

Joanna Karbowska-Berent

Dorota Jezierska

*Uniwersytet Mikołaja Kopernika*

Tomasz Sawoszczuk

*Uniwersytet Ekonomiczny*

## **Zagrożenia biologiczne dla książek i archiwaliów na przykładzie Archiwum Akt Dawnych Diecezji Toruńskiej im. Ks. Alfonsa Mańkowskiego**

### **Wstęp**

Przedmiotem badań był liczący 332 woluminy księgozbiór, wchodzący w skład zbiorów Archiwum Akt Dawnych Diecezji Toruńskiej im. Ks. Alfonsa Mańkowskiego w Toruniu. Księgozbiór pochodzi z nieistniejącego już klasztoru franciszkanów reformatów w Łąkach Bratiańskich, małej wsi sąsiadującej od północy z Nowym Miastem Lubawskim w województwie warmińsko-mazurskim. Geneza kościoła i klasztoru w tym miejscu sięga XIII wieku. W roku 1631 starosta bratiański Paweł Działyński sprowadził tu franciszkanów reformatów, którzy działali aż do kasaty zakonu w 1875 roku (il. 1). W maju 1882 r. kościół spłonął w pożarze, a pozostałe po nim ruiny rozebrano. Uratowane książki przewieziono w tym samym roku do parafii św. Tomasza Apostoła w Nowym Mieście Lubawskim, gdzie były przechowywane prawdopodobnie w niezbyt odpowiednich dla księgozbiorów warunkach. 13 maja 2003 r. księgozbiór przekazano do Archiwum Akt Dawnych Diecezji Toruńskiej. Obecnie Na terenie

dawnego klasztoru trwają działania zmierzające do zabezpieczenia jego pozostałości.



Il. 1. Kościół klasztorny w Łąkach Bratiańskich w 1790 r. (<http://mojemazury.pl/26610-0,Klasztor-w-Lakach-Bratianskich-wczoraj-i-dzis,624813.html>).

Celem pracy była identyfikacja zniszczeń księgozbioru z dawnego klasztoru w Łąkach Bratiańskich, ze szczególnym uwzględnieniem zniszczeń pochodzenia biologicznego, a także opracowanie zaleceń dotyczących ochrony zbioru.

### **Metodyka badań**

W pierwszej części badań dokonano oceny stanu zachowania zbioru. Zastosowano w tym celu czterostopniową skalę<sup>72</sup>:

- 0 – brak zniszczeń
- 1 – niewielki stopień zniszczeń
- 2 – średni stopień zniszczeń
- 3 – znaczny stopień zniszczeń

Do obliczania ogólnej oceny stopnia zniszczenia księgozbioru brano pod uwagę zniszczenia mechaniczne (deformacje, przedarcia, ubytki, brakujące fragmenty), chemiczne (zażółcenie, zabrudzenia, zacieki, zaplamienia) i biologiczne. Punkty wg skali przyznawano osobno dla poszczególnych części książki, tj. dla oprawy, bloku i wyklejek. Końcowy wynik wyrażano w procentach, tzn. książka całkowicie niezniszczona uzyskiwała 0 punktów ( $0 \times 3 = 0$ ) i tym samym 0%, zaś książka, której wszystkie trzy części uznano za zniszczone w stopniu znacznym, uzyskiwała 9 punktów ( $3 \times 3 = 9$ ), co stanowiło 100%.

Do obliczania oceny intensywności zniszczeń pochodzenia biologicznego brano pod uwagę 4 rodzaje zniszczeń:

- 1) naloty, zaplamienia i ubytki wywołane przez grzyby pleśniowe,
- 2) występowanie podstawczaków, w tym rozwój puszystej destrukcji,
- 3) foksing<sup>73</sup>,
- 4) ubytki (korytarze, otwory wylotowe), spowodowane przez owady.

Nasilenie wymienionych objawów oceniano wg skali podanej powyżej osobno dla trzech części książki. Końcowy wynik wyrażano w

---

<sup>72</sup> W. Sobucki „Metoda stanfordzka, sposób oceny stanu księgozbioru” [w:] *Notes Konserwatorski* nr 3 „Ratujemy nasze dziedzictwo”, s. 50-57, 1999

<sup>73</sup> Foksing na użytek tych badań uznano za przejaw zniszczeń pochodzenia biologicznego, aczkolwiek w świetle literatury jego geneza nie jest jednoznacznie ustalona.

procentach, tzn. książka całkowicie wolna od zniszczeń pochodzenia biologicznego otrzymywała 0 punktów i tym samym 0%, zaś książka, której wszystkie trzy części uznano za zniszczone przez wszystkie wymienione w stopniu znacznym, uzyskiwała 36 punktów ( $3 \times 3 \times 4 = 36$ ), co stanowiło 100%.

