

ЗБЕРЕЖЕННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ ТА АРХІВНИХ ФОНДІВ

УДК 025.85

*Л. П. Затока,
Н. Б. Баляниця,
С. Г. Мозгова
Національна бібліотека України
імені В. І. Вернадського,
А. Г. Суббота,
кандидат біологічних наук,
А. І. Чуєнко,
кандидат біологічних наук,
Ю. Б. Письменна
Інститут мікробіології і вірусології
ім. Д. К. Заболотного НАН України*

СТАБІЛІЗАЦІЯ БІБЛІОТЕЧНИХ ДОКУМЕНТІВ: ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ

Розглянуто різні методи захисту документів від руйнівної дії мікроміцетів, що використовувалися починаючи з 20-х років ХХ ст. Наводиться інформація про пошук нових дезінфектантів з переліку рекомендованих Міністерством охорони здоров'я України. Аналізуються отримані результати дослідження граничних діючих на мікроскопічні гриби концентрацій спиртових і водних розчинів дезінфектанту «Валеус-Д». Порівнюються дані про вплив ніпагіну, «Валеус-Д» і 70%-го етанолу на грибостійкість, хімічні і фізико-механічні характеристики модельних зразків чотирьох видів паперу (ганчір'яного, друкарського, офсетного, газетного).

Ключові слова: стабілізація, мікроміцети, модельні зразки паперу, ніпагін, полігексаметиленгуанідин.

Стабілізація, згідно зі стандартом з консервації документів, є однією зі складових, що регламентує забезпечення збереження документів разом із дотриманням режимів зберігання, реставрацією та виготовленням копій [1]. Стабілізація документів – це спеціальне оброблення різними методами (ламінівання, нашарування, імпрегнування та ін.), що уповільнює старіння паперу чи іншого матеріального носія та упереджує пошкодження документа [2]. Загалом консервація документів, по-перше, охоплює всі

основні види діяльності бібліотеки щодо забезпечення збереження фондів, по-друге, використовує інновації, технології та методи різних областей людського знання – хімії природних і штучних полімерних сполук, неорганічної хімії, мікробіології, матеріалознавства, фізики та ін. [3–4].

Для паперу документів, що представляє собою комплекс органічних сполук – рослинних полімерів, з плином часу характерним стає прискорення процесів природного старіння, яке викликають фізичні, хімічні та біологічні фактори [5]. Вагому роль у руйнуванні документів на паперових носіях відіграють біологічні фактори, серед яких суттєве значення мають мікроскопічні (плісняві) гриби або мікроміцети [4, 6]. Мікроміцети широко розповсюджені в природі і легко пристосовуються до різних умов навколишнього середовища. Грунт є їхнім основним середовищем перебування, але, покидаючи його з повітряними потоками, мікроскопічні гриби здатні використовувати для своєї життєдіяльності інші різноманітні субстрати, насамперед, найбільш доступні, якими є папір і картон. Деякі мікроміцети розмножуються окремими часточками ниткоподібного вегетативного тіла гриба – міцелію (або грибниці). Більшість мікроміцетів розмножується і поширюється мікроскопічними спорами або конідіями, невидимими неозброєним оком. Зазвичай на будь-якому матеріалі чи об'єкті, наразі й на папері, знаходяться спори мікроскопічних грибів, оскільки вони завжди присутні в атмосферному повітрі [7]. На поверхню паперу документів спори осідають разом з пилом, що і створює потенційну небезпеку мікологічного пошкодження для бібліотечних фондів. За нормативних умов зберігання фондів – температура (18 ± 2)°C і відносна вологість повітря (55 ± 5)% – гриби знаходяться в неактивному стані. Однак вони можуть стати осередком розповсюдження мікологічної інфекції в сховищах і викликати масове ураження документів при порушенні температурно-вологісного режиму. Пошкодження мікроміцетами матеріальної основи документів починається в сховищі лише під час підвищення температури понад 20°C і відносної вологості повітря понад 65%. Ще одним активним чинником мікологічної небезпеки для документів у сховищі є вплив надмірного зволоження внаслідок аварійних ситуацій – пожежі, повені, протікання даху, проривання труб системи опалення або комунікаційних труб постачання гарячої чи холодної води. За таких умов колонії мікроскопічних грибів, розростаючись на папері, можуть механічно пошкоджувати документи або хімічно руйнувати папір за допомогою різноманітних грибних метаболітів: ферментів, органічних кислот, пігментів тощо. Насамкінець, усе це призводить до ослизнення, зцементування аркушів, втрати міцності аж до повної деструкції паперу – матеріальної основи документа [6, 8–9].

Для захисту документів від руйнівної дії мікроміцетів використовуються різні методи. Зокрема, найбільш рекомендованим є запровадження превентивних заходів, тобто забезпечення нормативних умов зберігання фондів, про що вже йшлося, а також проведення регулярного мікробіологічного контролю повітря в сховищах, мікологічного обстеження фондів та їхнього вчасного знепилювання [1, 9–11]. Відповідно до вимог міждержавного стандарту з консервації документів, для дотримання нормативів санітарно-гігієнічного режиму суцільне знепилювання фондів необхідно здійснювати не менше одного разу на один–два роки [1].

Для запобігання біопшкодженню паперу бажаною є ситуація, коли із застосуванням якогось з методів впливу чи якоїсь однієї речовини вдається досягти позитивного результату для стабілізації ослабленої матеріальної основи одночасно в декількох напрямках. Масові стабілізаційні технології часто пов'язані із застосуванням методів обробки матеріальної основи документів – фізичного чи хімічного походження. Відомо про застосування різноманітних фізичних полів, зокрема лазерних та вакуумних технологій, для очищення документів. За результатами експериментів стосовно використання побутових ультразвукових машинок різного частотного діапазону для інтенсифікації промивання паперових документів зафіксовано, що ультразвукова обробка не впливає на показник опору зламуванню та збільшує білизну паперу [12].

Однак для боротьби з мікроскопічними грибами на папері документів найбільш поширеним до використання для оброблення різними способами є використання різноманітних хімічних сполук.

Відповідно до стандарту з консервації документів, їхню стабілізацію стосовно мікологічного фактора виконують, використовуючи антигрибні сполуки (фунгіциди) та обробку, що забезпечує вологоємність паперу не більше 10,0% [1]. Для ефективного використання фунгіцидів необхідно враховувати те, що вони мають відповідати рядові вимоги. По-перше, фунгіциди не повинні впливати на здоров'я людини та навколишнє середовище, мати кислотність на рівні рН 7, володіти високою активністю по відношенню до широкого спектру мікроскопічних грибів та бути сумісними з целюлозною основою паперу. По-друге, ці речовини повинні довгий час утримуватися на поверхні паперу і не мати негативного впливу на фізико-механічні, фізико-хімічні та естетичні властивості документа. По-третє, фунгіциди не мають бути забарвленими, щоб не змінити початковий колір паперу [1].

За останні 80 років випробувань арсенал дезінфектантів еволюціонував від сильнодіючих речовин, що знищують гриби, але є дуже небезпечними для здоров'я людини, до тих, які ефективно пригнічують мікроміце-

ти і малотоксичні для теплокровних організмів. Фунгіциди, від початку їх використання в консервації документів до сьогодні, можна умовно поділити на три покоління.

