було виділено 550 КУО/м³, у збудженому 3300 КУО/м³, у зоні маніпуляцій з підшивками газет другої половини ХХ ст. – 5900 КУО/м³;
- ✓ у відділі музичних фондів у спокійному стані з повітря було виділено 450 КУО/м³, у збудженому – 1400 КУО/м³;
- ✓ у спокійному стані повітря сховищ Інституту рукопису виділено 450 КУО/м³, при маніпуляції з документами – 800 КУО/м³;

✓ у спокійному стані повітря сховищ Інституту архівознавства – 780 КУО/м³, при роботі з документами – 1100 КУО/м³;

✓ у відділі обмінно-резервних фондів заспореність повітря в спокійному стані складала 400 КУО/м³, у збудженому – 4700 КУО/м³;

✓ у сховищах відділу наукової організації основного фонду (нині відділ організації та обслуговування основним фондом) з повітря у спокійному стані виділено – 300 КУО/м³, під час знепилювання фондів на 14-му поверсі – 1400 КУО/м³; у сховищі на 26-му поверсі, де знаходилися документи, що надійшли з підвальних сховищ, чисельність мікроорганізмів у спокійному стані повітря була на рівні 950 КУО/м³, при маніпуляції з ураженими книгами їх кількість зростала до 4600 КУО/м³.

Таким чином, нами було доведено, що мікологічний контроль повітря надає більш повну характеристику мікобіоти фондів, якщо проводити його під час перегортання аркушів документів у процесі їх мікологічного обстеження та під час їх санітарно-гігієнічного знепилювання.

Отримані нами дані узгоджуються з даними інших дослідників [1–7] за такими положеннями: 1) кількість колонієутворюючих одиниць у повітрі сховищ змінювалася залежно від пори року; 2) найбільша заспореність повітря при седиментаційному методі відбору проб відмічалася на рівні підлоги у місцях маніпулювання з документами, а також у сховищах з документами, що були уражені мікроміцетами; 3) спостерігалася пряма залежність збільшення кількості мікроорганізмів у повітрі від погіршення екологічного стану сховищ, а також від недотримання норм та вимог санітарно-гігієнічного та температурно-вологісного режимів зберігання документів.

Підсумовуючи методичні підходи щодо моніторингових досліджень, слід звернути увагу на те, що мікологічний контроль був їх основним елементом і складався з п'яти етапів. На першому етапі контролювали мікобіоту повітря методом відбору проб на тверді живильні середовища. На другому – формували банк даних з визначенням кількісної та таксономічної характеристик мікобіоти. На третьому – статистично обробляли отримані дані і визначали частоту трапляння видів мікроміцетів. На четвертому – аналізували загальний склад мікобіоти та його залежність від санітарно-гігієнічного і температурно-вологісного режимів зберігання документів. На п'ятому – описували фізичний стан документів в досліджених умовах і розробляли стратегію подальших консерваційних заходів.

Водночас з дослідженнями мікобіоти повітря вивчали мікологічний стан документних фондів НБУВ. Було встановлено, що для повітря сховищ з документами без біопшкоджень характерна наявність мікроміцетів родів *Aspergillus*, *Penicillium* і *Cladosporium*. У сховищах із мікрокліматом,

що не регулюється, де тривалий час зберігалися стародруки, у повітрі домінували види родів *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Sporotrichum*. У приміщенні 26-го поверху корпусу НБУВ (Голосіївський проспект, 3), де знаходилися книжкові видання, що надійшли з підвальных сховищ, під час мікробіологічного відбору проб із книг, уражених мікроміцетами, з повітря в радіусі до 5 м від місця відбору виділяли один вид – *Aspergillus versicolor*. За результатами мікологічного аналізу документів показано, що цей гриб був причиною пошкодження полотняних палітурок книг обстежених документів. З використанням мікологічного контролю повітря доведено, що *Aspergillus versicolor* дуже швидко розповсюджувався у повітрі сховища не лише при маніпулюванні в процесі обстеження книжок, але й під час відбору проб з них. Надалі уражені мікроміцетами документи було рекомендовано обгортати у крафт-папір, ізолюючи їх від інших фондів, з метою подальшої передачі до ЦКР для проведення стабілізаційних заходів.

Мікологічне візуальне обстеження бібліотечних документів проводили регулярно. Обов'язковому мікологічному контролю підлягали особливо цінні, раритетні документи, а також усі нові надходження до фондів НБУВ. Взагалі з різних структурних підрозділів Бібліотеки було оглянуто 11 601 од. зб. З ознаками мікологічного пошкодження виявлено 994 од. зб. З них було виділено 25 видів мікроміцетів, що належали до 16 родів 2 відділів *Mycoromycota* і *Ascomycota*. Найбільшу кількість штамів було виділено з поверхонь палітурок, особливо картонних і коленкорових. Чисельними за кількістю видів були роди *Aspergillus* і *Penicillium*. На шкіряних оправах найчастіше зустрічався гриб *Geotrichum candidum*. З ізольованих у чисті культури мікроміцетів було сформовано колекцію грибів для подальшого дослідження їх деструктивних властивостей.

У приміщенні, де проводили знепилювання фондів, за частотою трапляння домінували види *M. plumbeus*, *C. echinulata*, *R. stolonifer* var. *stolonifer*; типовими були *A. alternata*, *A. niger* і *C. globosum*; випадковими – *A. fumigatus*, *B. cinerea*; рідко траплялися *A. versicolor*, *Mycelia sterilia* (white), *T. viride* і види роду *Penicillium*. Під час знепилювання документних фондів, що надійшли з підвальных приміщень, у повітрі зростала кількість мікроміцетів *A. niger* і *T. koningii*. З наукової літератури відомо, що для них характерна висока швидкість росту і антагоністичні властивості щодо інших грибів, внаслідок чого вони швидко поширюються на пошкодженому об'єкті і пригнічують ріст інших видів, крім того, ці гриби є потужними продуцентами целюлаз – ферментів, що руйнують папір [2, 20]. Проте більше половини видів, що були виділені з повітря сховищ ВОРФ, за даними наукової літератури, відомі як активні целюлозоруйнівні гриби, особливо – *A. niger*, *A. fumigatus*, *P. funiculosum*, *A. alternata*, *G. candidum*, *S. botryosum* і види родів *Chaetomium* і *Trichoderma* [20].

У зв'язку з цим нами було вивчено деструктивні властивості мікроміцетів, що виділені зі сховищ. Із 18 досліджених ізолятів 12 – проявили протеолітичні властивості (здатність руйнувати плівкові носії інформації), 15 – целюлазні (здатність руйнувати папір) [15, 17].