W trakcie przeprowadzania oceny księgozbioru w każdej książce mierzono zawartość wody w papierze (wilgotnościomierz do papieru Aquaboy, KMP Meters), a także pobierano wszelkie pozostałości po owadach w celu ich identyfikacji. Dwukrotnie (w grudniu 2015 i w maju 2016) przeprowadzono pomiary temperatury i wilgotności względnej powietrza w magazynach archiwum (termohigrometr LB-706G, Lab-El). Powietrze w archiwum zbadano pod kątem jakości mikrobiologicznej, czyli wyznaczono stężenia bioaerozolu całkowitego oraz stężenia aerozolu grzybowego i bakteryjnego. Próby powietrza o objętości 100 l lub 250 l pobierano metodą filtracji próbnikiem Sartorius MD8 w 4 magazynach, po 4-6 prób w zależności od wielkości magazynu, przy prędkości przepływu powietrza 30 l/min. Żelatynowe filtry z pobranymi mikroorganizmami umieszczano na agarze odżywczym (dla bakterii) i na agarze z brzeczką (dla grzybów). Pożywki dla bakterii inkubowano 1 dzień w 37°C, 3 dni w 22°C i 4 dni w 4°C, a pożywki dla grzybów 7 dni w 30°C, po czym liczono ilość kolonii na pożywkach. Końcowy wynik podano jako średnie stężenie aerozolu grzybowego i bakteryjnego w jtk/m<sup>3</sup> powietrza<sup>74</sup>.

Do drugiej części badań wybrano 8 książek najbardziej zniszczonych przez grzyby i przeprowadzono ich szczegółowe analizy:

---

<sup>74</sup> jtk/m<sup>3</sup> – ilość jednostek tworzących kolonie grzybów lub bakterii, przypadająca na 1 m<sup>3</sup>.

badania mikroskopowe, hodowle na pożywkach mikrobiologicznych, pomiary poziomu adenozyno-5-trifosforanu (ATP) i analizę mikrobiologicznych lotnych związków organicznych (MLZO)<sup>75</sup>. Z zaatakowanych powierzchni opraw, wyklejek i kart pobrano próbki nalotu grzybów, które następnie wyszczepiano na 3 rodzaje pożywek: SNA, PDA i rozcieńczoną pożywkę Malto<sup>76</sup>. Hodowle prowadzono przez 3 tygodnie w temperaturze pokojowej, a wyrosłe kolonie identyfikowano co tydzień. Część pobranego materiału wykorzystano do przygotowania preparatów mikroskopowych w kropli wody i obserwacji w mikroskopie świetlnym. Próbkę nalotów grzybów do badań ATP<sup>77</sup> pobierano sterylną i chemicznie czystą wymazówką z powierzchni kwadratu 3 x 3 cm, po czym przeprowadzano ich analizy w bioluminometrze (Merck). Próbkę do badań MLZO pobierano przy pomocy włókna SPME, które umieszczane było między zamkniętymi kartami książki w miejscach z wyraźnymi objawami wzrostu grzybów. Włókno SPME absorboowało MLZO przez 4 godziny w temperaturze pokojowej. Analizę pobranych MLZO

---

<sup>75</sup> MLZO (Mikrobiologiczne Lotne Związki Organiczne) – lotne produkty przemiany materii mikroorganizmów; ich obecność w powietrzu świadczy o aktywności mikroorganizmów; T. Sawoszczuk, Ocena możliwości zastosowania analizy lotnych związków organicznych do detekcji aktywności mikrobiologicznej na przykładzie badań przeprowadzonych w Muzeum Narodowym w Krakowie, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie 918, 83-104, 2013.

<sup>76</sup> Pożywka SNA o składzie:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 1 g,  $\text{KNO}_3$  - 1 g,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 0,5 g, glukoza - 0,2 g, sacharoza - 0,2 g, agar - 20 g, woda - 1 l; pożywka PDA - Potato Dextrose Agar (Merck); rozcieńczona pożywka Malto o składzie: wyciąg Malto - 1 g, glukoza - 1 g, pepton - 0,05 g, agar - 12,5 g, woda - 0,5 l.

