

OCHRONA ARCHIWALIÓW PRZED USZKODZENIAMI BIOLOGICZNYMI

Obok uszkodzeń natury mechanicznej archiwalia podlegają destrukcjom powodowanym przez sprawców biologicznych — drobnoustroje i owady. Wśród drobnoustrojów występują trzy podstawowe grupy taksonomiczne — bakterie, promieniowce i grzyby.

Bakterie powodujące uszkodzenia dokumentów papierowych spotyka się o tyle rzadziej, iż po pierwsze stosunkowo niewiele gatunków bakterii odznacza się właściwościami celulolitycznymi (synteza kompleksu celulazy); po wtóre, dla bakterii próg wymaganej dla funkcji życiowych wilgotności jest wyższy (powyżej 65%), niż dla grzybów. W efekcie na dokumentach papierowych najczęściej spotyka się bakterie przetrwalnikujące z rodzaju *Bacillus*, spośród których tylko nieliczne gatunki zagrażają rozkładem.

Promieniowce są poważnym niebezpieczeństwem dla akt, bowiem są wytrzymalsze na suszę od bakterii i bardzo wiele z nich syntetyzuje celulazy. Konidia promieniowców raczej sporadycznie znajdują się w powietrzu (nagminnie występują w glebie), stąd możliwość zakażenia jest mniejsza, niż w przypadku bakterii i grzybów. Porażenia przez promieniowce występowały jako spuścizna okresu powojennego, w związku z często bliskim kontaktem dokumentów z glebą (zakopane, czy przysypane ziemią). Obecnie izoluje się je znacznie rzadziej. Niejednokrotnie zakażają wilgotne ściany magazynów. Głównie reprezentowany jest rodzaj *Streptomyces*.

Zasadniczo więc odpowiedzialne za rozkład większości archiwaliów są grzyby. Atutami tej grupy drobnoustrojów są: wytrzymałość na suszę, aktywna zdolność rozkładu celulozy przez znaczną ilość gatunków, wytwarzanie bardzo licznych zarodników, łatwo rozprzestrzeniających się, znaczna tolerancja na odczyn środowiska, przy optimum pH na ogół słabo kwaśnym około 5,0—5,5. Znaczna część papierów z natury swej (zwłaszcza współczesnych) jest kwaśna lub ulega zakwaszeniu pod wpływem zanieczyszczeń z powietrza.

Niżej zostaną kolejno omówione poszczególne materiały będące elementami, bądź zasadniczymi strukturami archiwaliów. Główny nacisk położono na papier. Zachowano w opisie pewien schemat, obejmujący relację o składzie drobnoustrojów kolonizujących, zewnętrznych zmianach makroskopowych powodowanych przez mikroflorę i sposobie dezynfekcji danego substratu.

Do najpopularniej występujących na papierze grzybów należą różne gatunki pędzłaka — *Penicillium* i kropidlaka — *Aspergillus*. Zarodniki tych ostatnich odznaczają się szczególną wytrzymałością na suszę. Oprócz wymienionych, do bardzo często występujących rodzajów grzybów należą: *Cladosporium*, *Alternaria*, *Chaetomium*, *Botrytis*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*, *Stachybotrys* oraz drożdżaki. Istnieje około 20 gatunków najczęściej izolowanych. Fakt ten jest następstwem najdalej posuniętej adaptacji do warunków, jakie istnieją w magazynach archiwalnych czy bibliotecznym. Rzadziej ostatnio izoluje się grzyby z rodzaju *Fusarium*, *Trichocladium*, *Epicoccum*, *Pullularia*, *Stemphylium*.

Wizualnym dowodem zakażenia przez grzyby są z jednej strony barwne plamy (wykwity), pochodzące od nalotów różnie zabarwionych zarodników oraz pigmentów wydzielanych pozakomórkowo do podłoża (jakim jest w tym wypadku papier). Przy optymalnych warunkach temperatury i wilgotności następuje szybki rozwój grzybów, przy jednoczesnym rozkładzie celulozy. Papier ulega stopniowej maceracji, rozwłóknieniu. W skrajnych przypadkach dochodzi do zupełnego zbutwienia. Aby zapobiec takiej sytuacji, obowiązuje przestrzeganie pewnych zasad profilaktyki. Do naczelnych jej kanonów należy: utrzymywanie wartości temperatury w granicach 14—18°C i wilgotności na poziomie 55—65%. Parametr wilgotności jest szczególnie ważny. Każde nawet krótkotrwałe wahnięcie, „skok” do 80% czy wyżej, pociąga za sobą niebezpieczeństwo „zapleśnienia”. Należy bowiem zdać sobie sprawę, że żywe zarodniki grzybów są stałym elementem powietrza i kurzu. Spory zdeponowane w warstwie kurzu, na powierzchni książek, czy dokumentów, z chwilą osiągnięcia korzystnych warunków zewnętrznych, gwałtownie się namnażają, co prowadzi do procesów rozkładu.