Високу протеолітичну і целюлазну активності було встановлено у *G. candidum*, *Gilmaniella humicola*, *P. viridicatum* і *T. viride*.

Високий рівень протеолітичної активності та середній целюлазної спостерігали у *C. macrocarpum*.

Високою целюлазною та середньою протеолітичною активностями характеризувалися *P. chrysogenum*, *P. aurantiogriseum* та *A. aureus*.

Середній рівень целюлазної і протеолітичної активностей виявлено у *A. alternata*, *A. fumigatus*, *A. versicolor*, *P. canescens*, *P. expansum*.

Також середній рівень целюлазної активності, але за відсутності протеолітичної, зафіксовано у *A. niger*, *A. pullulans*, *M. plumbeus* і *P. diversum*.

Зовсім неактивним був *Eurotium amstelodami* – жодної з досліджених активностей виявлено не було.

Визначали також стійкість реставраційних видів паперу щодо впливу грибів. Як показали дослідження, більш стійким був реставраційний папір РД-10, на якому зовсім не розвивався *P. aurantiogriseum*; слабо росли *A. niger* і *T. viride*. За зменшенням стійкості щодо впливу грибів види паперу розташувались так: газетний, фільтрувальний, писальний. Найбільш агресивними щодо всіх видів паперу були *A. alternata* і *A. aureus* (табл. 2).

Таблиця 2

Ступінь ураження мікроміцетами деяких видів реставраційного паперу

Зразок паперу	Вид мікроміцета				
	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arcopilus aureus</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	<i>Trichoderma viride</i>
Газетний	+++	+++	++	+	++
Писальний	++++	+++	++	+++	+
Реставраційний РД-10	++++	+++	+	-	+
Фільтрувальний	+++++	++++	++	+	+

Примітка: «+» – наявність росту гриба і його інтенсивність:

« + » – слабкий ріст міцелію гриба без спороношення;

« ++ » – слабкий ріст міцелію гриба і слабке спороношення;

« +++ » – розвинутий ріст міцелію і слабке спороношення;

« ++++ » – розвинутий ріст міцелію і нормальне спороношення;

« +++++ » – інтенсивний ріст міцелію гриба і ясне спороношення;

« - » – відсутність росту гриба.

Виходячи з отриманих експериментальних даних, слід зазначити, що у реставраційній практиці мікологічний фактор ураження є одним з вирішальних. У зв'язку з цим було рекомендовано перевіряти на стійкість щодо впливу грибів усі види реставраційних паперів і картонів, що використовуються у технологічних реставраційних операціях.

Уражені мікроміцетами документи, що надходили на реставрацію, було рекомендовано обов'язково попередньо піддавати мікологічному контролю і, у разі виявлення життєздатних грибів, проводити їх дезобробку [18].

Вивчення проблеми знепилювання і дезінфекції пошкоджених мікроміцетами бібліотечних і архівних документів. Після аналізу світового досвіду було розроблено методи поаркушевого знепилювання і дезінфекції документів. Роботи було розгорнуто у спеціальному приміщенні ЦКР НБУВ, обладнаному витяжною шафою «Прогрес» і бактерицидними лампами (корпус НБУВ, вул. Володимирська, 62). Їх результати стали основою розроблених відповідних інструкцій з додатками, форм щодо порядку передачі пошкоджених мікроміцетами документів із бібліотечних фондів до ЦКР на санітарно-гігієнічну обробку і дезінфекцію. У процесі розробки відповідних інструкцій методи знепилювання і дезінфекції кожного аркуша документів проходили апробацію, під час якої було очищено близько 200 од. зб. і продезінфіковано – 80 од. зб. раритетних видань [21, 22].

Набутий досвід роботи щодо профілактики біопшкоджень і оперативного подолання розповсюдження спор грибів у сховищах передавався співробітникам НБУВ під час проведення науково-методичних занять. Розроблений у НБУВ мікологічний моніторинг поширювався за межі Бібліотеки, його систему було успішно впроваджено у практику збереження архівних фондів в Українському державному науково-дослідному інституті архівної справи і документознавства. Позитивним аспектом цієї системи стало започаткування та організація роботи у ЦКР НБУВ спеціальної групи зі знепилення фондів.

Отримані результати мали велике значення для профілактики масової мікодеструкції документів і свідчили про важливість мікробіологічного контролю повітря сховищ документів. Впроваджений у НБУВ мікробіологічний аналіз повітря сховищ став складовою частиною екологічного моніторингу приміщень і фондів.

Аварійна ситуація 2002 р. і мікобіота. На початку другого десятиріччя діяльності ЦКР, вночі на 22 жовтня 2002 р. у корпусі НБУВ, що по вул. Володимирський, 62, сталася аварія. На сьомому поверсі восьмиповерхового сховища трапилося протікання магістрального трубопроводу під час запуску системи водяного опалення, внаслідок чого гарячою водою і парою частково було пошкоджено фонди відділів бібліотечних зі-

брань та історичних колекцій, образотворчих мистецтв, газетних фондів, обмінно-резервних фондів.

Результати обстеження постраждалих сховищ і документів дали підстави прогнозувати великі збитки внаслідок пошкодження мікроміцетами у випадку затримки впровадження ефективних заходів щодо переміщення документних фондів для їх висушування в інші сухі приміщення. Колектив Бібліотеки і всі співробітники ЦКР НБУВ були мобілізовані для цієї роботи. Надто зволожені книги з картонними, паперовими і полотняними палітурками відправляли у морозильні камери для їх подальшого розморожування, висушування і стабілізації матеріального носія. Раритетні видання висушували з використанням фільтрувального паперу, який замінювали на сухий після його насичення вологою. Документи зі слідами мікологічного ураження поаркушно дезінфікували [23, 24].

