

**Agnieszka Bakalarz**  
*Uniwersytet Śląski w Katowicach*

## **Mikrobiologiczna ocena stanu zachowania księgozbiorów bibliotecznych**

### **Streszczenie**

Drobnoustroje odgrywają bardzo ważną rolę w procesie niszczenia książek, materiałów archiwalnych oraz mogą zagrażać zdrowiu osób zatrudnionych w bibliotekach oraz ich użytkowników. Wzrost drobnoustrojów następuje zazwyczaj na powierzchni papieru. Dopiero w późniejszym czasie strzępki grzybni wnikają do włókien papieru i zmiękcniają go. W fazie rozkładu celulozy następuje wydzielanie wody i wytworzenie się śluzu, co objawia się wyraźnymi zmianami właściwości papieru. Procesowi rozkładu mikrobiologicznego książek towarzyszy również wydzielanie się przykrych zapachów, a przede wszystkim występowanie przebarwień spowodowanych migracją barwników z grzybni do papieru. Badania mikrobiologiczne ograniczone zostały do 101 wybranych obiektów, w tym 20 inkunabułów z Biblioteki Jasnogórskiej w Częstochowie. Jeden obiekt opisany został przez cztery próbki mikrobiologiczne, pobrane z grzbietu i przedniej okładziny oprawy, przedniej wyklejki lub karty tytułowej i środkowej karty z bloku książki. W przypadku wyraźnych zacieków na kartach papieru wymazy pobierano na ich krawędziach, w przypadku wyklejki z powierzchni przyklejonej do okładziny lub jej zachowanego fragmentu, a grzbietu od jego strony wewnętrznej, zawierającej klej introligatorski, poniżej kapitałki. Po okresie inkubacji zidentyfikowano gatunek grzybów oraz przeprowadzono jakościową identyfikację czynników chorobotwórczych.

**Słowa kluczowe:** *papier zabytkowy, drobnoustroje.*

### **Abstract**

Micro-organisms play a vital role in the process of book ageing and archival materials. Moreover they are dangerous for librarians and book users themselves. The growth of micro-organism usually occurs on the surface of paper. With the passage of time the shreds of fungi spawn penetrate into the paper fibres and soften them. In the phase of cellulose disintegration water is secreted and mucus is created, which results in visible changes in the quality of paper. During the process of microbiological disintegration of books specific odour is given off. What is more, migration of the dyes from the fungi spawn into paper causes discolourations. Microbiological tests were restricted to the number of 101

selected objects, including 20 incunabula from Jasna Gora library, Czestochowa. One object was described by four microbiological samples taken from the spine and the front lining of the binding, inset or title page and the inside page. When the damp patches were present on the pages the swab was taken from its edges, in case of the inset from the surface fixed to the lining or its preserved fragment. As far as the spine is concerned the swab was taken from the inside part, containing the book binding glue, just below the headband. After the period of incubation the fungus species was identified and quality identification of pathogenic factors was carried out.

**Keywords:** *paper antiqua, micro-organisms.*

## 1. Wprowadzenie

Książka jest wytworem myśli i umiejętności człowieka. Towarzyszy nam przez całe życie, wspomagając nas w nauce i pracy, stanowi rozrywkę i wypoczynek, z książką ludzie podróżują, modlą się i zasypiają. Zmysły wzroku i dotyku odbierają wrażenia o zewnętrznym wyglądzie książki. Przechowywane w magazynach bibliotecznych książki można porównać do organizmów, które żyją i oddychają. Papier, pergamin, płótno, skóra, kleje reagują na różne czynniki zewnętrzne. Pod ich wpływem materiały te ulegają przemianom, stopniowo niszcząc i tracąc w nieodwracalny sposób swoje pierwotne właściwości fizyczne i chemiczne. Należy odróżnić nieunikniony proces naturalnego starzenia się materiałów, uzależniony od ich jakości i czasu oraz niszczycielską działalność człowieka, który stwarza niewłaściwe, a wręcz szkodliwe warunki przechowywania i użytkowania książek. Możemy wyróżnić cztery podstawowe grupy czynników, sprzyjających niszczeniu książek: starzenie się papierów, wpływy atmosferyczne, czynniki biologiczne i niszczycielska działalność człowieka. W czasie magazynowania i użytkowania papieru zachodzą zmiany jego właściwości fizycznych, chemicznych i mechanicznych, które określa się procesem starzenia się, czyli skracania okresu trwałości. Właściwości zabytkowego materiału bibliotecznego sprawiają, że towarzyszące mu zagrożenia mikrobiologiczne traktować można jako naturalny czynnik, wpływający na mechanizm i kinetykę procesów jego starzenia się.