Magazyny winny być wentylowane, a najlepiej klimatyzowane. Powinno dokonywać się rejestracji wartości wilgotności i temperatury.

Pewną funkcję ochronną przy nadmiernej wilgotności niekiedy spełniają związki wapnia — CaCO_3 , CaCl_2 , jako materiał higroskopijny, pochłaniający wodę. (Po uprzednim wyprażeniu w suszarce związki te rozkłada się w płaskich naczyniach o dużej powierzchni i rozstawia w konkretnym pomieszczeniu).

Jeżeli dojdzie już do infekcji dokumentów przez drobnoustroje, konieczne jest przeprowadzenie zabiegu dezynfekcji. Zabieg ten można przeprowadzić w różnoraki sposób.

Szkoła toruńska (6, 7, 8) zaleca technikę „na mokro”. Jest to kąpiel w 7,5% roztworze wodnym sterinolu o temperaturze ok. 55°C przez 15—30 minut. Następnie sterinol odplukuje się dokładnie w 3 następujących po sobie kąpielach wodnych (woda destylowana), także w tej samej podwyższonej do 55°C temperaturze.

Sterinol jest związkiem ograniczającym rozwój głównie bakterii, ale także grzybów. Po kąpeli dokumenty należy wysuszyć i rozprostować pod prasą. Opisany zabieg jest czasochłonny i nie może być polecany do znacznych partii akt.

Bezpośrednio po wojnie, kiedy większość ocalałych archiwaliów była zakażona przez drobnoustroje, dokonywano zabiegu odkażania w komorze próżniowej, przy użyciu gazu „Rotanox” (mieszanina tlenu etylenu i CO_2). Jest to metoda pomyślana jako sposób dezynsekcji, czyli zabijania owadów. Okazało się jednak, że w obecności tlenu etylenu ginie wiele gatunków grzybów. Zależnie od pojemności komory można tym systemem odkażać znaczne partie akt papierowych. Nie wskazane jest trak-

towanie w ten sposób dokumentów pergaminowych, z uwagi na następstwo depolimeryzacji kolagenu.

W praktyce bardzo częstym zabiegiem jest tzw. dezynfekcja przekładkowa („pośrednia”). Dysponujemy pewną ilością związków biobójczych, których roztworami (5—10%) nasąca się bibułę filtracyjną czy przebitkową. Stosuje się roztwory acetonowe lub korzystniej alkoholowe. Po odparowaniu rozpuszczalnika bibułka umieszcza się między zagrzybionymi kartami, co kilka stron. Posyty, względnie książki zabezpiecza się następnie folią aluminiową albo plastikową, a przy ich braku grubą warstwą papieru. Ta osłona ma przeciwdziałać nazbyt szybkiemu odparowaniu biocydu.

W działalności Centralnego Laboratorium Konserwacji Archiwaliów AGAD posługujemy się trzema podstawowymi preparatami: 4-chloro-3-krezolem, Dichlorofenem i Irgasanem DP-300. Spośród wymienionych fungicydów działanie biobójcze wykazuje głównie pierwszy z wymienionych związków: 4-chloro-3-krezol. Dwa pozostałe odznaczają się własnościami biostatycznymi, tzn. hamują wzrost, nie doprowadzając do całkowitej utraty żywotności zarodników czy grzybni.

Zastosowanie 4-chloro-3-krezolu jest skuteczne po różnym upływie czasu: od 1—6 miesięcy, zależnie od stopnia infekcji i struktury opianowanego podłoża.

Kolejnym po papierze substratem, spotykanym wśród archiwaliów, jest pergamin. Podstawowym jego składnikiem jest białko — kolagen. Kolagen w zasadzie jest związkiem trudno rozkładanym przez drobnoustroje. Jednak poza nim, w skład pergaminu wchodzi inne prostsze związki organiczne — cukry: glukoza, galaktoza, mannoza, fukoza i pewna ilość tłuszczów (5). Kolagen kręgowców zawiera 0,4—4,3% cukrowców, które w pierwszym rzędzie są utylizowane przez mikroorganizmy. Następuje stopniowe osłabienie pergaminu, jego ścienienie postępujące jednak znacznie wolniej niż w przypadku papieru. Pojawiają się przebarwienia pochodzenia drobnoustrojowego. Dokumenty pergaminowe są infekowane najczęściej przez różne gatunki *Penicillium* i *Aspergillus* — *A. fumigatus*, *A. ochraceus*, *A. niger* oraz przez *Chaetomium* sp. *Paecilomyces* sp.