Перше покоління фунгіцидів (20-ті роки ХХ ст.) – саліцилаланід; формальдегід і його водний розчин – формалін; фенол і його похідні; сульфіди; елементоорганічні сполуки кремнію, олова, ртуті і фосфору [13,14].

Друге покоління фунгіцидів (50-ті роки ХХ ст.) – похідні саліцилової, фталевої, каприлової, бензойної, дитіокарбамінової кислот; четвертиноамонійні сполуки; ароматичні сполуки: тимол, ніпагін [13–18].

Третє покоління фунгіцидів (з 90-х років ХХ ст.) – метатін GT (Rosima GT), асімасайд ПС-82 і похідні полігексаметиленгуанідіна. Ці фунгіциди рекомендовані до використання міждержавним стандартом для поаркушевої обробки документів [1].

Починаючи з 20-х років ХХ ст. для знищення грибів на документах використовувався формалін. Ця речовина відноситься до алифатичних альдегідів, характеризується гострим запахом, чинить сильну дію на центральну нервову систему теплокровних, негативно впливає на генетичний матеріал, репродуктивні органи, слизові оболонки дихальних шляхів, очей і на шкірний покрив. Всесвітня Організація Охорони Здоров'я внесла формалін до списку канцерогенних речовин, що мають хронічну токсичність.

Тож спеціалісти з консервації документів постійно працюють над удосконаленням методів обробки паперу і проводять випробування нових препаратів зарубіжного виробництва, внаслідок чого до використання в боротьбі з біофактором рекомендовано: метатін GT, асімасайд ПС-82 і похідні полігексаметиленгуанідину [19, 20]. Однак перший з них – в Україні не виробляється, другий – вже знятий з виробництва, тому за стандартом більш прийнятними є останні препарати. Активно ведеться пошук нових дезінфектантів, і кількість їх продовжує постійно збільшуватися як за рахунок модифікації структури вже відомих речовин, так і за рахунок синтезу нових сполук. Через високі і численні вимоги, що пред'являються до фунгіцидів для обробки бібліотечних документів на папері, застосування на практиці знайшли лише деякі. Одним з тих, що відповідає таким вимогам, є ніпагін (метилпарагідроксibenзоат) – метиловий ефір параксібензойної кислоти, що має характеристику малотоксичного препарату з високими показниками антисептичної та фунгіцидної дії. У справі консервації він вперше був використаний в 1971 р. для забезпечення грибостійкості художніх ґрунтованих полотен, пізніше – при дублюванні творів з графіки та для захисту тканин [15].

За літературними джерелами відомо, що 2–5%-ві спиртові розчини ніпагіну рекомендовано використовувати для дезінфекції постелей на полотні, графіки на папері, додавати в клей для реставрації документів. Було

вивчено його властивості під час застосування в консервації книг і виявлено, що він тривалий час захищає клеєві композиції від мікробної деструкції та забезпечує їхню ефективну стабілізацію [13, 16]. З приводу захисту паперу від мікологічного пошкодження – повідомлення суперечливі: одні дослідники вважають ніпагін летким, що скорочує тривалість його фунгіцидної дії. Є повідомлення, що він знижує показники механічних властивостей паперу і його можна використовувати для консервації книг у концентрації 0,5–2% лише для просочення допоміжних матеріалів [17–19]. В останні роки було досліджено антифунгальні властивості ніпагіну в порівнянні з іншими дезінфектантами і встановлено його фунгіцидну концентрацію в межах 0,2–0,5%. Аналогічні дані отримані в експериментах з використанням похідних гуанідину (метатін GT, Полідез, Біопаг, Фосфопаг та ін.) [20, 21].

Похідні полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) – високомолекулярні сполуки специфічної азотистої похідної гуанідину. Дезінфектанти, які мають у своєму складі ці речовини, є одними з рекомендованих положеннями чинного міждержавного стандарту з консервації документів [1]. Науковими дослідженнями, проведеними раніше Центром консервації і реставрації Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського (ЦКР НБУВ) в рамках договору про науково-практичне співробітництво з Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України (ІМВ), встановлено, що солям ПГМГ притаманний широкий антимікробний спектр дії і здатність утворювати на оброблених поверхнях паперу плівку, яка забезпечує пролонговану фунгіцидну дію препарату [22].

Тож фахівцями ЦКР НБУВ було здійснено пошук нових дезінфектантів серед рекомендованих до використання в Україні і вибрано засіб «Валеус-Д» (аналог Полідезу), що є похідною ПГМГ, і ніпагін.

Метою даної роботи було вивчення можливостей для застосування нового засобу «Валеус-Д» і ніпагіну з метою надійної стабілізації пошкоджених мікроскопічними грибами документів.

Оскільки в літературних джерелах відсутні конкретні дані щодо ступеню фунгіцидних властивостей цих антисептиків стосовно різноманітних видів мікроскопічних грибів, які найчастіше виділяються з документів на папері, для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання:

1. Вивчити грибостійкість різних видів паперу, оброблених водними і спиртовими розчинами «Валеус-Д» з різними значеннями концентрації іонів водню в од. рН у порівнянні з дією 1%-го ніпагіну.

2. Визначити антифунгальну активність «Валеус-Д» в діапазоні концентрацій 0,008–4,0% з використанням методу послідовних розведень у порівнянні з ніпагіном.

3. Вивчити вплив «Валеус-Д» і ніпагіну на фізико-механічні характеристики модельних зразків паперу.

Зазначені дослідження виконувалися в ЦКР НБУВ разом зі співробітниками Акредитованої випробувальної лабораторії грибостійкості та мікробіологічних досліджень технічних, медичних виробів і матеріалів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України (ІМВ) з використанням спеціального обладнання лабораторії в рамках договору про науково-практичне співробітництво між НБУВ та ІМВ НАН України.

Важливим підґрунтям для отримання найбільш прийнятних результатів експериментальних досліджень є оптимальне їхнє планування та правильний вибір об'єктів і методів дослідження. Тож у наступній частині публікації йдеться саме про об'єкти і методи виконаного дослідження.

Мікроскопічні гриби. У всіх варіантах експериментів досліджувалися ті види грибів, що найчастіше зустрічаються в сховищах, де зберігаються документи на паперовій основі. Ці види також рекомендуються стандартом з лабораторних досліджень на стійкість до дії пліснявих грибів ГОСТ 9.049 – 91 [23]: *Aspergillus niger* van Tieghem, *A. terreus* Thom, *A. oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Paecilomyces variotii* Bainier, *Penicillium funiculosum* Thom, *P. aurantio-griseum* Westling, *Trichoderma viride* Persoon. Для експериментів були використані наведені види мікроскопічних грибів із колекції Акредитованої випробувальної лабораторії ІМВ НАНУ, а також вид *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire, виділений з паперу документів НБУВ та ідентифікований співробітниками Інституту в рамках попередніх досліджень.

