



You have downloaded a document from  
**RE-BUŚ**  
repository of the University of Silesia in Katowice

**Title:** Destrukcja mikrobiologiczna w procesie naturalnego starzenia się papieru z księgozbioru ojców paulinów z klasztoru jasnogórskiego w Częstochowie

**Author:** Agnieszka Bakalarz

**Citation style:** Bakalarz Agnieszka. (2010). Destrukcja mikrobiologiczna w procesie naturalnego starzenia się papieru z księgozbioru ojców paulinów z klasztoru jasnogórskiego w Częstochowie. W: M. Jarczykowa (red.), "Biblioteki i ośrodki informacji - zbiory, pracownicy, użytkownicy" (S. 177-182). Katowice : Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego



Uznanie autorstwa - Użycie niekomercyjne - Bez utworów zależnych Polska - Licencja ta zezwala na rozpowszechnianie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie w celach niekomercyjnych oraz pod warunkiem zachowania go w oryginalnej postaci (nie tworzenia utworów zależnych).



UNIwersytet ŚLĄSKI  
W KATOWICACH



Biblioteka  
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

Agnieszka Bakalarz

## Destrukcja mikrobiologiczna w procesie naturalnego starzenia się papieru z księgozbioru ojców paulinów z klasztoru jasnogórskiego w Częstochowie

Właściwości zabytkowego materiału bibliotecznego sprawiają, że towarzyszące mu zagrożenia mikrobiologiczne traktować można jako naturalny czynnik, wpływający na mechanizm i kinetykę procesów jego starzenia się. Głównym i podstawowym czynnikiem sprzyjającym niszczeniu zabytkowych księzek jest wilgoć. Niekontrolowane skoki temperatury powodują gwałtowne zmiany wilgotności względnej powietrza bibliotecznego. Przy obniżeniu temperatury może dochodzić do skraplania się wody na chłodnych powierzchniach księzek.

W historycznym przedziale czasowym dla zbiorów zabytkowych opisane zjawiska zachodziły wielokrotnie. Najbardziej wrażliwe na zawilgocenie są brzoogi księzek, grzbiety i okładki. Wilgoć wnika w głąb księzek i niezwykle trudno z nich uchodzi, celuloza w papierze jest bowiem materiałem silnie higroskopijnym. Jeśli następuje zamoknięcie księzek wskutek oddziaływania znacznej ilości wody, to w ich wnętrzu tworzą się głębokie zniszczenia wywołane rozpuszczeniem się klejów w oprawach, odstawianiem okładek, przemieszczaniem się barwników z opraw do wnętrza, odbiciem ilustracji na sąsiadujących stronach i pleśnieniem. Wilgoć umożliwia bowiem i pobudza do rozwoju grzyby mikroskopowe zwane pleśniami. Te, które wegetują na papierze księzek, na oprawach skórzanych, pergaminowych i płóciennych, są do nich przystosowane i są zdolne do rozkładu materiałów budujących książki<sup>1</sup>.

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, co powoduje, że niełatwo zamiera. Odżywia się kosztem składników papieru, klejów i innych materiałów, z których zbudowana jest książka. Wydziela enzymy, które przenikając do podłoża, powodują rozkład i zniszczenie poszczególnych elemen-

---

<sup>1</sup> A. Strzelczyk, J. Karbowska: *The role of microorganisms in the decay of parchment*. „Acta Microbiologica” 1994, z. 43, s. 165.

tów książki. Enzymy są stale wydzielane przez kolonię na zewnątrz i właśnie dlatego podłoże ulega destrukcji, która sięga znacznie poza granicę rozwoju kolonii. Papier w miejscu obecności kolonii grzyba oraz w jej sąsiedztwie jest cienki, kruchy, porowaty, a w skrajnym przypadku kurczy się i rozpada. 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 czasie 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 znaczącą rolę odgrywają grzyby z rodzaju sardzakowatych<sup>2</sup>.

Jeśli zasób wilgoci w papierze jest zbyt mały 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 negatywny wpływ, oprócz wspomnianych enzymów i kwasów, mają przede wszystkim 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 przez ściankę włókna i ściankę komórkową grzybni.