Nadmieniono wyżej, że pergaminów nie należy dezynfekować w komorze próżniowej, gdyż zabieg ten prowadzi do depolimeryzacji kolagenu, co znacznie ułatwia wtórną kolonizację przez drobnoustroje (2). Podstawową metodą dezynfekcji pergaminów jest bezpośredni oprysk, czy tamponowanie roztworem 4-chloro-3-krezolu (0,5—1%), szczególnie od strony rewersu (bez tekstu), lub użycie przekładek nasyconych 5—10% roztworem tegoż fungicydu.

Skuteczność metody przekładkowej przy zastosowaniu 4-chloro-3-krezolu w odniesieniu do papieru jest znacznie wyższa, niż ma to miejsce przy analogicznym postępowaniu z pergaminami. Efektywność przeprowadzonego zabiegu zależy w tym wypadku w dużej mierze od struktury fizycznej obiektu, ale też od czasu trwania i skali infekcji, stopnia penetracji drobnoustrojów między włókna kolagenu. Opracowanie w pełni skutecznej metody dezynfekcji pergaminów jest sprawą ciągle otwartą.

Skóra, pokrewna chemicznie, używana do opraw ksiąg, może być także zakażana przez drobnoustroje. Na ogół przy zabezpieczaniu skóry postępuje się w ten sposób, że by uniknąć wysuszającego działania roztworu fungicydu, włącza się go do emulsji natłuszczającej skórę. Receptury takiej emulsji są rozmaite, oparte często na bazie lanoliny, wosku, olejku

cedrowego, środka emulgującego itd. Skóra zostaje powleczona warstewką takiego preparatu, do którego dodano środek biobójczy (najczęściej 4-chloro-3-krezol). Skórę można tamponować 0,3% roztworem w etanolu 4-chloro-3-krezolu.

Kolejnymi, cząstkowymi materiałami (substratami) mogącymi wchodzić w skład archiwaliów są tektura i tkaniny. Mogą one stanowić element opraw, pudeł.

Mikroorganizmami zakażającymi są na ogół wymienione już uprzednio rodzaje grzybów. Tkaniny bawełniane, z włókiem celulozowych ulegają rozkładowi podobnie jak papier.

Do biologicznej konserwacji zabytkowych tkanin nadają się 4 rzędowe sole amoniowe, np. sterinol.

Zarówno tektura, jak tkaniny są trudniejsze do wydezynfekowania niż papier. Stosuje się opryski roztworami fungicydów.

Rozkładowi mikrobiologicznemu podlegają też kleje używane przez introligatorów. Najszybciej rozkładane są kleje skrobiowe, tzw. kłajster, ale także kleje przygotowywane na bazie żelatyny. Żelatyna jest białkiem zwierzęcym, uzyskiwanym jako wyciąg z kości i chrząstki. Bez zabezpieczenia jest b. szybko rozkładana przez drobnoustroje. Ostatnio stosuje się coraz częściej kleje syntetyczne na bazie polioctanu winylu. Ten rodzaj kleju jest znacznie bardziej odporny na „korozję” mikrobiologiczną. Nie mniej, prewencyjnie wprowadza się i do tego rodzaju kleju środek hamujący wzrost mikroorganizmów. Do niedawna polecana była sól sodowa 4-chloro-3-krezolu (jako rozpuszczalna w wodzie), znana pod nazwą „Raschitu”. Ostatnio Zakład Ochrony Papieru i Skóry UMK w Toruniu poleca do ochrony klejów Aseptinę M — ester metylowy kwasu p-hydroksy-benzoesowego w ilości 0,2% na wagę kleju (4). Kleje doskonale zabezpiecza także sterinol (1), tyle, że jego obecność prowadzi w następstwie do spadku białości papieru pod wpływem światła.

Dobór odpowiedniego środka grzybobójczego o tyle jest utrudniony, że musi on sprostać określonym kryteriom. Mianowicie, przy wysokiej aktywności biobójczej w stosunku do drobnoustrojów, powinien być jednocześnie nietoksyczny dla ludzi, możliwie bezbarwny, bezwonny i nie zmieniający właściwości fizycznych papieru, czy innego podłoża.