<sup>77</sup> ATP (adenozyno-5-trifosforan) - związek magazynujący i dostarczający energię do większości procesów życiowych zachodzących w organizmach. ATP występuje we wszystkich żywych komórkach roślinnych, zwierzęcych i w mikroorganizmach, a po ich śmierci szybko ulega autolizacji. Poziom ATP mierzy się bioluminometrem, a wysokość uzyskanego wyniku świadczy o żywotności i pośrednio o ilości drobnoustrojów na zbadanej powierzchni. Poziom ATP umożliwia więc ocenę stopnia zanieczyszczenia powierzchni przez żywe drobnoustroje i ocenę konieczności dezynfekcji.

przeprowadzono metodą chromatografii gazowej oraz przy użyciu kwadрупolowego spektrometru masowego, a ich identyfikacji dokonywano na podstawie bibliotek widm masowych (NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library) dostępnych w programie NIST MS Search, wersja 2.0.

## Wyniki

Księgozbiór z dawnego klasztoru w Łąkach Bratiańskich obecnie jest umieszczony w magazynie nr 2 w Archiwum Akt Dawnych Diecezji Toruńskiej na metalowych, odkrytych regałach (il. 2). Do książek z klasztoru dołączono kilkadziesiąt książek późniejszych, prawdopodobnie z parafii w Nowym Mieście Lubawskim, wskutek czego dziś księgozbiór ten liczy łącznie 332 woluminy (il. 3). W jego skład wchodzi książki z XVI-XX wieku oraz 9 książek, które nie posiadają dat wydania (tab. 1).



Il. 2. Lokalizacja zbadanego księgozbioru w Archiwum Akt Dawnych Diecezji Toruńskiej; kolorem ciemnozielonym oznaczono magazyny archiwum (M nr 1 do M nr 5), jaśniejszym regały ze zbadanym księgozbiorem).



### Il. 3. Zbadany księgozbiór w magazynie nr 2 w Archiwum Akt Dawnych Diecezji Toruńskiej.

Badania przeprowadzono od grudnia 2015 roku do czerwca 2016 roku. Zbadany księgozbiór wykazywał liczne i różnorodne zniszczenia. Wszystkie książki oceniono jako zniszczone, jednak większość była zniszczona w stopniu słabym (47,1%) i średnim (40,7%), a tylko 12,2% w stopniu znacznym. Książki zniszczone w stopniu średnim lub znacznym pochodziły z XVI-XVIII wieku, natomiast książki z wieku XIX i XX były przeważnie zniszczone w stopniu słabym (il. 4). Jeśli przyjąć poziom 0% dla zbioru całkowicie niezniszczonego a 100% dla zbioru, w którym oprawy, wyklejki i bloki wszystkich książek byłyby zniszczone w stopniu znacznym, to stopień zniszczenia całego zbadanego księgozbioru,

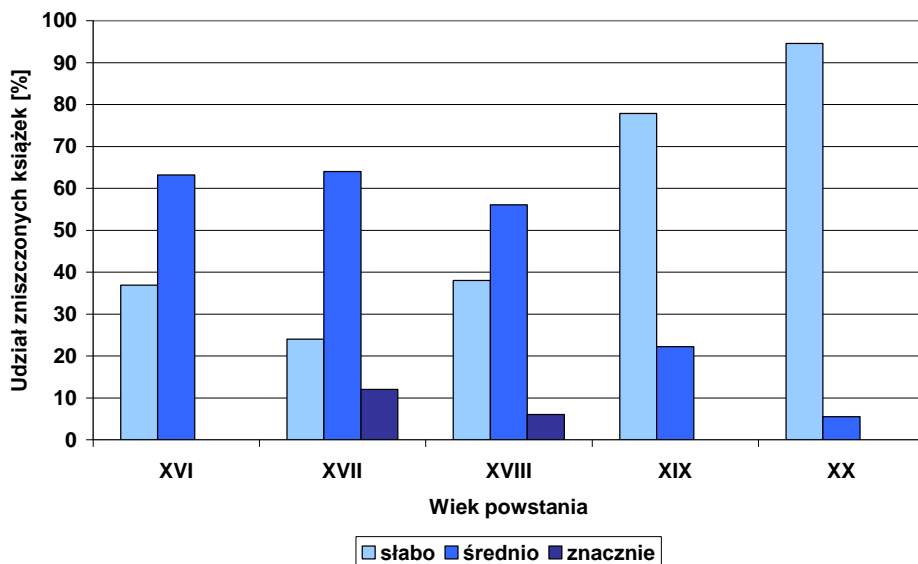
oszacowany na 44,4%, można określić jako średni. Na ten stopień zniszczenia składały się zniszczenia opraw (17,1%), bloków książek (15,1%) i wyklejek (12,2%) (il. 5).