## 2. Wpływ czynników otoczenia na rozwój mikroorganizmów, owadów i gryzoni

Głównym i podstawowym czynnikiem sprzyjającym niszczeniu książek zabytkowych jest wilgoć. Źródłem jej mogą być:

- uszkodzenia lub wady budynku,
- zalania żywiołowe lub po pożarach,
- skoki temperatury powodujące gwałtowne zmiany wilgotności względnej,
- nieodpowiednie wietrzenie magazynów i innych pomieszczeń bibliotecznych, w których są składowane zbiory biblioteczne.

Przy podwyższonej wilgotności najbardziej narażone są odsłonięte grzbiety i brzegi kart; wilgoć wnikając w głąb książki bardzo powoli z niej uchodzi, ponieważ celuloza zawarta w papierze jest materiałem bardzo higroskopijnym. Jeśli nastąpi znaczne zawilgocenie, to wewnątrz książki zachodzą głębokie zniszczenia wywołane rozpułchnieniem klejów w oprawach czy przenikaniem barwników z opraw i ilustracji na sąsiednie karty, co tworzy odbicia i stwarza warunki do rozwoju pleśni, okładki deformują się i odstają. Wilgotny papier, klej, skórę, płótno atakują mikroorganizmy takie jak bakterie, pleśnie [1].



Rys. 1. Zniszczenia w książkach, spowodowane przez zawilgocenia i rozwój mikroorganizmów.

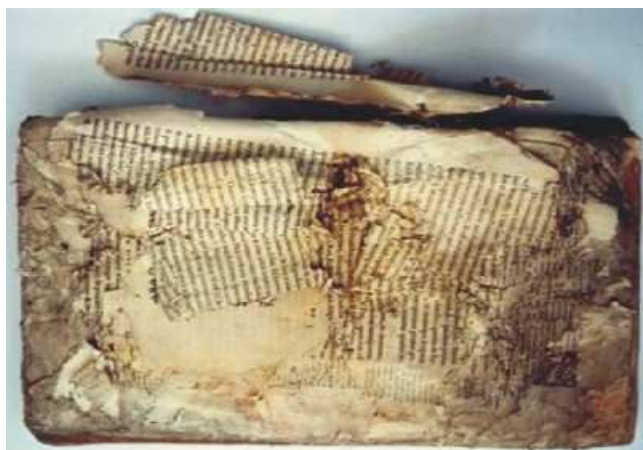
Źródło: A. B. Strzelczyk: *Charakterystyka zniszczeń mikrobiologicznych w zabytkowych książkach*, „Notes Konserwatorski”, 1998, nr 1.

**Pleśnie** to mikroskopowych rozmiarów grzyby, składające się z grzybni zdolnej do rozrastania się w kolonie. Grzybnia w kolonii tworzy system rozgałęzionych rurek kapilarnych, dzięki którym jest ona zdolna do transportowania wody i dlatego niełatwo zamiera. Odżywia się kosztem składników papieru, klejów i innych materiałów, z których zbudowana jest książka. Wydziela enzymy, które przenikając do podłoża rozkładają je. Enzymy są stale wydzielane przez kolonię na zewnątrz i dlatego podłoże ulega zniszczeniu, sięgającemu znacznie poza granicę rozwoju kolonii. Papier w miejscu obecności kolonii grzyba oraz w jej sąsiedztwie jest cienki, kruchy, porowaty, a w skrajnym przypadku rozpada się i kurczy. Opisana destrukcja mikrobiologiczna jest nie tylko efektem działania enzymów trawiących podłoże, ale także kwasów, będących produktami przemiany materii samych grzybów pleśniowych. Kolonie grzybów pleśniowych rozwijają się z zarodników licznie występujących w powietrzu, kurzu i zabrudzeniach powierzchni. Są one zdolne do kiełkowania nawet pod wpływem niewielkiej ilości wilgoci. Jeśli jest ona wystarczająca, wówczas powstaje kolonia zdolna do wytworzenia w krótkim okresie czasu znacznych ilości zarodników. Niejako rozsypują się one wokół kolonii macierzystej, tworząc kolejne pokolenia kolonii. Ilość tworzonych

przez nie zarodników jest niepoliczalna. Zarodniki grzybów posiadają określone kolory i dzięki swojej ogromnej koncentracji przenoszą je na powierzchnię papieru.