Дезінфектанти. Для експериментальних досліджень були застосовані дезінфектанти, дозволені до використання в Україні та рекомендовані стандартом з консервації документів – «Валеус-Д» (комплекс полігексаметиленгуанідинів) і ніпагін. Препарат «Валеус-Д», виробництва ЗАТ «Українські екологічні технології» (ТУ У 24.2-31826657.001–2002), характеризується такими властивостями: це прозора нелетка рідина, що не має запаху, хімічно стійка, містить у своєму складі комплекс полігексаметиленгуанідинів (ПГМГ): ПГМГ гідрохлориду ($18 \pm 0,9\%$) та ПГМГ фосфату ($1,4 \pm 0,6\%$), проявляє бактерицидні, туберкулоцидні, віруліцидні та фунгіцидні властивості. Зазвичай у дезінфекційній практиці використовуються водні розчини «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню рН 7 [24]. На наше замовлення виробником було виготовлено розчин «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню рН 9, використання якого дозволяло досягти подвійного ефекту одночасно – і забуферування в разі обробки «кислого» паперу, і дезінфекції для стабілізації паперу, що має ознаки мікологічного ураження.

Ніпагін – метиловий ефір пара-оксibenзойної кислоти, білий кристалічний порошок, майже нерозчинний у воді, розчиняється у спирті,

ефірі, ацетоні. Це добре відома речовина, що застосовується як консервант під назвами «метилпарабен» та «Е218» у фармацевтичній практиці парфумерно-косметичній і харчовій промисловості. Лише при контакті його надвисоких доз зі шкірою можуть спостерігатися алергічні реакції у вигляді почервонінь. Ніпагін використовується у консервації бібліотечних та архівних документів лише для просочення допоміжних матеріалів і виготовлення клеїв з концентрацією 0,5–2%. Найбільшу антибактеріальну активність ніпагін проявляє при застосуванні розчинів з концентрацією іонів водню рН 4–8, при концентрації іонів водню рН 3–6 ніпагін достатньо стійкий за кімнатної температури (може зберігатися до 4-х років), при концентрації іонів водню рН 8 і більше зазнає швидкого гідролізу [17, 18]. Нами були досліджені водні та спиртові розчини препарату «Валеус-Д». У порівнянні вивчалася дія цих розчинів на папір і на мікробіологічні об'єкти. Під час стабілізації паперу документів переваги надаються спиртовим розчинам для швидкого випаровування спирту та висихання зволжених матеріалів до нормативних показників.

Відомо, що спиртам притаманні деякі бактерицидні властивості. Доведено, що максимальну згубну дію на бактеріальні клітини має етиловий спирт у концентрації 70%, тому в рамках експериментів готувалися розчини ніпагіну і «Валеусу-Д» з використанням 70%-го етилового спирту, який також застосовувався в контрольному варіанті.

В якості дезінфектантів у першій серії експериментів були досліджені спиртові 2 та 4%-ві розчини «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню рН 7 і рН 9 у порівнянні з 1%-м спиртовим розчином ніпагіну, оскільки він показав ефективну дію на мікроскопічні гриби в попередніх дослідженнях.

Зразки паперу для дослідження. Для експериментів були відібрані чотири модельні зразки паперу – з документів, умови перебування яких були наближені до реальних, відповідних до довготривалого зберігання бібліотечних фондів. Відбір саме цих зразків як модельних був обумовлений наміром дослідити вплив дезінфектантів на широкий спектр паперів, різних за часом виготовлення і за композиційним складом, починаючи від ганчір'яного – з натуральних бавовняних або льняних волокон ручного виготовлення XVII ст. – до сучасного – безперервного машинного виробництва паперу, композиція якого може містити до 75% деревної маси.

Для порівняння отриманих результатів експериментального дослідження слід навести характеристику основних фізико-хімічних та капілярно-гігроскопічних властивостей відібраних модельних зразків паперу.

З р а з о к № 1 – ганчір'яний папір XVII–XVIII ст., який складається з вручну розмелених рослинних волокон бавовнику та льону, хаотично переплетених і зв'язаних між собою силами поверхневого зчеплення. Фор-

мування аркуша цього паперу здійснювалося методом осадження розбавленої суспензії на сітці. Папір характеризується значною нерівномірністю за товщиною, високою пухлістю та підвищеною вбирністю води. Має друкарський текст.

Зразок № 2 – папір для друку марки № 1, XX ст. (виробництва 1984 р.). Зазвичай такий папір використовується для друкування текстових та ілюстративних видань, яких чимало у фондах бібліотек. Папір характеризується більш високими показниками міцності порівняно з показниками паперу інших марок. Має друкарський текст.

Зразок № 3 – газетний папір XXI ст. (виробництва 2013 р.). Композиція газетного паперу може містити сульфатну невивілену целюлозу, білу деревинну масу, сульфатну напіввивілену целюлозу, хімічну деревинну масу, невелику кількість наповнювача та інші напівфабрикати. Таке різноманіття напівфабрикатів обумовлює особливості зберігання газетних матеріалів у бібліотеках. Деякі газети, в якості матеріальної основи яких було використано газетний папір вищої якості, зберігаються краще, процеси старіння протікають повільніше, а інші – через невисоку міцність матеріальної основи потребують стабілізації швидше та частіше за однакових умов нормативного зберігання та однакового читацького навантаження. Має друкарський текст.

Зразок № 4 – незадрукований офсетний папір XXI ст. (виробництва 2002 р.), призначений для друкування багатокольорових ілюстрацій у текстових виданнях офсетним способом (спосіб друку за допомогою проміжної поверхні); характеризується достатньо високими показниками механічної міцності, білості, а також вбирності порівняно з друкарським та газетним паперами.

Методика дослідження. Визначення грибостійкості зазначених зразків паперу проводилося за міждержавним стандартом ГОСТ 9.049–91, метод 1 [23]. Сутність методу полягає в тому, що оброблений дезінфектантами папір через 14 діб заражають водною суспензією спор 7-ми зазначених вище видів мікроскопічних грибів. Цей метод дає змогу дослідити ріст грибів за наявності лише тих поживних речовин, які містяться в досліджуваному матеріалі.

Контроль за життєздатністю грибних суспензій проводили відповідно до загальноприйнятої методики.

Залежно від умов проведення експерименту чотири зразки паперів розподіляли на два варіанти: «Контроль» та «Дослід», які, в свою чергу, розділялися на 5 груп кожний. Дослідні розчини наносили на папір з використанням пензля за 14 діб до їхнього штучного зараження зазначеними вище грибами.

Зразки групи «Контроль 1» не оброблялися ані дезінфектантами, ані суспензією мікроскопічних грибів. Зразки групи «Контроль 2» оброблялися 70%-м розчином етилового спирту. Зразки групи «Контроль 3» оброблялися стерильною дистильованою водою. Зразки групи «Контроль 4» – 4%-м водним розчином «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню рН 7. Зразки групи «Контроль 5» – 4%-м водним розчином «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню рН 9.

Зразки паперів варіанту «Дослід» обробляли різними спиртовмісними розчинами. Так, зразки групи «Дослід 1» оброблялися 1%-м спиртовим розчином ніпагіну; зразки групи «Дослід 2» – 2%-м спиртовим розчином «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню рН 7; зразки групи «Дослід 3» – 4%-м спиртовим розчином «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню рН 7; зразки групи «Дослід 4» – 2%-м спиртовим розчином «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню рН 9; зразки групи «Дослід 5» – 4%-м спиртовим розчином «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню рН 9.