W wielu książkach skóra w oprawach była zabrudzona, sztywna, przetarta, widoczne były pęknięcia lub ubytki, szczególnie w narożnikach. Pergaminy stanowiące materiał obliczeniowy w oprawach były często zdeformowane, pokryte zaplamieniami, często w kolorze rdzawym. Obserwowano przetarcia papierów obliczeniowych, rozwarstwienie lub deformacje tektur, sklejenia. Przy wielu książkach stwierdzano brak zapięcia, niekompletne zapinki, zerwane rzemienie do zawiązywania książek. W niektórych książkach stwierdzono braki kart, zagniecenia lub zaplamienia kart. Około połowa zbioru została w przeszłości w różnym stopniu zalana wodą, o czym świadczą zacieki na oprawach, wyklejkach i w blokach książek, jednak w trakcie przeprowadzania badań wilgotność papieru w prawie wszystkich książkach była mniejsza lub równa 8%. Wyższą wilgotność stwierdzano sporadycznie, np. 12% w oprawie książki z XIX w. (sygn. 197) oraz 10% na wyklejkach i oprawie w woluminie z XVII w. (sygn. 232), w którym widoczne były ślady po zaciekach, a także zaplamienia i naloty spowodowane rozwojem grzybów. Papierowe bloki w ok.  $\frac{3}{4}$  zbioru wykazywały wilgotność papieru poniżej 6% niezależnie od wieku powstania książek.

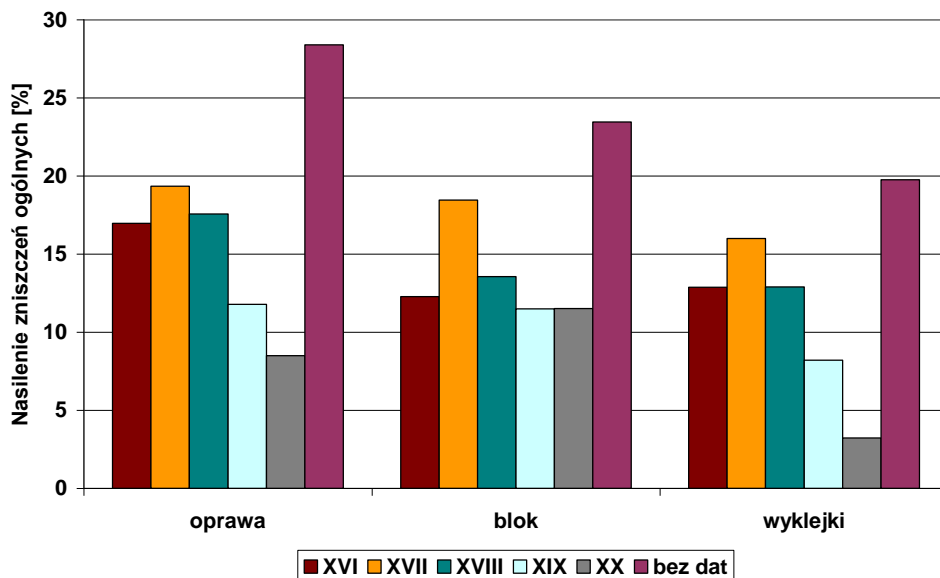
Jeśli przyjąć nasilenie zniszczeń ogólnych (mechanicznych, fizykochemicznych, biologicznych) wykrytych w książkach jako 100%, to zniszczenia spowodowane przez czynniki biologiczne stanowiły ok. 20%. Największy udział w zniszczeniach biologicznych miały ubytki spowodowane przez owady, foksing, naloty i zaplamienia wywołane