Kolonie grzybów znajdują w książkach optymalne warunki rozwoju — również z powodu obecności klejów roślinnych i zwierzęcych. Takim niewralgicznym 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 postępującym rozkładem papieru tworzą się szparki, sprzyjające wnikanii tlenu do wnętrza, a także obsychaniu zawilgo-

<sup>2</sup> A. Strzelczyk, J. Kuroczkin, W.E. Krumbein: *Studies on the microbial degradation of ancient leather bookbindings*. Part 1. „International Biodegradation” 1987, z. 23, s. 67; A. Strzelczyk, J. Kuroczkin, W.E. Krumbein: *Studies on the microbial degradation of ancient leather bookbindings*. Part 2. „International Biodegradation” 1989, z. 25, s. 39.

conego miejsca. W takiej sytuacji dochodzi do spowolnienia rozkładu mikrobiologicznego papieru. Tworzy się zacieki i obsychająca książka ulega deformacji. Powstałe w bloku książki kolonie pleśni często tworzą ciała przetrwalnikowe, czyli tzw. sklerocja, które znajdują się wewnątrz plam i sklejają nawet kilkanaście stron. Ponadto w sprzyjających warunkach ze sklerocjów niemal natychmiast może powstać nowa, żywa kolonia<sup>3</sup>.

Zarodniki kolonii pleśni powstałych w granicach zacieku nie giną nawet przez kilka lat. W każdej chwili dostęp wilgoci jest w stanie je uaktywnić. Powierzchnie opraw również 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<sup>4</sup>.

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 się starzeją i są odporne na kwaśne zanieczyszczenia powietrza.

Próbki pobrane i badane na obecność grzybów pleśniowych przenoszono za pomocą wymazów na podłoże zawierające wodny roztwór pożywki, sporządzony według receptury Czapek-Doxa. Dla takiej pożywki podstawowymi składnikami obok wody są: sacharoza i agar<sup>5</sup>. Przygotowany roztwór pożywki rozlewano do szalek Petriego o średnicy 12 cm, w ilości 10 cm<sup>3</sup>. Zainfekowane paski bibuły umieszczano na szalkach w centralnym położeniu, co ułatwiało pomiar średnicy powierzchni rozwoju grzybni. Zaszczepione szalki przechowywano w cieplarni w temperaturze 30°C, która uznawana jest za optymalną dla rozwoju popularnych patogenów grzybowych, wegetujących na zabytkowym materiale bibliotecznym.

Za optymalny przedział czasowy, po którym powierzchnia żywej grzybni uzyska powierzchnię o średnicy szalki, przyjęto 21 dni. Założono, że współśrodko-

<sup>3</sup> A. Strzelczyk: *Chora książka — destrukcyjne czynniki biologiczne*. „Notes Konserwatorski” 1998, z. 1, s. 36.

<sup>4</sup> A. Strzelczyk, W.E. Krumbein, L. Majewska: *Über die Zerstörung historischer lederdinbande durch mikroorganismen*. „International Leder — und Pergamenttagung” 1989, z. 89, s. 287; A. Strzelczyk, J. Karbowska: *Microbial decay of historical parchment*. „Postępy mikrobiologii” 1993, z. 32, s. 19.

<sup>5</sup> O. Fassatiowa: *Metoda ograniczania mikrobiologicznej korozji księgozbiorów*. W: Eadem: *Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej*. Warszawa 1983, s. 30—32.

we pokrycie powierzchni szalki grzybnią o średnicy 3 cm, uzyskane po 7 dniach inkubacji, oznacza najwyższy stopień zagrożenia, świadczący o obecności w badanym materiale bibliotecznym żywej grzybni. Wzrost tego efektu o dalsze 3 cm średnicy, uzyskany po 14 dniach inkubacji, kwalifikowano jak zagrożenie średnie, które dla konserwatora oznacza konieczność wykonania profilaktycznych zabiegów dezynfekcyjnych. Nierównomierne i niecałkowite pokrycie powierzchni żywą grzybnią po 21 dniach inkubacji świadczyło o braku aktywnych form zarodnikowych, a ewentualna aktywizacja zachowanych form przetrwalnikowych jest mało prawdopodobna i przypadkowa.

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 z grzbietu wymaz pobrano z jego strony wewnętrznej, zawierającej klej intro-ligatorski, poniżej kapitałki.