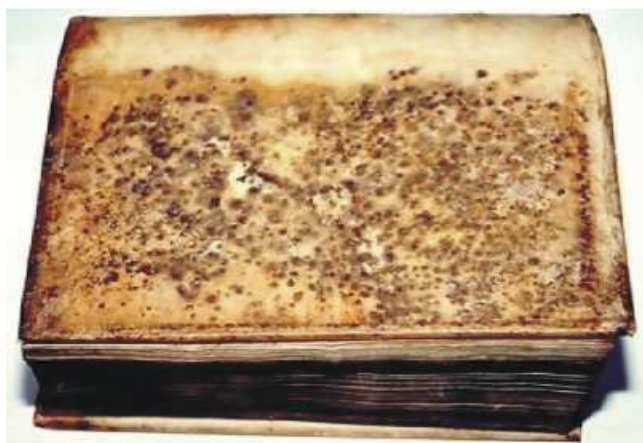
Na papierze tworzą się rozległe kolonie o zarodnikach białych, kremowych, buraczkowych, fioletowych, zielonych, oliwkowych, pomarańczowych, szarych, czarnych i innych. Niekiedy można w przybliżeniu określić rodzaj grzyba po kolorze jego zarodników. Papier pod kolonią oraz w jej najbliższym otoczeniu jest bardzo zniszczony. W opisanym procesie dużą rolę odgrywają grzyby z rodzaju sadzakowatych [2, 3]. Jeśli zasób wilgoci w papierze jest zbyt skąpy dla normalnego rozwoju i zarodnikowania kolonii, to nie zamiera ona, a jedynie zwalnia swoją aktywność vegetacyjną. Przenika powoli przez podłoże, stopniowo rozkłada je i nie tworzy nowych zarodników. Starzejąc się jakby bezpotomnie kolonia wytwarza produkty przemiany materii, wśród których ogromnie negatywną rolę, oprócz wspomnianych enzymów i kwasów, odgrywają zawarte w grzybni barwniki. Tworzą one na podłożu papierowym, a nawet na pergaminie, trudne do usunięcia plamy. Z papieru są one trudno usuwalne, ponieważ strzępki grzybów wrastają do lumenu włókien celulozowych i trawią je od środka.

W ingerencji konserwatorskiej do barwnika można dotrzeć jedynie poprzez ściankę włókna i ściankę komórkową grzybni. Kolonie grzybów znajdują w książkach optymalne warunki rozwoju również z powodu obecności klejów roślinnych i zwierzęcych. Takim newralgicznym miejscem są wewnętrzne strony okładki przy wyklejkach. Drobnoustroje wrastają w zawilgocone miejsca na taką głębokość, na jakiej wystarcza im tlenu do procesów oddechowych. Jednocześnie wraz z rozkładem papieru tworzą się szparki, sprzyjające wnikaniu tlenu do wnętrza, a także obsychaniu zawilgoconego miejsca. W takiej sytuacji dochodzi do spowolnienia rozkładu mikrobiologicznego papieru. Tworzy się zaciek i obsychająca książka ulega deformacji. Powstałe w bloku książki kolonie często tworzą ciała przetrwalnikowe tzw. sklerocja, które usadawiają się wewnątrz plam sklejując nawet kilkanaście stronic. Ponadto z tych sklerocjów w sprzyjających warunkach nieomal natychmiast może powstać nowa, żywa kolonia [4]. Zarodniki kolonii pleśni powstałych w granicach zacieku nie giną nawet przez kilka lat. W każdej chwili dostęp wilgoci jest w stanie je uaktywnić. Również powierzchnie opraw łatwo stają się miejscem rozwoju drobnoustrojów. Najczęściej ma to miejsce w sytuacji przeniesienia wilgotnych książek do suchych i ciepłych pomieszczeń. Wówczas odparowująca wilgoć powoduje zawilgocenie powierzchni i zasiedlanie ich przez grzyby pleśniowe i promieniowce. Te ostatnie najczęściej bytują w miejscach mniej wilgotnych, na których pleśnie nie mogą się rozwijać. Rozkładają skórę i pergamin, ale bytują również na papierze, tekturze, klejach i oprawach tekturowych. Zauważalne są w postaci białego, szarego lub kremowego drobno pylistego nalotu, przylegającego do powierzchni [5, 6]. Opisane zniszczenia bloków książek, brzegów i wnętrza dotyczą przede wszystkim obiektów, wykonanych na papierach z mas długowłóknistych, ręcznie czerpanych. Papiery te składają się z wysokogatunkowej celulozy lnianej, konopnej lub bawełnianej i zaklejone są najczęściej klejem zwierzęcym. Są bardzo wrażliwe na rozkład pod wpływem drobnoustrojów, ale jednocześnie wolno starzeją się i są odporne na kwaśne zanieczyszczenia powietrza.



Rys. 2. Książka zniszczona przez pleśnie (grzyby).

Źródło: A. B. Strzeliński: Charakterystyka zniszczeń mikrobiologicznych w zabytkowych książkach, „Notes Konserwatorski”, 1998, nr 1.



Rys. 3. Zapleśniała oprawa skórzana.

Źródło: A. B. Strzeliński: Charakterystyka zniszczeń mikrobiologicznych w zabytkowych książkach, „Notes Konserwatorski”, 1998, nr 1.