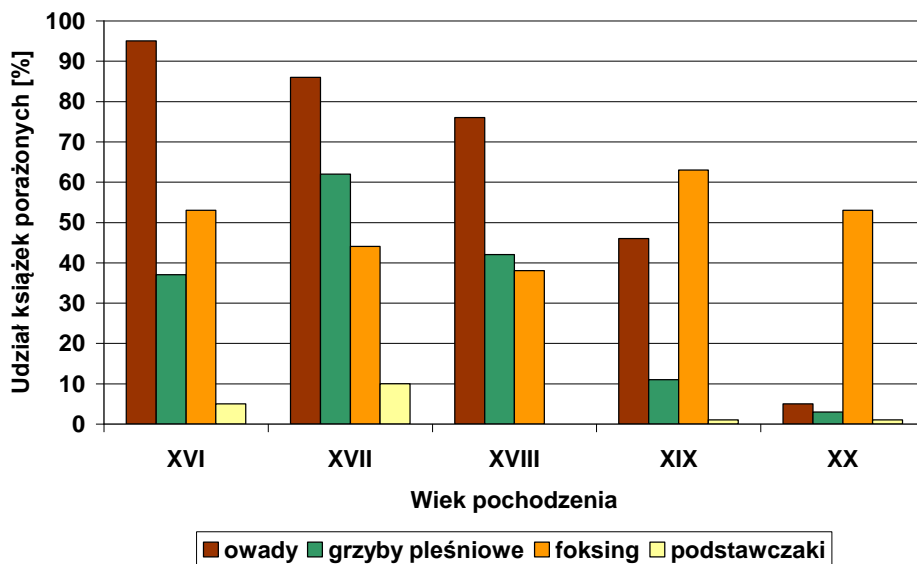
przez grzyby pleśniowe, a najmniejszy - zniszczenia wywołane przez podstawczaki. Zniszczenia pochodzenia biologicznego najczęściej obserwowano w blokach książek i na wyklejkach, rzadziej na oprawach.



#### II. 4. Stopień zniszczenia książek w zależności od wieku ich powstania.



Il. 5. Stopień zniszczenia poszczególnych części książek w zależności od wieku powstania.



Il. 6. Procentowy udział książek dotkniętych biodeterioracją na tle całego księgozbioru.

Ok.  $\frac{2}{3}$  zbadanego księgozbioru stanowiły książki porażone w różnym stopniu przez owady (tab. 1). Owady atakowały w większym stopniu książki powstałe od XVI do XVIII w. (86% porażonych), w znacznie mniejszym stopniu obiekty pochodzące z XIX i XX w. (25% porażonych). Skutkami żerowania owadów w książkach były ubytki papieru w postaci podłużnych, nieregularnych korytarzy o szerokości od 0,5 mm do 4 mm, wypełnionych częściowo odchodami larw i włóknami papieru, lub w postaci okrągłych otworów wylotowych, o średnicy od 1 mm do 4 mm, wygryzionych przez postacie doskonale owadów (il. 7). Wszystkie osobniki znalezione w książkach były martwe. W korytarzach i

między kartami książek znaleziono liczne pozostałości po owadach - martwe larwy, wylinki larwalne lub ich fragmenty, martwe chrząszcze lub ich fragmenty<sup>78</sup> oraz liczne odchody o różnych rozmiarach i kształtach (il. 8). Pozostałości owadów w miarę możliwości identyfikowano, dzięki czemu okazało się, że w księgozbiorze żerowało co najmniej 8 gatunków owadów oraz drapieżny pajęczak – zaleszczotek książkowy, polujący na larwy owadów (tab. 2).

Tab. 1. Procentowy udział w księgozbiorze książek porażonych przez owady (w %).

Wiek	Stopień nasilenia porażenia przez owady			Brak porażenia przez owady
	słaby	średni	znaczący	
XVI	69	26	0	5
XVII	66	20	0	14
XVIII	58	16	2	24
XIX	40	6	0	54
XX	5	0	0	95
Bez dat	56	33	0	11
średnio	49,0	16,8	0,3	33,8

Tab. 2. Przynależność systematyczna i znaczenie gatunków owadów wykrytych w księgozbiorze.

Rząd	Rodzina	Gatunek	Znaczenie dla księgozbiórów
------	---------	---------	-----------------------------

<sup>78</sup> Chodzi o postacie doskonale chrząszczy, czyli tzw. imaga.

chrząszcze	kołatkowate	kołatek domowy	niszczy drewno, może żerować w papierowym bloku książki; wygryza korytarze o szerokości do 2 mm
		żywiak chlebowiec	niszczy papier, w którym wygryza korytarze o szerokości do 2 mm
		tykotek pstry	niszczy drewno, może żerować w papierowym bloku książki; wygryza korytarze o szerokości do 4 mm
	pustoszwate	pustosz kradnik	wszystkożerny; w papierze wygryza korytarze o szerokości do 4 mm
	skórnikowate	szubak dwukropek mrzyk krostowiec	niszczą skórę, pergamin, żerują też na szczątkach martwych owadów
	zatechlakowate	zatechlak pleśniakowaty	odżywia się pleśnią
	ryjkowcowate	wołek zbożowy	odżywia się ziarnem zbóż i przetworami mącznymi; w księgozbiorze prawdopodobnie

			przypadkowy lub żywił się zaschniętym klejem skrobiowym
szczeciogonki	Rybikowate	rybik cukrowy	wszystkożerny; w papierze powoduje powierzchniowe otarcia lub nieregularne