Tabela 1

#### 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	<b>14</b>	<b>27</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>84</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>63</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>76</b>

... powierzchnia grzybni o średnicy 3 cm po 7 dniach inkubacji

.. powierzchnia grzybni o średnicy 6 cm po 14 dniach inkubacji

. powierzchnia grzybni, która nie uzyskała średnicy 12 cm po 21 dniach inkubacji

Przeprowadzona kontrola mikrobiologiczna ujawniła, że na 101 obiektów w 41 przypadkach przynajmniej w jednym z czterech punktów pomiarowych ujawniono infekcję grzybową w różnym stadium. Z tej liczby w 24 obiektach zlokalizowano punkty, w których zagrożenie to było źródłem dalszej infekcji w obszar oprawy lub bloku książki. Uwzględniając budowę książki, infekcja mikrobiologiczna nie jest równomiernie zlokalizowana. Największe zagrożenie stwarza papier wyklejkowy, łączący blok książki z wewnętrzną powierzchnią okładzin oraz wewnętrzną powierzchnią grzbietów. W pierwszym przypadku zarejestrowano 38 takich obiektów, a w drugim — 41 obiektów. Infekcja mikrobiologiczna zlokalizowana na papierze wyklejkowym może przenosić się na karty tytułowe i dalsze kar-

ty bloku książki na głębokość swobodnego dostępu światła i powietrza. Oprawy, a ściślej ich materiał pokryciowy, był zainfekowany w 17 przypadkach.

Na ogólnie dobrą ocenę stanu zachowania kolekcji wpływa fakt, że z liczby 101 woluminów zaledwie 25 wykazywało zróżnicowany stopień infekcji grzybowej na papierze drukowym. W tym zarejestrowano 10 przypadków, w których strefa wzrostu grzybni o średnicy 3 cm została uzyskana już po 7 dniach inkubacji, a w dalszych 15 obiektach po 14 dniach inkubacji. W wyklejkach tak wysoki stopień infekcji stwierdzono w 17 przypadkach, w 8 grzbietach i okładzinach. Liczba obiektów z zaawansowanymi formami chorób grzybowych nieprzekraczająca 25% całego zbioru świadczy o tym, że rozwój grzybni w warunkach przechowywania kolekcji był ograniczony. Przedstawiona w tabeli 1 ilościowa ocena zagrożeń mikrobiologicznych uzupełniona została jakościową identyfikacją czynników chorobotwórczych. Ograniczono ją do najpopularniejszych gatunków grzybów: *Alternaria*, *Botritis*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicilium* i *Venturia*. Kształty zarodników tych grzybów są charakterystyczne i rozpoznawalne. W żadnym przypadku nie stwierdzono występowania czystych kolonii poszczególnych gatunków grzybów. Najczęściej strefa ich wzrostu pokryta była minimum dwoma gatunkami, nawzajem przerastającymi się, tworzącymi mozaikę kształtów i barw. Dominowało w niej *Penicilium*, *Botritis cinerea* i *Venturia inequalis*.

Агнешка Бакалаж

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ В ПРОЦЕССЕ  
ЕСТЕСТВЕННОГО СТАРЕНИЯ БУМАГИ ИЗ СОБРАНИЯ КНИГ ОТЦОВ ПАУЛИНОВ  
ИЗ ЯСНОГОРСКОГО МОНАСТЫРЯ В ЧЕНСТОХОВЕ

Резюме

Темой работы является анализ причин и хода разрушения книг в Ясногорской библиотеке. Автор тщательно исследует процесс микробиологической деструкции собранных там томов. Главным фактором, приводящим к гибели книг, является влажность, обусловленная перепадами температур, наблюдаемых в библиотечном пространстве. Как было замечено, к увлажнению наиболее восприимчивы обрезы книг, корешки и обложки, что в свою очередь приводит к развитию микроскопических грибков, т.е. плесени.

В статье представлены разные виды грибков, влияющих на состояние книг, а также результаты исследований, которые должны были контролировать степень инфицирования томов спорами плесени. Количественная оценка микробиологических угроз дополнена качественной идентификацией болезнетворных факторов, которая ограничена самыми популярными видами грибков: *Alternaria*, *Botritis*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicilium* и *Venturia*.

Agnieszka Bakalarz

A MICROBIOLOGICAL DESTRUCTION  
IN THE PROCESS OF NATURAL PAPER AGING FROM THE COLLECTION  
OF FROM THE PAULINE MONASTERY IN CZĘSTOCHOWA

Summary

The work constitutes the analysis of the reasons and the course of damaging a collection in Jasna Góra Library. The author thoroughly examines the process of a microbiological destruction of books collected there. The main factor causing book destruction is damp resulting from the temperature abrupt changes observed in the space of the library. As it turned out, book edge, spine and covers suffer from damp most sensitively, which, in turn, leads to the development of microscopic fungus, i.e. mildew.

The article presents different types of fungi influencing the condition of the collection and results of the studies that were to control the level of collection infection by spores. A quantitative assessment of microbiological threats was completed with a qualitative identification of pathogenic factors. It was restricted to the most popular fungus types: *Alternaria*, *Botritis*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicilium* and *Venturia*.