Після обробки паперу відповідними розчинами нарізали з кожного з 4-х зразків паперу по 5 фрагментів розміром 30×30 мм. Усі зразки, крім групи експерименту «Контроль 1», штучно інфікували змішаною суспензією грибів із вмістом 1×10^6 кл/мл, яку готували і проводили контроль її життєздатності відповідно до вимог стандарту. Далі фрагменти паперу після висихання нанесеної на них суспензії поміщалися на стерильних підставках в окремі (для кожної групи дослідів) ексікатори, на дно яких вносили стерильну дистильовану воду для створення підвищеної відносної вологості повітря (вище 93%) і розташовували в термостаті за температури $29 \pm 2^\circ\text{C}$. Дослідження проводили впродовж 28 діб з провітрюваннями ексікаторів упродовж 3 хв. в стерильному боксі через кожні 7 діб і проміжним оглядом фрагментів паперу через 14 діб для контролю росту грибів з використанням мікроскопа.

Висновок про грибостійкість оброблених фунгіцидами зразків зроблено з урахуванням вимог стандарту за інтенсивністю розвитку грибів відповідно до 6-тибальної шкали (0–5 балів), за результат дослідження прийнято максимальний бал, який був встановлений не менше, ніж на 3-х зразках [22, 23].

Визначення фунгіцидної та фунгістатичної активності «Валеус-Д».

Для визначення граничних фунгіцидної та фунгістатичної концентрацій дезінфектанту «Валеус-Д» використовували 3 види мікроміцетів, які здатні контамінувати документи на паперових носіях: *A. tenuissima*, *A. niger* та *T. viride*. Для дослідження брали спиртовий та водний розчини дезінфектанту «Валеус-Д» з концентрацією 9 од. рН. У контрольних варі-

антах спостерігали за ростом культур мікроміцетів у рідкому середовищі Чапека-Докса з сахарозою та в 70%-му розчині етилового спирту.

Визначення ефективної концентрації «Валеус-Д» проводили за методом серійних послідовних розведень [24]. Для кожного виду мікроскопічного гриба та окремо для кожного досліджуваного розчину дезінфектанту використовували ряд з 10 пробірок. В усі пробірки вносили по 1 мл рідкого поживного середовища, далі в першу вносили 1 мл 8%-го розчину фунгіциду, потім послідовно переносили по 1 мл з однієї пробірки в іншу, таким чином утворювався ряд пробірок з розведеннями фунгіциду: 4; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,062; 0,031; 0,015 та 0,008%. Потім готували суспензію спор мікроскопічних грибів з концентрацією спор 1×10^6 в 1 мл, яку вносили в пробірки з розведеними розчинами дезінфектанту «Валеус-Д» у кількості 1 мл. Всі експерименти були в трьох повторях. Культивування проводили за температури 28°C протягом 14 діб. Результати враховували при наявності росту культур у контролі (поживне середовище без додавання дезінфектанту). Концентрацію, при якій спостерігали затримку росту мікроміцетів, вважали фунгістатичною для досліджених видів грибів. З пробірок з такими концентраціями робили пересіви на агаризоване суцло в чашки Петрі. Відсутність зростання на 7 добу після посіву свідчило про фунгіцидну дію відповідної концентрації.

Фунгіцидну здатність дезінфектанту, яким просочували зразки паперу, проводили методом дифузії в агаризоване поживне середовище [25].

У процесі експерименту вивчали вплив досліджуваних розчинів на хімічні («кислотність» паперу в од. рН) та фізико-механічні показники паперу (опір зламуванню, одиниця вимірювання – ч.п.п. (число подвійних перегинів) і розривна довжина, одиниця вимірювання – м).

Результати дослідження. Визначення грибостійкості. Аналізуючи отримані результати з визначення грибостійкості не оброблених і оброблених різними дослідними розчинами зразків паперів, було виявлено, що в умовах тривалої дії підвищеної відносної вологості повітря (вище 93%) і температури (29±2)°C всі зразки паперу, крім друкарського, були природно контаміновані мікроскопічними грибами (табл. 1). Через 28 діб у контрольних групах спостерігалось: на необроблених зразках газетного та офсетного паперу (група «Контроль 1») незначний ріст грибів і утворення спор, що відповідало 3-м балам грибостійкості; ганчір'яний папір виявився значно більше уражений мікроскопічними грибами, колонії яких вкривали понад 25% поверхні фрагментів, що за шкалою дорівнює 5-ти балам грибостійкості. Те ж саме було характерним для газетного паперу в групах «Контроль 2» і «Контроль 3», грибостійкість дорівнювала 3-м балам, для офсетного, за дією 70%-го розчину етилового спирту (група

«Контроль 2») і за дією дистильованої води (група «Контроль 3»), грибостійкість зафіксовано на рівні 5-ти балів.

У контрольних групах «Контроль 4» і «Контроль 5», де модельні зразки паперів оброблялися водним 4%-м розчином «Валеус-Д», але відрізнялися за концентрацією іонів водню, показники грибостійкості були іншими. В групі «Контроль 1», де концентрація іонів водню дорівнювала 7 од. рН, на *ганчір'яному* папері під мікроскопом було видно розвинений міцелій грибів і, можливо, спороношення, що оцінено у 2 бали грибостійкості; на *газетному* папері розвиток грибів і конідієутворення були інтенсивнішими і вкривали більше 25% поверхні фрагментів, що відповідало 5-ти балам, на *офсетному* – менше 25%, що оцінено в 4 бали грибостійкості. В групі «Контроль 5» (концентрація іонів водню в од. рН 9) *ганчір'яний* папір був чистим, ріст грибів відсутній, що давало підстави затвердити концентрацію іонів водню в од. рН 9 як таку, що може бути перспективною в боротьбі з мікологічним пошкодженням паперу. Однак на *газетному* і *офсетному* папері (групи «Контроль 4» і «Контроль 5») ріст грибів був значним – до 4 і 5 балів. За отриманими даними доведено, що в порівнянні з контрольною групою «Контроль 1» обробка модельних зразків паперу водними розчинами, в тому числі й дезінфектантом «Валеус-Д», сприяє росту грибів, а показник грибостійкості залежить від виду паперу.

У варіанті «Дослід» при обробці зразків спиртовими розчинами абсолютний ефект з високими показниками грибостійкості спостерігався в трьох випадках: при обробці всіх видів паперу 1%-м ніпагіном, 2%-м і 4%-м «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню в од. рН 9. При обробці зразків спиртовими розчинами ніпагіну (група «Дослід 1») та «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню в од. рН 9 (групи «Дослід 4» і «Дослід 5») грибостійкість усіх досліджених зразків паперу була найвищою, на рівні 0 балів за інтенсивністю розвитку грибів. Не зафіксовано проростання конідій грибів – як тих, що природно знаходилися на зразках, так і тих, якими штучно заражали папір. При цьому однаково високу фунгіцидну дію виявили 2 і 4 %-ві спиртові розчини дезінфектанту «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню в од. рН 9 (групи «Дослід 4» і «Дослід 5»). Однак такого ефекту не було відмічено при обробці спиртовими розчинами «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню в од. рН 7 (групи «Дослід 2» і «Дослід 3») зразків газетного й офсетного паперів, їхня грибостійкість була нижчою в порівнянні з ганчір'яним папером (табл. 1).