Il. 7. Liczne korytarze wydrążone przez larwy chrząszczy na wyklejkach (sygn. 267)

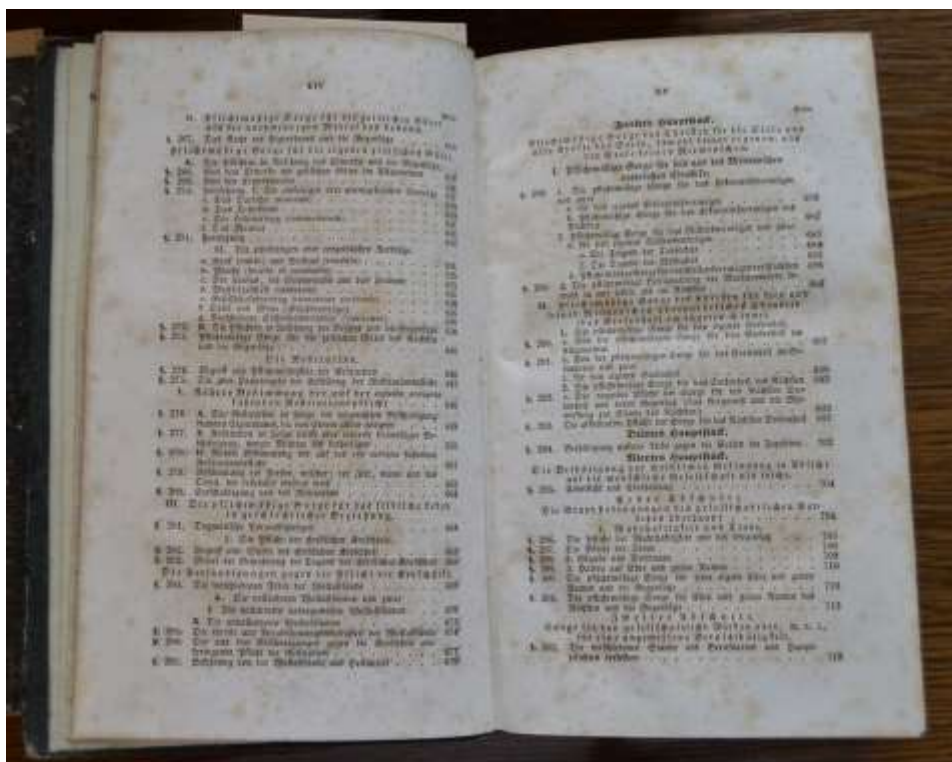


Il. 8. Odchody larw chrząszczy w materiale pobranych z korytarzy wydrążonych przez owady w książce

Drugim pod względem częstości występowania objawem zniszczenia był foksing, czyli rdzawobrazowe zaplamienia o wielkości od 1 mm do 1-1,5 cm, występujące na papierze. Foksing w nasileniu słabym lub średnim stwierdzono w prawie połowie książek, przy czym najczęściej w woluminach pochodzących z XIX w. (63%) (tab. 3). Zaplamienia te niekiedy pokrywały całe karty (il. 9).

Tab. 3. Udział w księgozbiorze książek dotkniętych przez foksing (w %).

Wiek	Stopień nasilenia foksingów			Brak foksingów
	słaby	średni	znaczny	
XVI	53	0	0	47
XVII	38	6	0	56
XVIII	36	2	0	62
XIX	60	3	0	37
XX	53	0	0	47
Bez dat	22	0	0	78
średnio	43,7	1,8	0	54,5



II. 9. Liczne żółtobrązowe plamy typu foksing w książce XIX-wiecznej (sygn. 90)

Prawie  $\frac{1}{3}$  zbioru wykazywała w mniejszym lub większym stopniu zniszczenia spowodowane przez wzrost i działanie grzybów pleśniowych (tab. 4). Rozwój tych mikroorganizmów przejawiał się w postaci nalotów: czarnych i puszystych lub brązowych, szarych i brudnozielonych (il. 10), względnie zaplamień na papierze w kolorze brązowym, szarym, różowym i oliwkowym. Zniszczeniom natury estetycznej towarzyszyło osłabienie struktury papieru, ubytki, niekiedy obserwowano sklejenia sąsiadujących kart.