**Owady** do bibliotek dostają się przez otwarte okna, wentylatory, rury kanalizacyjne bądź przybywają w zarażonych książkach. Potrafią całymi latami pozostawać niezauważone. Owady najchętniej żerują w tych miejscach na książkach, gdzie jest najwięcej kleju, a więc w grzbietach i okładkach. Drażą tam głębokie kanały, powodując osłabienie konstrukcji książki. Entomologowie stwierdzili występowanie w bibliotekach (w Polsce) kilkudziesięciu gatunków owadów. Do najczęściej u nas występujących owadów uszkadzających książki zaliczamy:

**1. Rybika cukrowego** (*Lepisma saccharine*), który dzięki przystosowaniu do życia w pomieszczeniach rozprzestrzenił się w budynkach mieszkalnych, bibliotecznych, składach papierów, sklepach, piekarniach itp. Może bez pożywienia obywać się całe miesiące; żywi się produktami spożywczymi, skórą, wełną. Za pożywienie służą mu też oprawy książkowe, fotografie, papier gazetowy - w których powoduje uszkodzenia w formie nadżerek wszystkich elementów książki.

**2. Karaczany** (*bełmce* - *Blattodea*): karaczan prusak (*Blattella germanica*) i karaczan wschodni (karaluch - *Blatta orientalis*) stały się plagą wielkich miast, opanowując pomieszczenia biurowe, hotele, sklepy i biblioteki. Obydwa gatunki żywią się klejami, uszkodzając grzbiety i oprawy książek. Są roznosicielami zarodników bakterii oraz grzybów pleśniowych, jednocześnie będąc bardzo odpornymi na środki owadobójcze i różne zabiegi dezynsekcyjne.

**3. Mól ziarniak** (*Nemapogon granellus*), skórnik słoniniec (*Dermestes lardarius*), szubak dwukropek (*Attagenus pello*) i szubak Smirnova (*Attagenus smirnovi*), przetycz (inaczej - pustosż wypuklak - *Niptus hololeucus*), mrzyk muzealny (*Anthrenus museorum*, *Anthrenus verbasci*), pustosż kradnik (*Ptinus fur*) i pustosż garbusik (*Ptinus tactus* - *Gibbium psylloides*) - to owady robiące powierzchniowe wżery w formie otworków na oprawach pergaminowych, skórzanych i płóciennych oraz wgłębne wżery do bloku książki.

**4. Chrząższe**, które w książkach drażą kanaliki lub wygryzają chodniki: – chrząszcze, które żerują w warstwach kleju roślinnego lub zwierzęcego, a tym samym uszkodzają pergamin i skórę. Są to żywiak chlebowiec z rodziny kołatkowatych (*Sitodrepa panicea* [*Stegobium paniceum*, *Dermestes paniceus*]), kołatek (*Anobium punctatum*) i świdrzyk cygarowiec z rodziny kołatkowatych (*Lasioderma serricornis*); – chrząszcze, które żerują w oprawach drewnianych uszkodzają równocześnie inne materiały introligatorskie użyte do oprawy. Są to spuszczel pospolity (*Hylotrupes bajulus*), kołatek domowy (*Anobium punctatum* De Geer) i wyschlik grzebykorożny (*Ptilinus pectinicornis*); – chrząszcze, które mogą rozwijać się w bloku książki powodując uszkodzenia wielu kartek. Są to dwa gatunki nie mające polskiej nazwy - *Nicobium castaneum* oraz *Nicobium hirtum*.

Gryzonie, które zasiedlają także budynki bibliotek:

- mysz domowa (*Mus musculus*),
- szczur wędrowny (*Rattus norvegicus*),
- szczur śniady (*Rattus rattus*).

Gryzonie te potrafią przegryzać wiele materiałów, niszcząc różne przedmioty i urządzenia, między innymi rury wodociągowe, kable elektryczne, ubrania i książki.

Inne zwierzęta, które - zasiedlając dostępne strychy i poddasza - pozostawiają tam grube warstwy swoich odchodów:

- nietoperze (*Chiroptera*),
- ptaki z rodziny gołębiowatych (*Columbidae*) [7].

### 3. Niebezpieczna książka

Pojęcie to należy odnieść do człowieka, dla którego książka bywa niebezpieczna. Zagrożeniem jest ta książka, o którą człowiek nie dba należycie. Zbiory biblioteczne niewłaściwie przechowywane w zawilgoconych pomieszczeniach, ze złą wentylacją, niekonserwowane prawidłowo lub niekonserwowane wcale, gromadzone w zniszczonych, zbyt zimnych lub gorących pomieszczeniach - niszczą. Ulegając stopniowo zagładzie, wchodzą w cykl przemian biologicznych zmierzających do rozkładu. Stają

się w tym procesie pożywką dla wielu organizmów żywych. Główne patogeny (wspominane wcześniej) występujące w bibliotekach i archiwach to w kolejności częstości występowania:

- Grzyby.
- Owady.
- Bakterie.
- Promieniowce.
- Wirusy.
- oraz nie będące patogenami gryzonie.