Таким чином, при порівнянні фунгіцидної дії різних за концентрацією іонів водню в од. рН спиртових розчинів дезінфектанту «Валеус-Д» було виявлено, що спиртові розчини з концентрацією іонів водню в од. рН 9 для всіх зразків паперу виявились ефективнішими за обробку

спиртовими розчинами з концентрацією іонів водню в од. рН 7 і значно ефективнішими за обробку водними розчинами з концентрацією іонів водню в од. рН 7 і рН 9.

За результатами експериментів високу фунгіцидну дію також показав 1%-й розчин ніпагіну в етиловому спирті. Грибостійкість зразків паперу, оброблених цією сполукою, становила 0 балів, тобто проростання конідій не було зафіксовано, що підтверджує результати інших наших досліджень, викладених у попередній публікації [22].

У варіанті «Контроль» обробка лише 70%-м етиловим спиртом (група «Контроль 2») виявилася не здатною повністю забезпечити захист паперу від мікроміцетів в умовах тривалої дії підвищеної відносної вологості повітря (вище 93%) і температури $29 \pm 2^\circ\text{C}$, оскільки показники грибостійкості для контрольних зразків, оброблених спиртом (групи «Контроль 2») і дистильованою стерильною водою (групи «Контроль 3»), були однаковими і за інтенсивністю розвитку грибів становили 5 балів для ганчір'яного і офсетного паперу, 3 бали для газетного паперу і 0 балів для друкарського паперу (табл. 1).

Цікаві результати експериментального дослідження було отримано стосовно друкарського паперу марки № 1, 1984 року виготовлення. Упродовж усього експерименту слідів ураження його мікроскопічними грибами не було виявлено, незалежно від обробки фунгіцидними засобами. Це свідчить про первинну грибостійкість цього паперу, що закладена під час його виготовлення.

За результатами серії дослідів з грибостійкості можна зробити **декілька висновків**:

– виявлено, що кожний зі зразків паперу має свої індивідуальні особливості по відношенню до обробки їх різними розчинами, що ми пов'язуємо з їхніми фізико-хімічними та капілярно-гігроскопічними властивостями;

– наявність води в дослідних рідинах провокує ріст спор грибів, що природно контамінують папір;

– найкращих результатів за показником грибостійкості всіх зразків паперу було отримано при обробці їх спиртовим 1%-м розчином ніпагіну і спиртовим розчином «Валеус-Д» з концентрацією 2% і 4% в середовищі з концентрацією іонів водню в од. рН 9.

Визначення фунгіцидної активності «Валеус-Д». Наші подальші дослідження були спрямовані на вивчення фунгіцидних властивостей спиртового розчину «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню в од. рН 9, які включали визначення оптимальної фунгіцидної та фунгістатичної концентрації методом послідовних серійних розведень та встановлення фунгіцидної дії різних концентрацій цієї сполуки дифузійним методом.

Згідно з отриманими даними, всі 10 досліджених концентрацій «Валеус-Д» у діапазоні 4 – 0,008 % мали фунгіцидну дію на культури грибів *A. tenuissima* та *A. niger*. Встановлено мінімальну фунгіцидну концентрацію водного розчину «Валеус-Д» – 0,008%, яка пригнічувала ріст цих грибів (табл. 2) .

Для мікроскопічного гриба *T. viride* встановлено мінімальну концентрацію водного розчину, яка проявила фунгіцидну дію – 0,016% і фунгістатичну, що становила 0,008%.

Підсумовуючи результати визначення фунгіцидної активності досліджених концентрацій спиртового розчину «Валеус-Д» з рН 9 по відношенню до всіх трьох культур мікроскопічних грибів в умовах безпосередньої дії препарату в рідкому середовищі, робимо висновок, що мінімальна фунгіцидна концентрація дорівнює 0,008%. Отже, серед досліджених розведень значним фунгіцидним потенціалом володіє спиртовий розчин «Валеус-Д» з рН 9, а серед досліджених розведень цього розчину мінімальна фунгіцидна дія по відношенню до досліджених культур була досягнута при застосуванні розчину з концентрацією 0,008%. Однак цей висновок стосується грибів, на які безпосередньо діє дезінфектант у рідкому середовищі. Тому для визначення фунгіцидної концентрації препарату з метою дезінфекції паперу були проведені більш детальні дослідження за методом дифузії в агаризоване поживне середовище по відношенню до 3-х видів мікроміцетів з використанням фрагментів модельних зразків, просочених вибраними концентраціями «Валеус-Д» з рН 9, а саме 0,5; 0,125; 0,031; 0,016; 0,008% у порівнянні з ніпагіном. Найефективнішими виявилися 1%-й спиртовий розчин ніпагіну і дезінфектант «Валеус-Д» з рН 9 в концентрації 0,5%. За їхньої дії навкруги паперових фрагментів на газонах культур досліджених видів мікроміцетів утворювалися зони затримки росту в межах 21–35 мм, що свідчить про ефективність обробки паперу дослідженими сполуками в таких концентраціях.

Визначення впливу дезінфектантів на хімічні та фізико-механічні властивості модельних зразків паперу. Разом з тим, з метою прийняття рішення про можливість впровадження досліджених сполук у практику дезінфекційного оброблення бібліотечних документів на паперових носіях з ознаками мікологічного ураження нами було вивчено їхній вплив на хімічні (кислотність паперу) та фізико-механічні (опір зламуванню, розривна довжина) показники модельних зразків паперу. Для виконання випробувань були відібрані чотири види паперу, що відповідали зразкам, використаним для визначення їхньої грибовійкості. Отже, для визначення хімічних та фізико-механічних показників були відібрані зразки необробле-

них ганчір'яного, друкарського, газетного та офсетного паперів, а також оброблених 2 та 4 %-ми спиртовими та водними розчинами дезінфектанту «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню в од. рН 7 і рН 9 та 1 %-го спиртового розчину ніпагіну. Для контролю взято як необроблені антисептиками модельні зразки паперу, так і зразки, оброблені 70%-м розчином етилового спирту (табл. 3, 4).

Кислотність паперу. За результатами досліджень визначено, що за обробки розчинами препарату «Валеус-Д» взагалі відбувається зменшення рН паперу на величину від 0,1 до 2,5 од. рН, тобто відбувається підвищення кислотності паперу, що, як відомо, негативно впливає на фактичний фізичний стан паперових носіїв інформації [25]. Зафіксовано залежність зі зниженням концентрації іонів водню од. рН від виду паперу. Меншою мірою кислотність підвищувалася для ганчір'яного та офсетного паперів та більшою – для друкарського паперу. Особливо цей показник зростає для газетного паперу (2,5 од. рН – під впливом водних розчинів і 1,8 од. рН – спиртових), що пов'язано з великою кількістю деревної маси в його композиційному складі. Для зразків, оброблених водними розчинами препарату, підвищення кислотності було дещо меншим, ніж у тих, що були оброблені спиртовими розчинами, за винятком газетного паперу.

У порівнянні зі 70%-м етиловим спиртом і спиртовими розчинами «Валеус-Д» розчин 1%-го ніпагіну не впливав на кислотність ганчір'яного і офсетного паперів і незначною мірою підвищував кислотність друкарського і газетного паперів, на 0,5 і на 0,4 од. рН відповідно.