Fungicydy, podobnie jak antybiotyki i inne chemioterapeutyki stosowane w lecznictwie, z czasem stają się środkami nieskutecznymi. Drobnoustroje uodparniają się na ich działanie (w medycynie mówi się o lekooporności). Nie wchodząc bliżej w mechanizmy tego zagadnienia, warto nadmienić, że dzieje się tak często za sprawą enzymów syntetyzowanych w obecności środka biobójczego, a także na zasadzie selekcji w obrębie osobników odpornych na dany związek.

W zasobach niektórych instytucji zdeponowane są fotografie, czy mikrofilmy. Materiał ten trudny jest do rekonstrukcji, dlatego też kładzie się duży nacisk na działania profilaktyczne.

Ze sprawozdania dyrektora AGAD z kongresu konserwatorów w Kanadzie w 1988 r. wynika, że optymalnymi warunkami przechowywania są: dla filmu czarno-białego 15°C i 30% wilgotności, dla filmu kolorowego 1,5°C i 30%, dla taśm magnetofonowych 18,5°C i 45%, dla dysków magnetycznych i optycznych 20°C i 40% wilgotności. Zachowanie takich warunków winno umożliwić przechowanie taśmy filmowej przez 1000 lat, a magnetofonowej przez kilkadziesiąt lat.

Przy pracy z materiałem fotograficznym (szczególnie dotyczy to negatywów na płytach szklanych) należy unikać pozostawiania na nich od-

cisków palców. Odciski takie bowiem wprowadzają wilgoć i tłuszcz, stając się centrami rozwoju mikroflory. Warstwa żelatyny fotograficznej szybko ulega rozkładowi pod wpływem enzymów proteolitycznych syntetyzowanych przez drobnoustroje.

Omawiając zagadnienia związane ze skażeniami biologicznymi archiwaliów, poczuwam się do obowiązku zwrócenia uwagi na ujemne aspekty pracy z grzybami.

Jesteśmy narażeni na stały kontakt z pewnymi grupami grzybów, czasami umownie zwanych „pleśniami”. Zarodniki grzybów dostają się do powietrza z powierzchni roślin i gleby. Naturalne mechanizmy obronne chronią ludzi przed zakażeniami grzybiczymi. Większość grzybów występujących w naturze to niechorobotwórcze saprofity. Szereg gatunków traktowanych jednak do niedawna jako niepatogenne, określa się obecnie mianem mikroorganizmów oportunistycznych, czyli warunkowo chorobotwórczych. Takie organizmy stają się patogenami przy: osłabieniu obronności organizmu, naruszeniu stanu równowagi mikroflory zasiedlającej w sposób naturalny organizm ludzki. Czynnikiem uspasabiającymi do takiego stanu rzeczy są: nagminne stosowanie antybiotyków i innych chemioterapeutyków przeciwbakteryjnych, leków przeciwnowotworowych (cytostatyków), cukrzyca, gruźlica, napromieniowanie, podeszły wiek. Leki przeciwbakteryjne, niszcząc konkurencyjne bakterie, umożliwiają wzmocniony rozwój grzybów, hamują przy tym takie funkcje obronne jak fagocytoza (3).

Kontakt z materiałami zakażonymi przez grzyby stwarza potencjalnie trzy grupy zagrożenia: 1) możliwość wystąpienia mikoz (grzybic skórnych czy narządowych); 2) alergie; 3) mikotoksykozy.

Obawy wystąpienia grzybic związane są ze znaczną częstotliwością rozpowszechnienia na materiałach archiwalnych różnych gatunków kropidlaka-*Aspergillus*. Najbardziej chorobotwórczy jest gatunek *A. fumigatus*, powodujący grzybicę płuc, oskrzeli, płucnej, schorzenia oczu, uszu. Sporadycznie — dzięki podobnemu rozpowszechnieniu — choroby takie mogą być powodowane przez *Pędzlaki* — *Penicillium*.

Najczęściej występującymi dolegliwościami u szeregu ludzi są różne formy uczuleń. Spory grzybów, podobnie jak pyłki kwiatowe, kurz, sierść zwierząt są silnymi alergenami. Jako efekt pojawiają się katar sienny, astma, podrażnienia górnych dróg oddechowych, stany zapalne spojówek, wysypka itp. Nasilenie objawów zależy oczywiście od skłonności osobniczych.

Mikotoksykozy są jednostkami chorobowymi, których czynnikiem etiologicznym są toksyczne metabolity wytwarzane jako produkty przemiany materii niektórych grzybów. Produkty takie są wysoce toksyczne już w bardzo niskich stężeniach. Wytwarzane są głównie przez przedstawicieli rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*, ale także przez szereg innych grzybów. Do najbardziej znanych toksyn pochodzenia grzybowego (producent *Aspergillus flavus*) należy grupa aflatoksyn. Poszczególne toksyny odznaczają się specjalnym powinowactwem do określonych układów, czy narządów organizmu, np. aflatoksyny głównie powodują raka wątroby.