Grzyby to bardzo liczny zbiór systematyczny obejmujący około 300 tysięcy gatunków. Grzyby są przyczyną wielu szkód materialnych, niszczą plony, zarażają uprawy roślin i powodują rozkład związków organicznych - w tym także książek. Pleśnie, szczególnie z rodzajów *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* i *Alternaria*, rozwijają się między innymi w szczelinach, spękanych murach, instalacjach wodno-kanalizacyjnych, wykładzinach i dywanach. Niektóre z nich wytwarzają mykotoksyny wnikaające do organizmu ludzkiego przez skórę, drogą pokarmową i wziewną, które mogą wywoływać szereg schorzeń u ludzi.

Pierwszym objawem szkodliwego działania grzybów pleśniowych mogą być schorzenia dróg oddechowych, zapalenie spojówek, bóle stawów, osłabienie odporności i chroniczne zmęczenie. Później mogą się pojawić poważniejsze choroby, które noszą nazwę grzybic. Jednak nie tylko mykotoksyny są szkodliwe. Dużą grupę niebezpiecznych dla ludzi substancji, produkowanych przez grzyby pleśniowe, stanowią tzw. lotne związki organiczne (Volatile Organic Compounds, VOCs) do których zaliczamy np.: aldehydy, alkohole i ketony. Wiele tych związków ma, podobnie jak mykotoksyny, działanie drażniące, toksyczne i rakotwórcze. Substancje te nadają nieprzyjemny zapach zagrzybionym pomieszczeniom i są również uważane (obok mykotoksyn i glukanów) za „syndrom chronicznego zmęczenia” i „syndrom chorego domu”.

Dla uspokojenia wyjaśniam, że dla zapoczątkowania procesu patologicznego niezbędne jest oprócz obecności zarazków istnienie bardzo wielu czynników zależnych od atakowanego makroorganizmu oraz od okoliczności towarzyszących zakażeniu. Ta zasada jest bardzo istotna przy zachorowaniu na grzybicę. Są to choroby coraz częściej występujące, ale wywołane jest to osłabieniem naturalnych mechanizmów obronnych organizmu ludzkiego. Dzieje się tak w efekcie celowych, ratujących życie zabiegów medycznych, takich jak chemioterapia i radioterapia nowotworów, terapia sterydami, transplantacje narządów i związane z tym leczenie immunosupresyjne. Grzybicę występują też często u osób z nabytym zespołem braku odporności w wyniku infekcji HIV (czyli AIDS).

Pacjenci przewlekle chorzy na cukrzycę, niewydolność nerek, układu krążenia i oddechowego mają również osłabioną odporność i mogą się u nich rozwinąć poważne grzybicę narządowe. Natomiast dla zdrowego człowieka grzyby mogą być zagrożeniem, gdy występują w dużych ilościach w jego otoczeniu, jak to może mieć

miejsce w zaniedbanych zbiorach bibliotecznych. Mogą być wtedy przyczyną grzybic powierzchniowych: skóry, włosów, paznokci, zapalenia spojówek. Grzyby są też silnymi alergenami i u osób z atopią mogą wywołać alergiczne zapalenie spojówek, nosa i gardła, astmę oskrzelową oraz skórne choroby alergiczne. W dużych stężeniach niektóre gatunki grzybów produkują aflatoksyny o potencjalnym działaniu rakotwórczym. Stwierdzono również przypadki grzybic płuc u osób zażywających leki immunosupersyjne lub przeciwnowotworowe i narażonych na oddziaływanie grzybów występujących w powietrzu.

Drugą liczną grupę patogenów bibliotecznych stanowią **owady**. Należą do nich, chrząszcze, mole, motyle, rybiki, muchy, karaczany. Chorobotwórczość ich dla człowieka ma dwójaki mechanizm. Wiele z nich jest przenosicielem groźnych dla człowieka wirusów, bakterii i grzybów. Przykładem są karaczany i chrząszcze oraz rybiki, które przenoszą wiele rozpowszechnionych zarazków, takich jak: bakterie typu *Salmonella* i *Shigella*, gronkowce, wirusy typu Echo, zarodźce malarii. Drugą drogą wywoływania schorzeń u ludzi - podobnie jak w przypadku grzybów - jest mechanizm alergiczny. Alergia na roztocza kurzu domowego to najczęstsza przyczyna objawów chorobowych, związanych z pracą w bibliotekach i archiwach. Manifestuje się ona różnym nasileniem - począwszy od zwiewnych, sporadycznych wysypek skórnych, poprzez katar i zapalenie spojówek, na astmie oskrzelowej oraz groźnym dla życia obrzęku krtani kończąc.