Фізико-механічні властивості паперу. За результатами досліджень впливу як спиртових, так і водних розчинів дезінфектанту «Валеус-Д» на модельні зразки 4-х видів паперу спостерігалися різного ступеня зміни їхніх фізико-механічних показників – опору зламуванню і розривної довжини для більшості з досліджених зразків у порівнянні з необробленими зразками.

Лише обробка водним 2%-м розчином «Валеус-Д» рН 7 не вплинула негативно на опір зламуванню ганчір'яного паперу, але відмічено незначне зниження цього показника в офсетного паперу, незначне збільшення його для друкарського паперу і збільшення на 50% для газетного паперу.

Також не відмічено зміни опору зламуванню після обробки друкарського паперу 4%-м спиртовим розчином «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню в од. рН 7.

Після обробки зразків паперів 2%-м і 4%-м «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню 9 од. рН спостерігалось значне зниження опору зламуванню для ганчір'яного, друкарського і газетного паперів і незначне зменшення – для офсетного паперу.

В останніх варіантах експерименту спостерігалася тенденція незначного збільшення чи зниження опору зламуванню та розривної довжини для всіх видів паперу, при цьому не виявлено прямої залежності цих показників від таких характеристик «Валеус-Д», як концентрація іонів водню в од. рН, концентрація дезінфектанту та виду розчинника.

Слід відмітити, що 70%-й етиловий спирт найменше впливав на фізико-механічні властивості паперу, інколи значно збільшуючи опір зламуванню для газетного, ганчір'яного, друкарського, офсетного в наведеній послідовності. Оброблення 70%-м етиловим спиртом по-різному впливало на показник розривної довжини модельних зразків паперу: в незначній мірі – для друкарського і ганчір'яного паперів, удвічі – для газетного, зовсім не змінюючи – офсетного паперу.

Таким чином, при обробленні модельних зразків паперу 1%-м ніпагіном зафіксовано зниження таких фізико-механічних показників паперів, як опір зломові та розривна довжина, однак для ганчір'яного і офсетного паперів вони були кращі, ніж при впливові на них дезінфектанту «Валеус-Д».

Насамкінець можна зробити висновок про те, що для досліджених зразків паперу, оброблених антисептиком «Валеус-Д», встановлені незначні збільшення кислотності, меншою мірою для спиртового розчину цієї сполуки з концентрацією іонів водню 9 од. рН, та погіршення їхніх фізико-механічних показників. На особливу увагу заслуговує можливість застосування 1%-го спиртового розчину ніпагіну, з яким порівнювався вплив дослідних розчинів «Валеус-Д», оскільки 1%-й ніпагін не впливав на кислотність ганчір'яного і офсетного паперів, незначно підвищував кислотність друкарського і газетного паперів. Встановлено його вплив на такі фізико-механічні показники паперів, як опір зламуванню та розривну довжину, однак для ганчір'яного і офсетного видів паперу отримані дані були кращими, ніж під час оброблення їх дезінфектантом «Валеус-Д».

Отже, за результатами виконаних наукових експериментальних досліджень для попередження розповсюдження та пригнічення росту мікроміцетів на папері документів ми можемо рекомендувати 1%-й спиртовий розчин ніпагіну, оскільки за проведеними дослідженнями він продемонстрував високу фунгіцидну дію на мікроскопічні гриби: *A. tenuissima*, *A. niger*, *T. viride* та не виявив значного негативного впливу на хімічні та фізико-механічні властивості досліджених зразків паперу. Використання водного 0,016%-го розчину «Валеус-Д» з рН 9 можна запропонувати під час вологого знепилювання стелажів у книгосховищах.

На завершення слід додати, що для впровадження спиртового розчину «Валеус-Д» з концентрацією іонів водню 9 од. рН з метою стабіліза-

ції паперу уражених мікроміцетами документів необхідно більш детально уточнити дію розчинів інших концентрацій на фізико-механічні показники паперу, що планується зробити в рамках наступних експериментальних досліджень. Актуальними залишаються питання визначення дії інших сучасних ефективних дезінфектантів на вже досліджені та на інші види паперу.

Список використаних джерел

1. 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.
2. ДСТУ ГОСТ 7.48:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Консервація документів. Основні терміни та визначення (ГОСТ 7.48–2002, IDT). – Чинний з 01.07.2007.
3. Нюкша Ю. П. Биологические проблемы консервации : специфичность и комплексность / Ю. П. Нюкша // Теория и практика сохранения памятников культуры : сб. науч. тр. Вып. 18/ РНБ. – СПб, 1996. – С. 7–20.
4. Добрусина С. А., Чернина Е. С. Консервация документов : наука и практика / С. А. Добрусина, Е. С. Чернина / РНБ. – СПб., 2013. – 191 с.
5. Добрусина С. А. Стабилизация бумаги документов : учеб. пособие / Добрусина С. А. / М. : Межрегион. центр библиотечного сотрудничества, 2014. – 176 с.
6. Фляте Д. М. Свойства бумаги / Д. М. Фляте // М. : Лесная промышленность, 1976. – 648 с.
7. Нюкша Ю. П. Биологическое повреждение бумаги и книг / Ю. П. Нюкша. – СПб. : РАН, 1994. – 233 с.
8. Билай В. Й. Основы микологии / В. Й. Билай – К. : Вища школа, 1989. – 390 с.
9. Загуляева З. А. Микромицеты – разрушители бумаги и некоторые меры борьбы с ними : автореф. дис. ... канд. биол. наук. / З. А. Загуляева. – Ленинград, 1964. – 18 с.
10. Суббота А. Г. Моніторинг мікологічного стану особливо цінних документів Національної бібліотеки ім. В. І. Вернадського / А. Г. Суббота // Наук. пр. Нац. б-ки України ім. В. І. Вернадського. Інноваційні технології збереження документальних фондів : запобігання надзвичайній ситуації у бібліотеці, шляхи її подолання : зб. наук. пр. – Вип. 17 / НАН України ; Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського ; АБУ. – К., 2007. – С. 64–72.
11. Сурмашева О. Значення мікологічного обстеження приміщень і фондів бібліотек / О. Сурмашева, Г. Корчак, Л. Муха // Наук. пр. Нац. б-ки України ім. В. І. Вернадського. Інноваційні технології збереження документальних фондів : запобігання надзвичайній ситуації у бібліотеці, шляхи її подолання : зб. наук. пр. / НАН України ; Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського ; АБУ. – К., 2007. – Вип. 17. – С. 46–52.
12. Левашова Л. Г. Использование ультразвука при водных обработках бумаги документов / Л. Г. Левашова, Е. М. Шепилова, А. А. Галушкин, Т. С. Ткаченко //

Збереження, дослідження, консервація та експертиза музейних пам'яток : наук. доп. Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 27–30 трав. 2008 р. – К., 2008. – С. 278–286.

13. Левашова Л. Г. Влияние ультразвука на прочностные свойства бумаги при водной обработке документов / Л. Г. Левашова, Е. М. Шепилова, А. А. Галушкин, Т. С. Ткаченко // Исследования в консервации культурного наследия. – Вып. 2. : Материалы Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 50-летию юбилею ГосНИИР – М., 2008. – С. 120–179.