Oprócz mikroorganizmów znaczne spustoszenia w magazynach archiwalnych mogą powodować owady. Jak podaje Krawczyk (4) około 70 gatunków żeruje na materiałach bibliotecznych. 80% zniszczeń w Polsce powodują żywiaki. Optymalną dla rozwoju owadów jest temperatura 25°C i wilgotność rzędu 75%. Niska temperatura i wilgotność przedłużają cykl rozwojowy owadów, co zdecydowanie ogranicza ilość pokoleń.

Z tego względu korzystne jest utrzymywanie niskiej temperatury i wilgotności.

Oprócz żywiaka do najczęstszych szkodników należą kołatki — żerujące głównie na drewnie drzew liściastych, mrzyki, pustosze, mole, psotniki, szubaki, skórniki. Istnieje pewnego rodzaju ukierunkowanie owadów w stosunku do określonego substratu — źródła pokarmu. I tak szkodnikami pergaminów są głównie mole i skórniki. Te ostatnie żerują także na surowych skórkach zwierzęcych. Niektóre owady ograniczają żerowanie do tkanin pochodzenia zwierzęcego — wełna, jedwab (mole, pustosze), inne zjadają tkaniny z włókien roślinnych (psotniki). Trzecia grupa owadów żywi się tkaninami bez względu na ich pochodzenie (9).

Szczególnie niebezpieczne spustoszenia czynią larwy owadów, które są wyjątkowo żarłoczne. Uszkodzeniom podlegają w księgozbiorach głównie klejone grzbiety książek, gdyż klej stanowi przynętę dla insektów.

Stwierdzona obecność owadów, wymaga możliwie szybkiej dezynsekcji. Zabieg ten przeprowadza się najczęściej tlenkiem etylenu (gaz „Rotanox”) w komorze próżniowej (ostatnio istnieją co prawda doniesienia o rakotwórczym i mutagennym działaniu tlenku etylenu i próbach odejścia od jego używania).

Stosuje się opryski insektycydami z grupy piretroidów. W użyciu jest także związek o nazwie handlowej „Molina” (p-dwuchlorobenzen). Można go stosować w ten sposób, że naważki około 6 g umieszczone w woreczkach z gazy, wystarczają na odkażenie powierzchni ok. 1 m³ dokumentów. Zakażony materiał dobrze jest umieścić w szczelnej, metalowej skrzyni. Pary Moliny są drażniące dla ludzi. Dlatego dezynsekwany materiał powinien być odizolowany z miejsc stałego pobytu ludzi.

Jako jeden ze sposobów dezynsekcji poleca się zamrażanie do temperatury — 18°C. Giną przy tym wszystkie stadia rozwojowe owadów.

Opracowanie na pewno nie wyczerpało wszystkich kwestii związanych z ochroną archiwaliów; sądzę jednak, iż udało mi się przynajmniej zwrócić uwagę na elementarne sprawy.

BIBLIOGRAFIA

1. Konieczny P., Strzelczyk A.: Zabezpieczenie polioctanu winylu przed atakiem drobnoustrojów. Acta Univer. Nicol. Copern. t. X: 1983.
2. Kowalik R.: Some aspects of microbiology of paper and parchment. Wolfenbütteler Forschungen Band 1, Jacobi Verlag Bremen 1977.
3. Kowszyk-Gindifer Z., Sobiczewski W.: Grzybice i sposoby ich zwalczania. Warszawa PZWL 1986.
4. Krawczyk A.: Charakterystyka przyczyn zniszczeń zbiorów archiwalnych i bibliotecznych. Praca magisterska UMK Toruń 1987.
5. Lasek W.: Kolagen — chemia i wykorzystanie. Warszawa Wyd. Nauk. Techn. 1978.
6. Lep E.: Wpływ sterinolu na własności fizyczne papieru. Praca magisterska UMK Toruń 1982.
7. Lorek E.: Badania nad wpływem sterinolu na trwałość papieru. Praca magisterska UMK Toruń 1982.
8. Moroz M.: Porównanie wpływu dichlorofenu i p-chloro-m-krezolu na własności papieru. Praca magisterska UMK Toruń 1987.
9. Simm K.: Zwierzęce szkodniki muzeów. Kraków Biblioteka Wiedzy Muzealnej 1949.