Kolejna grupa mikroorganizmów, niszczących książki a jednocześnie stanowiących potencjalne zagrożenie dla pracowników biblioteki lub czytelników to **bakterie**. Nie wszystkie są niebezpieczne dla człowieka, ale uwagi wymagają niektóre z nich, np. bakterie tzw. saprofityczne, czyli obojętne dla człowieka, w pewnych jednak sytuacjach stają się bakteriami chorobotwórczymi. Wyżej wymienione patogeny mogą u nich wywołać posocznicę i zapalenia płuc o ciężkim przebiegu.

Wirusy nie stanowią tak dużego zagrożenia, gdyż będąc chorobotwórcze dla człowieka, potrzebują żywego żywiciela do namnażania, czyli inaczej mówiąc - kontaktu człowieka z człowiekiem np. drogą kropelkową. Do wyobrażenia jest przeniesienie wirusa grypy przez ślinę, którą lekkomyślny człowiek zostawia na stronach książki, śliniąc palce podczas przewracania kartek.

W bibliotekach i muzeach żyją również **gryzonie**, czyli myszy i szczury. Ich chorobotwórczość polega na przenoszeniu chorób zakaźnych wywołanych przez bakterie i wirusy, takich jak dżuma, brucelozę, dur rzekomy i wścieklizna. Należy też wspomnieć o zagrożeniu, jakim są nietoperze, w populacji których stwierdza się dość duże rozpowszechnienie wścieklizny. Te jedyne latające ssaki mogą bytować w wyjątkowo zaniedbanych, ciemnych, nieremontowanych magazynach książek.

Ten krótki przegląd ma na celu zwrócenie uwagi na to, że pewne niecharakterystyczne objawy jak katar i przemijająca wysypka mogą mieć związek z warunkami pracy. Przytoczę tu definicję choroby zawodowej, obowiązującą w Polsce. Choroba zawodowa to „istotne zaburzenie stanu zdrowia związane przyczynowo z warunkami



pracy zawodowej”. Jednak konkretna jednostka chorobowa musi znajdować się w Wykazie Chorób Zawodowych, opublikowanym w Rozporządzeniu Rady Ministrów z 30 lipca 2002 roku.

Przy pracy z książkami, które z wyżej zaprezentowanych powodów mogą być niebezpieczne dla człowieka, należy przestrzegać zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Służą w tej sferze specjalne komory do dezynfekcji książek i środki ochrony osobistej, jak odzież ochronna, rękawice i maski. Bezpieczeństwo w kontakcie człowieka z „chorą książką” zapewnia przede wszystkim zdrowy rozsądek, wiedza i wyobraźnia, które stanowią oręż w walce z czynnikami chorobotwórczymi, mogącymi czaić się w kartach starych ksiąg [8, 9].

## 4. Charakterystyka materiału badawczego

Badaniom mikrobiologicznym poddano 101 książek wybranych losowo z 200 kolekcji książek zabytkowych, w tym 81 starodruków i 20 inkunabułów z Biblioteki Jasnogórskiej. Nie poddano badaniu książek wydanych po 1800 roku. Po ich analizie stwierdzono, że wszystkie obiekty wykazują ślady działalności mikroorganizmów. Ujawniają się one występowaniem różnego rodzaju przebarwień, zaplamień, zacieków, zabrudzeń, deformacji lub ubytków.

Ważnym czynnikiem dla wiarygodności jakichkolwiek pomiarów fizykochemicznych, jest brak wiedzy na temat zmiennej losowej, związanej z przemieszczaniem się zbioru oraz katastrofami bibliotecznymi. Parametry optymalnego klimatu w pomieszczeniach bibliotecznych dla książek wynosiły w odniesieniu do temperatury powietrza 15°C, w odniesieniu zaś do wilgotności względnej powietrza 45%.

## 5. Metody

Z każdej badanej książki pobrano cztery próbki tj.: z grzbietu i przedniej okładziny oprawy, przedniej wyklejki lub karty tytułowej i środkowej karty z bloku książki do analizy mikrobiologicznej, które badano na obecność grzybów pleśniowych.

Badanie w bloku książki, wyklejki lub karty tytułowej, oprawy polegało na odciśnięciu wilgotnego, sterylnego krążka bibuły o średnicy 6 cm w miejscach widocznej działalności mikroorganizmów. Z grzbietu pobierano próbkę sterylnym wacikiem od jego strony wewnętrznej zawierającej klej introligatorski poniżej kapitałki. Bibułę jak i próbkę wacikową przenoszono na szalkę Petryego o średnicy 12 cm zawierającą pożywkę w ilości 10 cm<sup>3</sup>, sporządzoną według receptury Czapeka-Doxa. Szalki inkubowano w cieplarni w temp. 30°C, uznaną za optymalną dla rozwoju patogenów grzybowych, rozwijających się na zabytkowym materiale bibliotecznym.