Tab. 4. Udział w księgozbiorze książek porażonych przez grzyby pleśniowe (w %).

Wiek	Stopień nasilenia porażenia przez grzyby pleśniowe			Brak porażenia przez grzyby pleśniowe
	słaby	średni	znaczny	
XVI	37	0	0	63
XVII	52	4	6	38
XVIII	38	2	2	58
XIX	11	0	0	89
XX	2	1	0	97
Bez dat	22	11	0	67
średnio	27,0	3,3	1,3	68,3





Il. 10. Czarne, pyliste naloty złożone ze strzępek i zarodników *Stachybotrys chartarum* i *Ulocladium sp.* (sygn. E).

Najrzadziej spotykane, bo wykryte zaledwie w 15 ksiązkach, okazały się zniszczenia spowodowane przez grzyby podstawczaki (tab. 5). Zaobserwowano puszystą destrukcję papierowego bloku (il. 11) i wachlarzowato rozprzestrzeniającą się grzybnię, prawdopodobnie stroczka łzawego (il. 12). Wachlarzowato rozprzestrzeniającej się grzybni towarzyszyło zbrązowienie i kruchość papieru.

Tab. 5. Udział w księgozbiorze ksiązek zaatakowanych przez podstawczaki (w %).

Wiek	Stopień nasilenia zniszczeń przez podstawczaki			Brak zniszczeń przez podstawczaki
	słaby	średni	znaczny	

XVI	5	0	0	95
XVII	10	0	0	90
XVIII	0	0	0	100
XIX	0	1	0	99
XX	0	1	0	99
Bez dat	0	0	0	100
średnio	2,5	0	0	97,5



Il. 11. Fragment bloku książki z puszystą destrukcją widoczną na krawędziach kart (strzałka) (sygn. 54).



Il. 12. Wachlarzowato rozprzestrzeniająca się grzybnia w dolnej części karty (sygn. nr 2)

Spośród książek dotkniętych zniszczeniami spowodowanymi przez grzyby pleśniowe lub podstawczaki do bardziej szczegółowych badań wybrano 8 woluminów (tab. 6). Najbardziej widocznymi objawami rozwoju grzybów były czarne, puszyste naloty, występujące zarówno na pergaminowych oprawach, na wyklejkach książek, jak i w głębi bloku na kartach z papieru czerpanego. Stwierdzono, że były one utworzone przez grzyby należące do kilku gatunków z rodzaju *Chaetomium* (*Ch. murorum*, *Ch. elatum*, *Ch. globosum*) lub *Stachybotrys chartarum*, którym towarzyszył *Ulocladium* sp. Ponadto wykryto mniej lub bardziej intensywne naloty w kolorach jasnobrązowym, brązowym, brązowoczarnym, rdzawym, brudnozielonym lub szarym, z których grzybów nie udało się wyhodować ani zidentyfikować pod mikroskopem.

Na dwóch książkach z XIX i XX wieku, wydrukowanych na papierze maszynowym wykryto wachlarzowato rozprzestrzeniającą się grzybnię grzyba należącego do podstawczaków, prawdopodobnie strocza łązawego. W jednej z tych książek wykryto obecność lotnego związku organicznego (MLZO) wytworzonego przez grzybnię - 1-okten-3-onu w stężeniu 0,48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . We wszystkich pożywkach zaszczerpionych materiałem biologicznym z książek pojawiły się liczne kolonie *Penicillium sp.* Wartości ATP w miejscach wolnych od widocznych oznak rozwoju grzybów wahały się w zakresie 22-68 RLU (średnio 40 RLU), a w miejscach zaatakowanych przez grzyby mieściły się w zakresie 52-23 000 (średnio 1 830 RLU), czyli były średnio 50-krotnie wyższe.

W dniach przeprowadzania pomiarów mikroklimatu średnia temperatura w archiwum wynosiła 16°C (w grudniu) i 21°C (w maju), a wilgotność względna powietrza odpowiednio 39% i 45%. Średnie całkowite stężenie bioaerozolu było równe 1754 jtk/m<sup>3</sup>, w tym aerozolu bakteryjnego 1111 jtk/m<sup>3</sup> i aerozolu grzybowego – 643 jtk/m<sup>3</sup>. Najwyższe stężenia bioaerozolu wykryto w magazynie nr 2 w sąsiedztwie regałów z badanym księgozbiorem (tab. 7). Większość, bo ok. 84% wszystkich grzybów wyizolowanych z powietrza stanowiło *Penicillium sp.* (il. 13, 14).