У ліквідації наслідків аварії брали участь інститути НАН України у відповідності до постанови Президії НАН України № 255 від 23.10.2002 р. «Про чергові заходи з ліквідації наслідків аварії у книгосховищі Філії № 1 Національної бібліотеки ім. В. І. Вернадського НАН України». У зв'язку з цим з 28 жовтня 2002 р. Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України (ІМВ НАН України), а саме співробітники відділу фізіології та систематики мікроміцетів, надавали допомогу у дослідженнях мікологічного стану повітря і документів постраждалих внаслідок аварії сховищ з 1 по 8 поверхи. Усього за весь період досліджень, з 28.10.2002 р. по 26.03.2003 р., співробітниками ІМВ НАН України було відібрано 570 проб повітря і 200 проб зі зволжених документів [25]. У результаті проведених робіт за весь період спостережень було виділено та ідентифіковано мікроміцети, що належали до 49 видів 29 родів відділів *Mucogomycota* і *Ascomycota*. За таксономічною характеристикою виявлено триразову зміну домінуючих видів. У перших пробах повітря у період з 30.10.2002 р. по 19.11.2002 р. у сховищах домінували види р. *Mucor* і бактерії, що спостерігалось внаслідок високої відносної вологості повітря, яка досягала рівня $(80 \pm 10)\%$ за температури $(12 \pm 3)^\circ\text{C}$. У другому періоді відбору проб, з 20.11.2002 р. по 03.12.2002 р., у повітрі домінували види р. *Cladosporium* і *Mycelia sterilia*. Показники температурно-вологісного режиму були у цей проміжок часу вже майже на рівні нормативних – $T^\circ = (18 \pm 2)^\circ\text{C}$, ВВП = $(55 \pm 5)\%$, тому що вже на повну потужність працювала система опалення [26]. На завершальному етапі обстеження, з 04.12.2002 р. по 16.01.2003 р., у повітрі спостерігали домінування видів рр. *Penicillium* і *Mucor*. Чисельність мікроорганізмів під час проведення моніторингу варіювала залежно від виду робіт, що проводилися у сховищах, і у спокійному стані повітря варіювала у діапазоні від 90 КУО/м³

до 346 КУО/м³, під час проведення ремонтних робіт – від 2 950 КУО/м³ до 26 502 КУО/м³ [25]. Найвище мікробне число було зафіксоване на рівні 71 700 КУО/м³ у сховищі на восьмому поверсі [27]. Такі високі кількості мікроорганізмів у повітрі приміщень спостерігали під час подолання наслідків аварійної ситуації і проведення ремонтних робіт у будівлі, зокрема під час зняття мокрого лінолеуму з підлоги та чищення штукатурного шару у зонах мікологічного ураження стін. У той же час на восьмому (контрольному) поверсі у книгосховищі відділу стародруків і рідкісних видань у спокійному стані повітря максимальна чисельність мікроорганізмів дорівнювала 469 КУО/м³.

З документів, що перебували у зоні аварії, було виділено 22 види 12 родів мікроміцетів відділів Mucoromycota і Ascomycota. Серед них домінували види р. *Mucor*, були наявні види рр. *Cladosporium*, *Penicillium* і гриби з целюлозолітичними властивостями: види рр. *Chaetomium*, *Alternaria*, *Trichoderma*, а також *A. niger* і *G. candidum*. При надмірному зволоженні книжкових фондів у повітрі спостерігали розвиток *S. chartarum*. Вперше з книг було виділено види *Ascotricha chartarum* Berk., *Chaetomium funicola* Cooke, *Cladosporium tenuissimum* Cooke і *Rhizopus oryzae* [25].

Під час аварійної ситуації ядром мікобіоти повітря були види родів *Mucor*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* і *Mycelia sterilia*. Надмірна вологість сприяла розвитку видів роду *Mucor*.

Десятирічна робота ЦКР у мікологічному напрямі була вкрай важливою. Лише знання великого ризику від масштабів мікологічного пошкодження документних фондів під час аварії, самовіддана праця співробітників НБУВ і підтримка широкого загалу фахівців допомогли в короткий термін подолати аварійну ситуацію і відновити роботу в корпусі Бібліотеки. З третього лютого 2003 р. у бібліотечному корпусі по вул. Володимирській, 62 почали обслуговувати читачів.

У поставарійний період після виконання ремонтних робіт і здійснення відповідних санітарно-гігієнічних заходів кількість мікроскопічних грибів у повітрі була в межах 55 – 2600 КУО/м³ [27]. Для стабілізації документів, що перебували у зоні аварії, була розгорнута робота з індивідуальної санітарно-гігієнічної поаркушевої обробки. Позитивні результати роботи групи зі знепилення документів у сховищах Бібліотеки, що проводилася з 2002 р., було підтверджено подальшими плановими моніторинговими обстеженнями з 2012 по 2014 рр. Зазначені обстеження проводили двічі на рік у весняно-літній та осінньо-зимовий періоди. У корпусі НБУВ, що по Голосіївському проспекту, 3, було обстежено приміщення читальних залів і семи відділів: наукової організації та обслуговування основного фонду (нині ВОООФ), комплексного бібліотечного обслугову-

вання, довідково-бібліографічного обслуговування (ДБО), міжбібліотечного абонементу, технологій дистанційного обслуговування, міжнародної інформації та зарубіжних зв'язків, бібліотекознавства.

У корпусі НБУВ по вул. Володимирській, 62 обстежено приміщення читальних залів і сховищ Інституту рукопису і восьми відділів: стародруків і рідкісних видань, бібліотечних зібрань та історичних колекцій, зарубіжної україніки, образотворчих мистецтв, музичних фондів, фонду юдаїки, газетних фондів, обмінно-резервних фондів.

Згідно з отриманими результатами у більшості відділів кількість мікроорганізмів у повітрі не перевищувала загальноприйняту для приміщень норму 500 КУО/м³. В окремих випадках, при збільшенні числа мікроскопічних грибів понад норму або виділенні з повітря потенційно небезпечних для паперових носіїв інформації видів мікроміцетів, проводили заходи зі зменшення кількості мікроорганізмів у повітрі та попередження мікологічного ураження. Наприклад, для покращення умов зберігання документів у відділі стародруків і рідкісних видань при виділенні з повітря у кімнатах № 114–116 незначної кількості *Mucor racemosus* було проведено комплекс профілактичних заходів, а також очищення повітря системами «HYLA» упродовж двох годин. Після цього за результатами мікробіологічного контролю виявилось, що вид *M. racemosus* був відсутній, тобто було доведено, що очищення повітря системами «HYLA» є ефективним заходом для покращення санітарно-гігієнічного стану сховищ [28].

Моніторинговими дослідженнями упродовж 2005–2016 рр. було підтверджено встановлену раніше залежність між санітарно-гігієнічним станом приміщень і мікобіотою повітря. У повітрі ВОРФ спостерігали підвищення кількості бактерій і грибів, серед яких домінували мікроміцети роду *Penicillium*. Під час візуального огляду поверхні стін у фондосховищі на першому поверсі було виявлено ознаки замокання, висоли, чорні цятки, лущення штукатурки стіни. Також на стіні цокольного поверху було помічено білий пухнастий наліт. Усе це викликало підозру щодо наявності мікологічного ураження стін. У зразках штукатурки, відібраної зі стіни на першому поверсі, було виявлено життєздатні мікроскопічні гриби роду *Penicillium*, які виділяли раніше з повітря цього приміщення. У пробах зі стіни цокольного поверху було ізольовано мікроміцети, що належали до родів *Penicillium* і *Mucor*.