W celu dokonania oceny mikrobiologicznego zagrożenia założono, za optymalny przedział czasowy, po którym grzybnia zarośnie całą szalkę wynosi 21 dni. Przyjęto również, że jeśli w ciągu 7 dni inkubacji powstanie grzybnia o średnicy 3 cm, oznaczać

to będzie najwyższy stopień zagrożenia, mówiący o obecności w badanym materiale żywej grzybni. Rozrost grzybni do średnicy 6 cm, uzyskany po 14 dniach inkubacji, kwalifikowano jako zagrożenie średnie, które oznacza wykonanie profilaktycznych zabiegów dezynfekcyjnych. Niecałkowite i nierównomierne pokrycie szalki przez kolonie małych rozmiarów (rzędu kilku milimetrów) po 21 dniach inkubacji świadczyć będzie o występowaniu nieaktywnych form zarodnikowych.

## 6. Wyniki i ich omówienie

Tab. 1. Liczba zainfekowanych szalek

Miejsce pobrania próbki	Liczba szalek na których wyrosły kolonie	Procentowy udział szalek zainfekowanych w odniesieniu do całej próby
wyklejka lub karta tytułowa	31	30,7
grzbiet	29	28,7
przednia okładzina oprawy	27	26,7
blok książki	22	22,0

Przeprowadzona kontrola mikrobiologiczna ujawniła, że z liczby 101 obiektów, 42 przynajmniej w jednym z czterech punktów pomiarowych wykazywały infekcję grzybową. Egzemplarzy gdzie tylko przy jednym punkcie wyrosła kolonia było 21, przy dwóch punktach 11, przy trzech 9, przy czterech 1.

Stwierdzono, uwzględniając budowę książki, że zakażenie mikrobami nie jest równomiernie zlokalizowane. Największe zagrożenie stwarza papier wyklejkowy, łączący blok książki z wewnętrzną powierzchnią okładek oraz wewnętrzną powierzchnią grzbietów. W pierwszym przypadku zarejestrowano 31 takich obiektów, a w drugim 25 obiektów.

Infekcja mikrobiologiczna zlokalizowana na papierze wyklejkowym przenosi się na karty tytułowe i dalsze karty bloku książki, na głębokość swobodnego dostępu światła i powietrza. Oprawy, a ściślej ich materiał pokryciowy, był zainfekowany w 27 przypadkach, a papier bloku książki w 22 przypadkach (tab. 1).

Na ogólnie dobrą ocenę stanu zachowania kolekcji wpływa fakt, że z liczby 101 zainfekowanych woluminów zarejestrowano tylko 10, w których strefa wzrostu grzybni wyniosła 3 cm średnicy po siedmiu dniach inkubacji, a w dalszych 15 obiektach po 14 dniach inkubacji. W wyklejkach tak wysoki stopień infekcji stwierdzono w 17 przypadkach, grzbietu w 8, a okładek także w 8 przypadkach.

Taka liczba obiektów z zaawansowanymi formami chorób grzybowych, nie przekraczająca wielkości 25% całego zbioru świadczy o tym, że rozwój grzybni w warunkach przechowywania kolekcji był ograniczony.

Tab. 2. Jakościowa i ilościowa ocena stanu mikrobiologicznego badanego zbioru

Przedział czasowy	Grzbiet			Okładzina			Wyklejka			Papier drukowy		
	•••	••	•	•••	••	•	•••	••	•	•••	••	•
1498–1500	4	6	28	2	2	34	7	9	22	4	6	28
1501–1550	2	3	7	1	2	9	3	3	6	2	3	7
1551–1600	2	5	6	1	2	10	2	3	8	1	2	10
1601–1650	3	8	7	2	1	15	3	1	14	1	2	15
1651–1700	3	5	12	2	2	16	2	5	13	2	2	16
Suma	14	27	60	8	9	84	17	21	63	10	15	76

- powierzchnia grzybni o średnicy 3 cm po 7 dniach inkubacji,
- powierzchnia grzybni o średnicy 6 cm po 14 dniach inkubacji,
- powierzchnia grzybni nie uzyskała średnicy 12 cm po 21 dniach inkubacji.

Ocena zagrożeń mikrobiologicznych uzupełniona została o jakościową analizę mikroorganizmów. Wyizolowane grzyby oznaczano co do gatunku.