14. Нюкша Ю. П. Защита бумаги от грибов / Ю. П. Нюкша // Теория и практика сохранения памятников культуры : сб. науч. тр. – Ленинград : ГПБ, 1972. – Вып. 5. – С. 7–20.

15. Великова Т. Д. Биоциды, применяемые для обработки бумаги / Т. Д. Великова, Е. С. Трепова // Биоповреждение документов : сб. ст. / РНБ. – СПб, 2009. – С. 108–118.

16. А.с. 324175 /СССР/. Способ защиты художественных грунтованных холстов от плесневения / Л. И. Воронина, Д. З. Аракчеева. – Бюл. информ., 1972. – № 2. – С. 46.

17. Марчева Р. Д. Исследование нипагина и цетазола как средств, предохраняющих реставрационные документы от повреждения микромицетами : автореф. дис. ... канд. биол. наук. / Р. Д. Марчева. – Минск, 1985. – 20 с.

18. Нюкша Ю. П. Предохранение бумаги книг от повреждения грибами / Ю. П. Нюкша // Теория и практика сохранения памятников культуры : сб. науч. тр. / ГПБ. – Ленинград, 1983. – Вып. 11. – С. 5–34.

19. Мантуровская Н. В. Изучение химических соединений для дезинфекции и профилактической защиты документов / Н. В. Мантуровская // Сохранность книжных фондов : сб. науч. тр. – М. : ГБЛ, 1986. – С. 77–109.

20. Великова Т. Д. Действие биоцидных препаратов на микромицеты – деструкторы бумаги / Т. Д. Великова, Е. С. Трепова, С. С. Хазова // Микология и фитопатология. – 2009. – Т. 43, вып. № 2. – С. 151–156.

21. Дослідження впливу біоцидних препаратів на старіння реставраційних паперів : метод. рек. / уклад. О. П. Володіна, Н. М. Жданова, Л. М. Канарьова // Держкомархів України ; УНДІАСД ; Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України. – К., 2005. – 35 с.

22. Затока Л. П. Экспериментальные исследования дезинфектантов для восстановления документов, поврежденных микромицетами / Л. П. Затока, Н. Б. Баляница, А. Г. Суббота, А. П. Довгун // Теория и практика сохранения памятников культуры : сб. науч. тр. / РНБ ; науч. ред. и сост. С. А. Добрусина. – СПб. : Из-во Рос. нац. б-ки, 2014. – Вып. 23. – С. 86–98.

23. ГОСТ 9.049-91. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. – Чинний від 28.12.91. – 24 с.

24. Методичні вказівки із застосування засобу дезінфікуючого «Валеус-Д» (попередня назва – «Полідез») з метою дезінфекції / М-во охорони здоров'я України. – К., 2010. – 14 с.

25. Черкес Ф. К. Руководство к практическим занятиям по микробиологическим исследованиям / Ф. К. Черкес. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1980. – 307 с.
26. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии / В. И. Билай / К. : Наук. думка, 1982. – 551 с.

References

1. 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].
2. DSTU HOST 7.48:2006 *Systema standartiv z informatsii, bibliotechnoi ta vydavnychoi spravy. Konservatsiia dokumentiv. Osnovni terminy ta vyznachennia (HOST 7.48–2002, IDT)* [Ukrainian State Standard 7.50:2006. System of standards for information, libraries and publishing. Documents conservation. Main terms and definitions (State Standard 7.48–2002)] (2007). Kyiv. [In Ukrainian].
3. Niuksha, Yu. P. (1996). Biologicheskie problemy konservatsii: spetsyficnost i kompleksnost [Biological problems of conservation: specificity and complexity]. *Teoriia i praktika sokhraneniia pamiatnikov kultury: sbornik nauchnykh trudov* [Theory and practice of cultural artifacts preservation: collection of scientific works], Is. 18, pp. 7–20. Saint Petersburg: Izdatelstvo Rossiiskoi natsionalnoi biblioteki. [In Russian].
4. Dobrusina, S. A, Chernina, E. S. (2013). *Konservatsiia dokumentov: nauka i praktika* [Documents preservation: science and practice]. Saint Petersburg: Rossiiskaia natsionalnaia biblioteka. [In Russian].
5. Dobrusina, S. A. (2014). *Stabilizatsiia bumagi dokumentov: uchebnoe posobie* [Stabilization of documents paper]. Moscow: Interregional Center of Library Cooperation. [In Russian].
6. Fliate, D. M. (1976). *Svoistva bumagi* [Paper properties]. Moscow: Lesnaia promyshlennost. [In Russian].
7. Niuksha, Iu. P. (1994). *Biologicheskoe povrezhdenie bumagi i knig* [Biological damage of paper and books]. Saint Petersburg. [In Russian].
8. Bilai, V. I. (1989). *Osnovy mikologii* [Fundamentals of Mycology]. Kyiv: Vyshcha shkola. [In Ukrainian].
9. Zaguliaeva, Z. A. (1964). *Mikromitsety – razrushyteli bumagi i nekotorye mery borby s nimi* [Micromycetes as the destroyers of paper and some methods of their control] (Extended abstract of PhD dissertation). Leningrad. [In Russian].
10. Subbota, A. H. (2007). *Monitorynh mikolohichnoho stanu osoblyvo tsinnykh dokumentiv Natsionalnoi biblioteki im. V. I. Vernadskoho* [Monitoring of mycological state of valuable documents of V. Vernadsky National Library of Ukraine]. In *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteki Ukrainy im. 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].

11. 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 im. V. I. Vernadskoho. Innovatsiini tekhnolohii zberezhenia 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. 46–52. Kyiv. [In Ukrainian].

12. Levashova, L. G., Shepilova, E. M., Galushkin, A. A., Tkachenko, T. S. (2008, May). Ispolzovanie ultrazvuka pri vodnykh obrabotkakh bumagi dokumentov [The use of ultrasound in water treatment of paper documents]. In *Zberezhenia, doslidzhennia, konservatsiia ta ekspertyza muzeinykh pamiatok* [Preservation, research, conservation and expertise of museum artifacts]: *Proceedings of the international scientific and practical conference* (pp. 278–286). Kyiv, Ukraine. [In Russian].

13. Levashova, L. G., Shepilova, E. M., Galushkin, A. A., Tkachenko, T. S. (2008). Vliianie ultrazvuka na prochnostnye svoistva bumagi pri vodnoi obrabotke dokumentov [Effect of ultrasound on the strength properties of paper documents at water treatment]. In *Issledovaniia v konservatsii kulturnogo nasledia* [Cultural heritage conservation research]: *Is. 2. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii, posviashchennoi 50-letnemu iubileiu GosNIIR* [Proceedings of the international scientific and methodic conference dedicated to the 50th anniversary of State Research and Development Institute for Restoration] (pp. 120–179). Moscow. [In Russian].

14. Niuksha, Iu. P. (1972). Zashchita bumagi ot gribov [Paper protection from fungi]. In *Teoriia i praktika sokhraneniia knig v biblioteke: sbornik nauchnykh trudov* [Theory and practice of books preservation in a library: collection of scientific works], Is. 5, pp. 7–20. Leningrad. [In Russian].