Для запобігання розповсюдження мікологічного ураження у фондосховищі першого та цокольного поверхів ВОРФ було рекомендовано провести ремонт стін з обов'язковою обробкою поверхні дезінфікуючими фунгіцидними засобами до і після зняття шару штукатурки; зазначені заходи було виконано [28].

У сховищах обох будівель Бібліотеки було встановлено, що заспореність повітря у деяких відділах залежала від сезону, а саме в цокольних приміщеннях, у фондосховищі п'ятого поверху ВОООФ, секторі картографічних видань, відділах технологій дистанційного обслуговування, образотворчих мистецтв, музичних фондів і читальному залі відділу комплексного бібліотечного обслуговування кількість грибних та мікробних одиниць в осінньо-зимовий період була більшою приблизно в 2–7 разів за такі ж показники у весняно-літній період. Ці коливання могли бути обумовлені сезонними відхиленнями температури і відносної вологості повітря. У відділах фонду юдаїки, ДБО, ОРФ та Інституті рукопису, навпаки, спостерігали підвищення кількості КУО у весняно-літній період. Це можна пояснити початком провітрювань приміщень у цей сезон. В інших обстежених приміщеннях залежності між порами року та кількістю мікробіологічних об'єктів у повітрі встановлено не було.

За даними таксономічного аналізу було показано, що у весняно-літній період у повітрі приміщень корпусу НБУВ (Голосіївський проспект, 3) домінували мікроскопічні гриби родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Micelia sterilia*. В осінньо-зимовий період найчастіше виділяли темнопігментовані види роду *Cladosporium*. Відомо, що такі види мікроміцетів виділяють з приміщень з нерегульованим мікрокліматом. У таких ситуаціях потрібно проводити регулярне очищення повітря спеціальними системами, наприклад, «HYLA» з подальшим контролем мікологічного стану повітря і документних фондів та їх стабілізацію [28, 29].

Для стабілізації режимів зберігання фондів за умови неможливості підтримання нормативних режимів згідно з вимогами стандарту на консервацію документів внаслідок значних витрат на електроенергію технічним службам надавалися і надаються рекомендації щодо розробки раціонального регламенту використання обладнання для зменшення максимального підвищення температури у сховищах влітку і максимального зниження температури взимку, принаймні на 2–3°C. Це дозволяє уникнути так званих «піків» на річному графіку температури, що зменшує сезонні коливання температури повітря та їх негативний вплив на стан приміщень і документи.

У рамках мікрокліматичного моніторингу обов'язковими залишаються рекомендації співробітників ЦКР щодо регулярності не лише провітрювання приміщень, а й обов'язкового провітрювання документів, що зберігаються у закритих шафах і сейфах, зокрема у санітарний день.

Визначення якості аеродисперсної системи повітря приміщень НБУВ надає можливість скласти повне уявлення про умови зберігання бібліотеч-

них фондів. Виконаними за період з 1992 р. по 2016 р. науковими обстеженнями встановлено, що існує закономірна залежність між мікобіотою повітря сховища і мікобіотою фондів, що зберігаються у цих приміщеннях.

Для гарантування мікологічної безпеки бібліотечних фондів з метою запровадження різних методів захисту документів від руйнівної дії мікроміцетів продовжується вивчення можливості використання нових дезінфектантів серед рекомендованих в Україні з метою подальшого їх впровадження у практику НБУВ [29].

Таким чином, ретроспективний аналіз мікробіологічного стану повітря фондосховищ НБУВ дозволяє зробити дуже важливі для подальших досліджень **висновки**:

1. Вперше в Україні у Національній бібліотеці України імені В. І. Вернадського в моніторинговому режимі було вивчено мікобіоту повітря бібліотечних і архівних сховищ документів і матеріальної основи самих документів за нормальних умов (1992–2002 рр.), під час техногенної аварії (2002 р.), у поставарійний період (2003–2004 рр.), а також протягом останнього десятиріччя (2005–2016 рр.).

2. Комплексний екологічний моніторинг приміщень і бібліотечних фондів, де основним елементом є мікологічний контроль повітря сховищ документів, було вперше розроблено та впроваджено у НБУВ.

3. За період з листопада 1992 по жовтень 2002 р. виділено з повітря і документів та ідентифіковано близько 15000 штамів мікроміцетів, що належали до 72 видів 31 роду 2 відділів *Mucoromycota* і *Ascomycota*. У повітрі сховищ було зафіксовано повсюдне трапляння мікроміцетів роду *Penicillium*, видів *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides* і *Geotrichum candidum*, що дало підстави вважати їх ядром мікобіоти.

4. Виявлено залежність мікобіоти повітря сховищ від пори року: у зимовий і весняний періоди за кількістю переважали види родів *Penicillium* і *Aspergillus*, улітку – види роду *Cladosporium*, восени – види рр. *Cladosporium* і *Alternaria*. За затримки початку опалювального сезону спостерігали *Geotrichum candidum*. Встановлено сезонну залежність співвідношення мікроміцетів і бактерій у повітрі: у зимовий і весняний періоди мікроміцети складали 70% від загальної чисельності КУО, бактерії – 30%; у літній період мікроміцети значно переважали бактерії, їхнє співвідношення було 96 : 4; в осінній період воно було рівним – 50 : 50.

5. У приміщенні, де проводили знепилення фондів, за частотою трапляння домінували *Mucor plumbeus*, *Cunninghamella echinulata*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*; типовими були *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger* і *Chaetomium globosum*, випадковими – *A. fumigatus*, *Botrytis cinerea*, рідко траплялися *A. versicolor*, *Mycelia sterilia* (white), *Trichoderma viride* і види

роду *Penicillium*. Внаслідок цього гриби відділу Mucoromycota і види роду *Trichoderma* визначені як індикаторні, що є мікологічним показником екологічного стану сховищ документів. Їх домінування характеризує високий рівень запиленості і низький рівень екологічної безпеки бібліотечних фондів.

6. Встановлено, що чисельність мікроорганізмів за період з 1992 р. по 2002 р. у *спокійному стані повітря* становила 300 – 950 КУО/м³, у *збудженому, за знепилення* документів, їх кількість зростала залежно від санітарно-гігієнічного стану бібліотечних фондів і була у межах 800 – 4700 КУО/м³, у *зоні маніпуляції* з ураженими документами кількість спор мікроскопічних грибів у повітрі була на рівні 5900 КУО/м³. За умови дотримання гранично припустимої кількості (ГПК) мікроорганізмів на рівні 500 КУО/м³ спостерігали перевищення у спокійному стані повітря – у 1,5 рази; збудженому (під час знепилення документів) – у 9,4 рази; під час роботи з ураженими документами – у 11,8 разів.