Tab. 3. Wyizolowane grzyby z badanej próby zabytkowego zbioru bibliotecznego

Gatunek grzyba/Materiał	Papier	Skóra	Pergamin	Kleje zwierzęce i roślinne
Penicillium chrysogenum	x	x	x	
Penicillium funiculosum	x	x		
Aspergillus niger	x	x		
Aspergillus flavus	x	x	x	x
Aspergillus versicolor	x	x	x	x
Aspergillus fumigatus	x	x		
Botritis cinerea	x	x		x
Cladosporium herbarum	x	x		x
Mucor racemosus	x	x		x
Fusarium solani	x	x		
Trichoderma viride	x	x	x	
Scopulariopsis brevicaulis	x	x	x	
Chaetomium globosum	x			
Geotrichum candidum	x			
Trichothecium roseum	x			
Rhizopus stolonifer	x	x		

Spośród oznaczonych gatunków na wszystkich rodzajach materiałów wystąpiły dwa gatunki *Aspergillus flavus* i *Aspergillus versicolor*. Na trzech materiałach wystąpiło 6 gatunków. Pozostałe na dwóch lub jednym materiale.

Omawiając zagadnienia związane z mikrobiologicznymi skażeniami zbiorów bibliotecznych, należy zwrócić szczególną uwagę na niebezpieczeństwo jakie stanowią

pleśnie dla organizmu ludzkiego. Zdecydowana większość grzybów występujących w przyrodzie nie jest groźna dla ludzi. Są to bowiem gatunki saprofityczne, żywiące się martwą materią organiczną. Istnieje jednak pewna ilość grzybów które są chorobotwórcze. Wśród tej grupy wyróżniamy typowe patogeny, jak i warunkowo patogene. Grzyby warunkowo patogene stają się chorobotwórcze w następstwie osłabienia układu odpornościowego człowieka, zachwiania równowagi kwasowo-zasadowej krwi i innych.

W źle utrzymanych pomieszczeniach bibliotecznych, głównie magazynowych, bibliotekarze są narażeni na kontakt ze znacznie większą ilością zarodników i form przetrwalnych grzybów, niż normalnie spotykamy w otaczającym nas środowisku. Przebywanie w takich warunkach może stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzkiego.

## 7. Podsumowanie

Na 101 przebadanych obiektów 20,5% stanowiły obiekty, na których stwierdzono żywe, aktywne zarodniki i formy przetrwalne grzybów. Świadczy to o tym, że rozwój grzybnii w warunkach przechowywania kolekcji był jednak ograniczony. Taki wynik oznacza konieczność wykonania profilaktycznych zabiegów dezynfekcyjnych.

Zbiór jasnogórski przechowywany był w drewnianych futerałach. Można więc postawić hipotezę, że forma przechowywania książek w drewnianych futerałach, ograniczająca dostęp do obiektu powietrza, światła, a przede wszystkim kurzu, który jest nośnikiem zarodników grzybowych, stwarza specyficzny mikroklimat, ograniczający zagrożenia lub stymulujący rozwój choroby na stabilnym, bezpiecznym dla książek poziomie.

Po przeprowadzonych badaniach i analizie wyników wszystkie obiekty poddano fumigacji w komorze próżniowej zainstalowanej w Bibliotece Śląskiej. Do fumigacji zastosowano tlenek etylenu o silnych własnościach grzybo- i owadobójczych.

## LITERATURA

- [1] A. Strzelczyk, J. Karbowska: *The role of microorganisms in the decay of parchment*. „Acta Microbiologica”, 1994, nr 43, s. 165.
- [2] A. Strzelczyk, J. Kuroczkin, W. E. Krumbein: *Studies on the microbial degradation of ancient leather bookbindings. Part 1*, „International Biodegradation”, 1987, nr 23, s. 67.
- [3] A. Strzelczyk, J. Kuroczkin, W. E. Krumbein: *Studies on the microbial degradation of ancient leather bookbindings. Part 2*, „International Biodegradation”, 1989, nr 25, s. 39.
- [4] A. Strzelczyk: *Chora książki - destrukcyjne czynniki biologiczne*, „Notes Konserwatorski” 1998, nr 1, s. 36.
- [5] A. Strzelczyk, W. E. Krumbein, L. Majewska: *Über die Zerstörung historischer lederinbände durch mikroorganismen*, „International Leder - und Pergamenttagung”, 1989, nr 89, s. 287.
- [6] A. Strzelczyk, J. Karbowska: *Microbial decay of historical parchment*, „Postępy Mikrobiologii”, 1993, z. 32, s.19.

- [7] J. Szostak–Kotowa: *Mikrobiologiczne zagrożenia papieru*, [w:] *Kwaśny papier*, 2001, s. 158.
- [8] J. Karbowska-Berent, D. Jarośnińska, M. Muszyńska-Graca: *Ocena stopnia narażenia pracowników bibliotek i archiwów na alergię i grzybice w środowisku pracy*, „Notes Konserwatorski”, 2006, s. 225.
- [9] A. B. Strzelczyk, K. Zykubek: *Ocena zniszczeń mechanicznych, fizykochemicznych i mikrobiologicznych zbiorów z lat 1800-1914, przechowywanych w czterech polskich placówkach bibliotecznych i archiwalnych*, „Notes Konserwatorski”, 2005, s. 160.