15. Velikova, T. D., Trepova, E. S. (2009). Biotcydy, primeniaemye dlia obrabotki bumagi [Biocides used for paper processing]. In *Biopovrezhdenie dokumentov: sbornik statei* [Biological damage of documents: collection of articles] (pp. 108–118). Saint Petersburg: Rossiiskaia natsionalnaia biblioteka. [In Russian].

16. Voronina, L. I., Arakcheeva, D. Z. (1972). Sposob zashchity khudozhestvennykh gruntovannykh kholstov ot plesnevenii [A method of protecting artistic primed canvases from mold formation] (Patent No. 324175). In *Bulleten informatcionnyi* [Informative bulletin], No. 2, p. 46. [In Russian].

17. Marcheva, R. D. (1985). *Issledovanie nipagina i tcetazola kak sredstv, predokhraniiaushchikh restavratsionnye dokumenty ot povrezhdeniia mikromitcetami* [Study of nipagin and cetanol as the substances protecting documents being restored against micromycetes' damage] (Extended abstract of PhD dissertation). Minsk. [In Russian].

18. Niuksha, Iu. P. (1983). Predokhranenie bumagi knig ot povrezhdeniia gribami [Protection of books paper from fungi damage]. In *Teoriia i praktika sokhraneniia pamiatnikov kultury: sbornik nauchnykh trudov* [Theory and practice of cultural monuments preservation: collection of scientific works], Is. 11, pp. 5–34. Leningrad: Izdatelstvo Rossiiskoi gosudarsvennoi biblioteki. [In Russian].
19. Manturovskaia, N. V. (1986). Izuchenie khimicheskikh soedinenii dlia dezinfekcii i profilakticheskoi zashchity dokumentov [The study of chemical compounds for disinfection and preventive protection of documents]. In *Sokhrannost knizhnykh fondov: sbornik nauchnykh trudov* [Preservation of book fonds: collection of scientific works] (pp. 77–109). Moscow. [In Russian].
20. Velikova, T. D. Trepova, E. S., Khazova, S. S. (2009). Deistvie biotcydnykh preparatov na mikromitsety – destruktory bumagi [Effect of biocide substances on paper destructors micromycetes]. In *Mikologiia i fitopatologiia* [Mycology and Phytopathology], Vol. 43, No. 2, pp. 151–156. [In Russian].
21. Volodina, O. P., Zhdanova, N. M., Kanarova, L. M. (Comps.). (2005). *Doslidzhennia vplyvu biotsydneykh preparativ na starinnia restavratsiinykh paperiv: metodychni rekomendatsii* [The study of biocidal agents' influence on restoration paper aging: guidelines]. Kyiv. [In Ukrainian].
22. Zatoka, L. P., Balianitca, N. B., Dovgun, A. P. (2014). Eksperimentalnye issledovaniia dezinfektantov dlia vosstanovleniia dokumentov, povrezhdennykh mikromitsetami [Experimental studies of disinfectants for the restoration of documents damaged by micromycetes]. In *Teoriia i praktika sokhraneniia pamiatnikov kultury: sbornik nauchnykh trudov* [Theory and practice of cultural monuments preservation: collection of scientific works], Is. 23, pp. 86–98. Saint Petersburg: Izdatelstvo Rossiiskoi natsionalnoi biblioteki. [In Russian].
23. *GOST 9.049–91. Materialy polimernye i ikh komponenty. Metody laboratornykh ispytanii na stoikost k vozdeistviu plesnevykh gribov* [The polymeric materials and their components. Laboratory test methods for resistance to fungi]. (1991). Moscow: Standartinform. [In Russian].
24. Ministry of Health of Ukraine. (2010). *Metodychni vkazivky iz zastosuvannia zasobu dezinfikatsiinoho “Valeus-D” (poperednia nazva – “Polidez”) z metoiu dezinfektsii* [Guidance on application of “Valeus-D” disinfectant (previous name “Polidez”) for disinfection] (p. 14). Kyiv. [In Ukrainian].
25. Cherkes, F. K. (1980). *Rukovodstvo k prakticheskim zaniatiam po mikrobiologicheskim issledovaniiam* [Guide to practical training for microbiological studies] (2nd rev. ed.). Moscow: Meditsina. [In Russian].
26. Bilai, V. I. (1982). *Metody eksperimentalnoi mikologii* [Methods of Experimental Mycology]. Kyiv: Naukova Dumka. [In Russian].

L. Zatoka, S. Mozhova, N. Balianytsia, A. Subbota, A. Chuienko, Yu. Pysmenna
Librarian documents stabilization: experimental studies and implementation perspectives.

The article reviews various methods of documents protection against the destroying effect of micromycetes. The methods considered have been in use since the third decade of the 20th century. The authors provide information on the search of new disinfectants from the list recommended by the Ministry of Health of Ukraine. In particular, these include nipagin and a new product "Valeus-D" (analog of the investigated earlier Polidez). The received results of study of minimal concentrations of Valeus-D disinfectant alcohol and water solutions having effect on microscopic fungi are analyzed. Data on the influence of nipagin, "Valeus-D" and 70% ethanol on resistance to fungi, chemical and physico-mechanical characteristics of model samples of four types of paper (rag, typographical, offset, newsprint) are compared. The experiments' results indicate, that 1% nipagin, 2% and 4% "Valeus-D" (pH 9) render the highest resistance to fungi. It is revealed, that 70% ethyl alcohol and 1% nipagin had the least influence on the physico-mechanical properties of model samples of paper. Accentuated is the need to continue pilot studies of the use of other modern effective disinfectants and other types of paper.

Key words: stabilization, micromycetes, model samples of paper, nipagin, polyhexamethylene guanidine.

Л. П. Затока, С. Г. Мозговая, Н. Б. Баляница, А. Г. Суббота, А. И. Чуенко, Ю. Б. Письменная.

Стабилизация библиотечных документов: экспериментальные исследования и перспективы внедрения

В статье рассматриваются различные методы защиты документов от разрушающего действия микромицетов, которые использовались начиная с 20-х годов XX в. Приводится информация о поиске новых дезинфектантов из перечня рекомендованных Министерством здравоохранения Украины. В частности, это нипагин и новое средство «Валеус-Д» (аналог исследованного ранее Полидеза). Анализируются полученные результаты исследования граничных действующих на микроскопические грибы концентраций спиртовых и водных растворов дезинфектанта «Валеус-Д». Сравниваются данные о влиянии нипагина, «Валеус-Д» и 70%-ного этанола на грибостойкость, химические и физико-механические характеристики модельных образцов четырех видов бумаги (тряпичной, типографской, офсетной, газетной). По результатам экспериментов установлено, что высокий показатель грибостойкости оказывали 1%-й нипагин, 2%-й и 4%-й «Валеус-Д» с pH 9. Выявлено, что 70%-й этиловый спирт и 1%-й нипагин менее всего влияли на физико-механические свойства модельных образцов бумаги. Акцентируется внимание на необходимости продолжения экспериментальных исследований с использованием других современных эффективных дезинфектантов и других видов бумаги.

Ключевые слова: стабилизация, микромицеты, модельные образцы бумаги, нипагин, полигексаметиленгуанидин.