7. Вивчено деструктивні властивості 18 виділених зі сховищ мікроміцетів, 12 з них проявили протеолітичні властивості (здатність руйнувати плівкові носії інформації), 15 – целюлозолітичні (здатність руйнувати папір). Високу протеолітичну і целюлазну активності встановлено для *Geotrichum candidum*, *Gilmaniella humicola*, *Penicillium viridicatum* і *Trichoderma viride*.

8. Визначено стійкість реставраційних видів паперу щодо впливу грибів, внаслідок чого було внесено корективи у реставраційну практику НБУВ. Найбільш стійким був реставраційний папір РД – 10. Найбільш агресивними щодо усіх досліджених видів паперу були види *Alternaria alternata* і *Arcopilus aureus*.

9. Під час аварії 2002 р. за період моніторингових досліджень мікобіоти повітря було виділено та ідентифіковано мікроміцети, що належали до 49 видів 29 родів мікроміцетів відділів Mucoromycota і Ascomycota. Виявлено триразову зміну домінуючих видів. За високої відносної вологості повітря (ВВП) у сховищах домінували види р. *Mucor* і бактерії. Відповідно до зниження ВВП домінуючими ставали види рр. *Cladosporium* і *Mycelia sterilia*. Зі встановленням нормативних ВВП і температури у повітрі спостерігали домінування видів рр. *Penicillium* і *Mucor*. Встановлено, що ядром мікобіоти повітря під час аварійної ситуації були види родів *Mucor*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* і *Mycelia sterilia*.

10. Чисельність мікроорганізмів під час аварійної ситуації змінювалася залежно від виду робіт, що проводилися у сховищах, і була у спокійному стані повітря 90–346 КУО/м³, при проведенні ремонтних робіт – 2 950–26 502 КУО/м³, найвище мікробне число досягало 71 700 КУО/м³ у зоні ремонтних робіт за чисельності мікроорганізмів у контрольному приміщенні на рівні 469 КУО/м³.

11. Регулярна робота групи зі знепилення документних фондів НБУВ в останнє десятиріччя сприяла суттєвому покращенню кількісної і якісної характеристик мікобіоти повітря сховищ, читальних залів та допоміжних приміщень. Чисельність мікроорганізмів в усіх відділах була в межах норми – мінімальне значення складало 11 КУО/м³ і максимальне – 348 КУО/м³, що не перевищувало ГПК 500 КУО/м³. Під час роботи з документами ВОРФ іноді спостерігали незначне підвищення до 800 КУО/м³, що усувалося профілактичними заходами: контрольним обстеженням документів з метою виокремлення примірників з ознаками мікологічного ураження для подальшої індивідуальної санітарно-гігієнічної обробки, очищення повітря приміщень системами НУЛА, раціональним режимом провітрювання тощо.

12. За результатами наших досліджень виявлено, що основним фактором впливу на зміну видового складу мікроміцетів у повітрі сховищ були санітарно-гігієнічний стан документних фондів і екологічний стан сховища.

Автори висловлюють щирю подяку керівництву і співробітникам Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, зокрема науковцям відділу фізіології та систематики мікроміцетів, за методичну допомогу, сприяння в ідентифікації мікроміцетів і плідну співпрацю, а також фахівцям ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзеєва НАМН України».

Список використаних джерел

1. Нюкша Ю. П. К вопросу о гигиеническом состоянии воздуха книгохранилищ // Опыт работы Гос. публ. б-ки им. М. Е. Салтыкова-Щедрина : сб. ст. / ГПБ. – Ленинград, 1954. – Вып. 9. – С. 3–15.
2. Нюкша Ю. П. Биологическое повреждение бумаги и книг. – СПб. : РАН, 1994. – 233 с.
3. Кокассаар У. Р., Пеэбо С. А., Каллинг А. А. Выделение микромицетов-биоповредителей из воздуха библиотек // Выделение, идентификация и хранение микромицетов и др. микроорганизмов : сб. ст. – Вильнюс, 1990. – С. 67.
4. Стигайло И. Н., Романова Л. В. Оценка микробиологической загрязненности воздушной среды помещений книгохранилищ Национальной библиотеки Беларуси // Теория и практика сохранения памятников культуры : сб. науч. тр. / РНБ. – СПб., 1996. – Вып. 18. – С. 7–20.
5. Repova A. The occurrence of microscopic fungi in air of the building of the Czechoslovak Academy of Sciences in České Budějovice // Česká mykologie. – 1986. – Vol. 40, N. 1. – Pp. 19–29.
6. Fassatiava O., Kubatova A., Prasil K., Vanova M. Microscopical fungi in archive environment // Česká mykologie. – 1987. – Vol. 41, N. 1. – Pp. 8–15.

7. Raman Tulasi, Regina Mary. Concentration of fungal spores in the air inside library and laboratories of women's college, Hyderabad // *Geobios (India)*. – 1991. – Vol. 18, № 2–3. – P. 74–76.

8. Сергеева Л. Е. Сравнительный анализ экологического состояния книгохранилищ Российской национальной библиотеки // *Теория и практика сохранения книг в библиотеке* : сб. науч. тр. / РНБ. – СПб., 1992. – Вып. 16. – С. 32–49.

9. Сборник руководящих нормативных документов /инструкций/ по предупреждению микробной обсемененности нестерильных лекарственных средств в процессе их производства /РДИ-64-29-84/ – М. : Минмедпром, 1984. – 9 с.

10. Профилактика биоповреждений библиотечных фондов : метод. рекоменд. / сост. З. П. Дворяшина, Н. В. Мантуровская. – М. : ГБЛ, 1987. – 40 с.

11. ДСТУ ГОСТ 7.50:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Консервація документів. Загальні вимоги (ГОСТ 7.50–2002, IDT). – Чинний з 01.07.2007.

12. Богомолова Т. С., Васильева Н. В., Чилина Г. А. Грибы-контаминанты жилых помещений в Санкт-Петербурге // *Проблемы мед. микологии*, 2002. – Т. 4, № 2. – С. 68.

13. Пидопличко Н. М. Пеницилли : ключи для определения видов. – К. : Наук. думка, 1977. – 150 с.

14. Domsch K. H., Gams W., Anderson T.-H. *Compendium of soil Fungi*. – New York ; Toronto : Acad. Press, 1980. – Vol. 1. – 860 p.

15. Методы экспериментальной микологии : справочник / под ред. В. И. Билай / К. : Наук. думка, 1982. – С. 439.

16. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. – М. : МГУ, 1988. – 220 с.

17. Суббота А. Г., Новікова Г. М. Деструктивні властивості мікроміцетів, що вилучені з повітря книго- та архівосховищ Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського // *Українське архівознавство : історія, сучасний стан та перспективи* : наук. доп. Всеукр. конф. (19–20 листоп. 1996 р.). – К., 1997. – Ч. 2. – С. 258–259.

18. Суббота А. Г., Новікова Г. М., Иванова Н. І. Визначення ступеня ураження мікроміцетами деяких видів реставраційного паперу // *Реставрація музейних пам'яток в сучасних умовах. Проблеми та шляхи їх вирішення* : тези та матеріали доп. I Міжнар. конф. ННДРЦУ. – К., 1998. – С. 151–153.

19. Суббота А. Г. Микологический надзор за физическим состоянием документов в Национальной библиотеке Украины им. В. И. Вернадского // *Теория и практика сохранения памятников культуры* : сб. науч. тр. / РНБ. – СПб., 2000. – Вып. 20. – С. 127–131.

20. Билай В. И., Билай Т. И., Мусич Е. Г. Трансформация целлюлозы грибами. – К. : Наук. думка, 1982. – 296 с.

21. Суббота А. Г. Проблеми дезінфекції пошкоджених мікроміцетами бібліотечних і архівних документів // *Студії з архівної справи та документознавства*. – К. : УДНІАСД, 2000. – Т. 6. – С. 114–116.

22. Про порядок передачі пошкоджених мікроміцетами документів на санітарно-гігієнічну обробку і дезінфекцію : інструкція /уклад.: Г. М. Новікова, А. Г. Суббота. – К., 2000. – 14 с.

23. Муха Л., Омельченко М. Аварійна ситуація в бібліотеці : досвід і проблеми запобігання та ліквідації наслідків // Наук. праці НБУВ. Інноваційні технології збереження документальних фондів: запобігання надзвичайній ситуації у бібліотеці, шляхи її подолання : зб. наук. пр. / НАН України ; НБУВ ; АБУ. – К., 2007. – Вип. 17. – С. 99–111.

24. Суббота А. Моніторинг мікологічного стану особливо цінних документів Національної бібліотеки імені В. І. Вернадського // Наук. праці НБУВ. Інноваційні технології збереження документальних фондів : запобігання надзвичайній ситуації у бібліотеці, шляхи її подолання : зб. наук. пр. – Вип. 17 / НАН України ; НБУВ ; АБУ. – К., 2007. – С. 64–72.

25. Кондратюк Т., Коритнянська В., Захарченко В., Артишкова Л. Наконечна Мікобіота книгосховищ Національної бібліотеки імені В. І. Вернадського // Наук. праці НБУВ. Інноваційні технології збереження документальних фондів : запобігання надзвичайній ситуації у бібліотеці, шляхи її подолання : зб. наук. пр. / НАН України ; НБУВ ; АБУ. – К., 2007. – Вип. 17. – С. 53–63.

26. Крікова Т. Досвід відновлення температурно-вологісного режиму зберігання фондів Філії № 1 НБУВ у поставарійний період // Наук. пр. НБУВ. Інноваційні технології збереження документальних фондів : запобігання надзвичайній ситуації у бібліотеці, шляхи її подолання : зб. наук. пр. / НАН України ; НБУВ ; АБУ. – К., 2007. – Вип. 17. – С. 145–147.

27. Сурмашева О., Корчак Г., Муха Л. Значення мікологічного обстеження приміщень і фондів бібліотек // Наук. пр. НБУВ. Інноваційні технології збереження документальних фондів : запобігання надзвичайній ситуації у бібліотеці, шляхи її подолання : зб. наук. пр. / НАН України ; НБУВ ; АБУ. – К., 2007. – Вип. 17. – С. 46–52.

28. Оптимізація використання традиційних та новітніх технологій в системі збереження бібліотечних фондів // Заключний звіт / НАН України; НБУВ. – УДК 025.7/9; № ДР 0111U009301; Інв. № НТП 0715U006234. – К., 2014. – 152 с.

29. Затока Л. П., Баляниця Н. Б., Мозгова С. Г., Суббота А. Г., Чуєнко А. І., Письменна Ю. Б. Стабілізація бібліотечних документів : експериментальні дослідження та перспективи впровадження // Рукописна та книжкова спадщина України. – Вип. 20. – К. : НБУВ, 2016. – С. 488–508.

References

1. Niuksha, Iu. P. (1954). K voprosu o gigienicheskom sostoianii vozdukhа knigokhranilishch [On the question of the hygienic state of the air of book depositories]. In *Opyt raboty Gosudarstvennoy publichnoy biblioteki im. M. E. Saltykova-Shchedrina: sbornik statei* [Work experience of M. E. Saltykov-Shchedrin State Public Library: collection of articles], Is. 9, pp. 3–15. Leningrad. [In Russian].

2. Niuksha, Iu. P. (1994). *Biologicheskoe povrezhdenie bumagi i knig* [Biological damage of paper and books]. Saint Petersburg. [In Russian].

3. Kokassaar, U. R., Peebo, S. A., Kalling, A. A. (1990). Vydelenie mikromitsetov-biopovreditelei iz vozdukhа bibliotek [Isolation of micromycetes-destructors from the

air in the premises of libraries]. In *Vydelenie, identifikatsiia i khranenie mikromitsetov i dr. mikroorganizmov: sbornik statei* [Isolation, identification and storage of micromycetes and other microorganisms: collection of articles] (p. 67). Vilnius. [In Russian].

4. Stigailo, I. N., Romanova, L. V. (1996). Otsenka mikrobiologicheskoi zagriaznenosti vozdukhnoi sredy pomeshchenii knigokhranilishch Natsionalnoi biblioteki Belarusi [Assessment of microbiological contamination of the air in the premises of the National Library of Belarus]. In *Teoriia i praktika sokhraneniia pamiatnikov kultury: sbornik nauchnykh trudov* [Theory and practice of cultural artifacts preservation: collection of scientific works], *Is. 18*, pp. 21–25. Saint Petersburg: Izdatelstvo Rossiiskoi natsionalnoi biblioteki. [In Russian].

5. Repova, A. (1986). The occurrence of microscopic fungi in air of the building of the Czechoslovak Academy of Sciences in České Budějovice. In *Česká mykologie*, *Vol. 40*, No. 1, pp. 19–29. [In English].

6. Fassatiava, O., Kubatova, A., Prasil K., Vanova, M. (1987). Microscopical fungi in archive environment. In *Česká mykologie*, *Vol. 41*, No. 1, pp. 8–15. [In English].

7. Raman Tulasi, Regina Mary. (1991). Concentration of fungal spores in the air inside library and laboratories of women's college, Hyderabad. In *Geobios (India)*, *Vol. 18*, Nos. 2–3, pp. 74–76. [In English].

8. Sergeeva, L. E. (1992). Sravnitelnyi analiz ekologicheskogo sostoianii knigokhranilishch Rossiiskoi Natsionalnoi biblioteki [Comparative analysis of the ecological state of the book depositories of the Russian National Library] In *Teoriia i praktika sokhraneniia pamiatnikov kultury: sbornik nauchnykh trudov* [Theory and practice of cultural artifacts preservation: collection of scientific works], *Is. 16*, pp. 32–49. Saint Petersburg: Izdatelstvo Rossiiskoi natsionalnoi biblioteki. [In Russian].

9. *Sbornik rukovodiashchikh normativnykh dokumentov (instruktsii) po preduprezhdeniiu mikrobnoi obsemenenosti nesterilnykh lekarstvennykh sredstv v protsesse ikh proizvodstva (RDI- 64-29-84)* [Collection of guidelines (instructions) for the prevention of microbial contamination of non-sterile medicines in the production process (RDI-64-29–84)]. (1984). Moscow: Minmedprom. [In Russian].

10. Dvoriashina, Z. P., Manturovskaia, N. V. (Comps.). (1987). *Profilaktika biopovrezhdenii bibliotechnykh fondov: metodicheskie rekomendatsii* [Prevention of biodeterioration of library fonds: guidelines]. Moscow: V. I. Lenin State Library of the USSR. [In Russian].

11. *DSTU HOST 7.50:2006. Systema standartiv z informatsii, bibliotechnoi ta vydavnychoi spravy. Konservatsiia dokumentiv. Zahalni vymohy (HOST 7.50–2002, IDT)* [Ukrainian State Standard 7.50:2006. System of standards for information, libraries and publishing. Documents conservation. General requirements (State Standard 7.50–2002)]. (2007). Kyiv. [In Ukrainian]

12. Bogomolova, T. S., Vasileva, N. V., Chilina, G. A. (2002). Griby-kontaminanty zhilykh pomeshchenii v Sankt-Peterburge [Fungi-contaminants of living premises in Saint Petersburg] In *Problemy meditsinskoii mikologii* [Problems of medical mycology], *Vol. 4*, No. 2, p. 68. Saint Petersburg. [In Russian].

13. Pidoplichko, N. M. (1977). *Penitsillii: kliuchi dlia opredeleniia vidov* [Penicillii: keys for species identification]. Kyiv: Naukova dumka. [In Russian].

14. Domsch, K. H., Gams, W., Anderson, T.-H. (1980). *Compendium of soil Fungi* (Vol. 1). New York, Toronto: Academic Press. [In English].

15. Bilai, V. I. (Ed.). (1982). *Metody eksperimentalnoi mikologii* [Methods of experimental mycology: handbook]. Kyiv: Naukova dumka. [In Russian].

16. Mirchink, T. G. (1988). *Pochvennaia mikologiia* [Soil mycology]. Moscow: Moscow State University. [In Russian].

17. Subbota, A. H., Novikova, H. M. (1997). Destruktyvni vlastyvoli mikromitsetiv, shcho vylucheni z povitria knyho- ta arkhivoskhovyshch Natcionalnoi biblioteki Ukrainy im. V. I. Vernadskoho [Destructive properties of micromycetes, extracted from the air of book and archive depositories of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine]. In *Ukrainske arkhivoznavstvo: istoriia, suchasnyi stan ta perspektyvy: naukovi dopovidi Vseukrainskoi konferentsii (19–20 lystopada 1996 r.)* [Ukrainian archival studies: history, current state and perspectives: scientific reports of the All-Ukrainian Conference (November 19–20, 1996)] (Pt. 2. pp. 258–259). Kyiv. [In Ukrainian].

18. Subbota, A. H., Novikova, H. M., Ivanova, N. I. (1998). Vyznachennia stupenia urazhennia mikromitsetamy deiakykh vydiv restavratsiinoho paperu [Determination of a degree of damage by micromycetes of some types of restoration paper]. In *Restavratsiia muzeinykh pamiatok v suchasnykh umovakh. Problemy ta shliakhy ikh vyrishennia: tezy ta materialy dopovidei I Mizhnarodnoi konferentsii NNDRTSU* [Restoration of museum artifacts in modern conditions. Problems and ways to solve them: abstracts and materials of reports of the 1st International Scientific and Practical Conference of the National Scientific Restoration Center of Ukraine] (pp. 151–153). Kyiv. [In Ukrainian].

19. Subbota, A. G. (2000). Mikologicheskii nadzor za fizicheskim sostoianiem dokumentov v Natcionalnoi biblioteki Ukrainy im. V. I. Vernadskoho [Mycological supervision of the physical state of documents in V. I. Vernadsky National Library of Ukraine]. In *Teoriia i praktika sokhraneniia pamiatnikov kultury: sbornik nauchnykh trudov* [Theory and practice of cultural monuments preservation: collection of scientific works], *Is. 20*, pp. 127–131. Saint Petersburg: Izdatelstvo Rossiiskoi natsionalnoi biblioteki. [In Russian].

20. Bilai, V. I., Bilai, T. I., Musich, E. G. (1982). *Transformatsiia tseliulozy gribami* [Transformation of cellulose by fungi]. Kyiv: Naukova dumka. [In Russian].

21. Subbota, A. H. (2000). Problemy dezynfeksii poshkodzhennykh mikromitsetamy bibliotechnykh i arkhivnykh dokumentiv [Problems of disinfection of library and archival documents damaged by micromycetes]. In *Studii z arkhivnoi spravy ta dokumentoznavstva* [Studies on archival affairs and documentation], *Vol. 6*, pp. 114–116. Kyiv: UDNIASD. [In Ukrainian].

22. Novikova, H. M., Subbota, A. H. (Comps.). (2000). *Pro poriadok peredachi poshkodzhennykh mikromitsetamy dokumentiv na sanitarno-hihiienichnu obrobku i dezinfeksiiu: instruksiiia* [On the order of transfer of documents damaged by micromycetes for sanitary-hygienic processing and disinfection: instruction] Kyiv: NBUV. [In Ukrainian].

23. Mukha, L., Omelchenko, M. (2007). Avariina sytuatsiia v bibliotetsi: dosvid i problemy zapobihannia ta likvidatsii naslidkiv [Emergency situation in a library: experience and problems of preventing and eliminating the consequences]. In *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteki Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho. Innovatsiini tekhnologii*

zberezhennia dokumentalnykh fondiv: zapobihannia nadzvychainii sytuatsii u bibliotetsi, shliakhy ii podolannia: zbirnyk naukovykh prats [Transactions of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine. Innovative technologies of documental fonds preservation: how to prevent and cope with emergency situations in a library: collection of scientific works], *Is. 17*, pp. 99–111. Kyiv. [In Ukrainian].

24. Subbota, A. (2007). Monitorynh mikolohichnoho stanu osoblyvo tsinnykh dokumentiv Natsionalnoi biblioteky imeni V. I. Vernadskoho [Monitoring of mycological state of valuable documents of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine]. In *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteky Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho. Innovatsiini tekhnologii zberezhennia dokumentalnykh fondiv: zapobihannia nadzvychainii sytuatsii u bibliotetsi, shliakhy ii podolannia: zbirnyk naukovykh prats* [Transactions of V. Vernadsky National Library of Ukraine. Innovative technologies of documental fonds preservation: how to prevent and cope with emergency situations in a library: collection of scientific works], *Is. 17*, pp. 64–72. Kyiv. [In Ukrainian].

25. Kondratiuk, T., Korytnianska, V., Zakharchenko, V., Artyshkova, L., Nakonechna, L. (2007). Mikrobiota knyhoskhovyshch Natsionalnoi biblioteky imeni V. I. Vernadskoho [Mikrobiota of the depositories of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine]. In *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteky Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho. Innovatsiini tekhnologii zberezhennia dokumentalnykh fondiv: zapobihannia nadzvychainii sytuatsii u bibliotetsi, shliakhy ii podolannia: zbirnyk naukovykh prats* [Transactions of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine. Innovative technologies of documental fonds preservation: how to prevent and cope with emergency situations in a library: collection of scientific works], *Is. 17*, pp. 53–63. Kyiv. [In Ukrainian].

26. Krikova, T. (2007). Dosvid vidnovlennia temperaturno-volohishnoho rezhymu zberihannia fondiv Filii № 1 NBUV u postavariinyi period [The experience of restoring the regime of temperature and humidity of storage of of the fonds of Branch No. 1 of VNLU in the post-emergency period]. In *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteky Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho. Innovatsiini tekhnologii zberezhennia dokumentalnykh fondiv: zapobihannia nadzvychainii sytuatsii u bibliotetsi, shliakhy ii podolannia: zbirnyk naukovykh prats* [Transactions of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine. Innovative technologies of documental fonds preservation: how to prevent and cope with emergency situations in a library: collection of scientific works], *Is. 17*, pp. 145–147. Kyiv. [In Ukrainian].

27. Surmasheva, O., Korchak, H., Mukha, L. (2007). Znachennia mikolohichnoho obstezhennia prymishchen i fondiv bibliotek [Importance of mycological examination of librarian rooms and fonds]. In *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteky Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho. Innovatsiini tekhnologii zberezhennia dokumentalnykh fondiv: zapobihannia nadzvychainii sytuatsii u bibliotetsi, shliakhy ii podolannia: zbirnyk naukovykh prats* [Transactions of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine. Innovative technologies of documental fonds preservation: how to prevent and cope with emergency situations in a library: collection of scientific works], *Is. 17*, pp. 46–52. Kyiv. [In Ukrainian].

28. Optyimizatsiia vykorystannia tradytsiinykh ta novitnykh tekhnologii v systemi zberezhennia bibliotechnykh fondiv [Optimization of the use of traditional and ad-

vanced technologies in the system of preservation of library fonds]. (2014). In *NAS of Ukraine, V. I. Vernadsky National Library of Ukraine, Zakliuchnyi zvit* [Final report]. Kyiv. [In Ukrainian].

29. Zatoka, L. P., Balianytsia, N. B., Mozhova, S. H., Subbota, A. H., Chuienko, A. I., Pysmenna, Yu. B. (2016). Stabilizatsiia biblioteknykh dokumentiv: eksperymentalni doslidzhennia ta perspektyvy vprovadzhennia [Stabilization of library documents: experimental studies and implementation perspectives]. In *Rukopysna ta knyzhкова spadshchyna Ukrainy* [Manuscript and book heritage of Ukraine], *Is. 20*, pp. 488–508. Kyiv: NBUV. [In Ukrainian].

Subbota Antonina Heorhiivna, Mukha Liudmyla Viktorivna, Zatoka Liubov Petrivna

V. I. Vernadsky National Library of Ukraine

Mykobiota of the air of depositories and documents of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine (Historical aspect, the research since 1992).

The results of the first in Ukraine systematic monitoring research of the mycological state of the air of depositories and documents of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine are retrospectively generalized and presented. Since 1992, in a comparative aspect, the species composition of the mycobiota of air has been studied in its quiescent state and in the process of sanitary-hygienic processing of fonds, as well as the seasonal dynamics of micromycetes. About 15,000 strains of microscopic fungi (micromycetes) belonging to 81 species of 26 genera, 3 departments of Zygomycotina, Ascomycotina i Mytosporic fungi (Deuteromycotina) were isolated and identified from the air of depositories and documents. The dependence of the quantitative and taxonomic characteristics of the mycobiota of air on the storage conditions and the physical state of the documents was determined, and the mycological index of the ecological state of the storages and documents was clarified. The destructive properties of micromycetes isolated from mycobiota of the depositories have been studied.

Key words: mycobiota of indoor air, micromycetes, monitoring, frequency of occurrence, book depository, destructive properties.

Суббота Антонина Георгиевна, Муха Людмила Викторовна, Затока Любовь Петровна

Национальная библиотека Украины им. В. И. Вернадского

Микобиота воздуха хранилищ и документов Национальной библиотеки Украины имени В. И. Вернадского (Исторический аспект, исследования с 1992 г.).

В ретроспективе обобщены и представлены данные по результатам первых в Украине мониторинговых систематических исследований микологического состояния воздуха хранилищ и документов Национальной библиотеки Украины имени В. И. Вернадского. Начиная с 1992 г. в сравнительном аспекте изучены видовой состав микобиоты воздуха в его спокойном состоянии и в процессе санитарно-гигиенической обработки фондов, а также сезонную динамику микромицетов. Выделены и идентифицированы из воздуха хранилищ и документов

около 15 000 штаммов микроскопических грибов (микромитцетов), принадлежавших к 72 видам 31 роду 2 отделов Mucoromycota, Ascomycota i Mycosporic. Определена зависимость количественной и таксономической характеристик микобиоты воздуха от условий хранения и физического состояния документов, выяснен микологический показатель экологического состояния хранилищ и документов. Исследованы деструктивные свойства выделенных из микобиоты хранилищ микромитцетов.

Ключевые слова: библиотека, микобиота воздуха, микромитцеты, мониторинг, частота встречаемости, книгохранилище, деструктивные свойства.