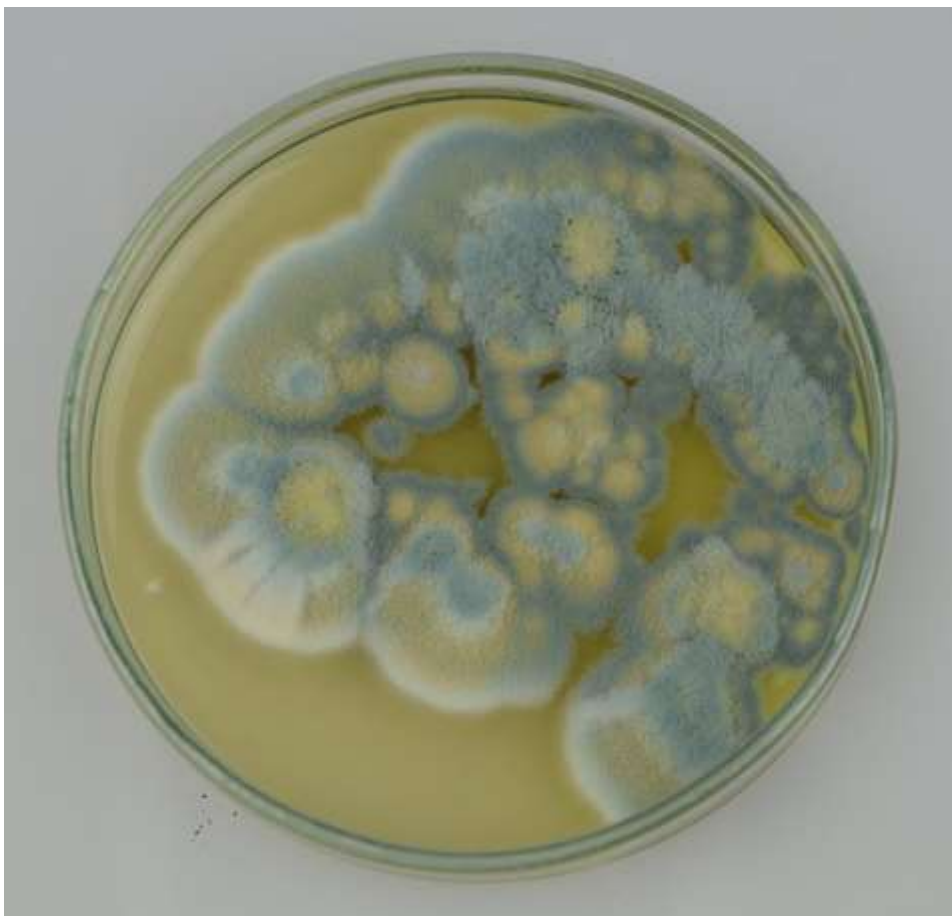
Tab. 7. Zanieczyszczenie przez mikroorganizmy powietrza w archiwum (w jtk/m<sup>3</sup>).

Aerozol	Magazyny				średnio
	1	2	4	5	
bakteryjny	179	<b>1896</b>	1651	720	1111,5

grzybowy	555	<b>947</b>	619	449	642,5
całkowity	734	<b>2843</b>	2270	1169	1754,0



II. 13. Aparat konidialny *Penicillium* sp.



Il. 14. Kolonie *Penicillium* sp. na pożywce mikrobiologicznej.

### **Omówienie wyników i zalecenia na przyszłość**

Na podstawie wizualnej oceny stanu zachowania poszczególnych ksiązek oceniono ogólny stopień zniszczenia księgozbioru przechowywanego w Archiwum Akt Dawnych Diecezji Toruńskiej jako średni. Większość ksiązek była uszkodzona w wyniku urazów mechanicznych lub zalania wodą, co wynikało z ich wcześniejszych burzliwych losów, szczególnie po pożarze w klasztorze w Łąkach Bratiańskich w 1882 roku. Ok.  $\frac{1}{5}$  ogółu zniszczeń księgozbioru stanowiły

niszczenia pochodzenia biologicznego, w tym najczęściej korytarze i otwory spowodowane żerowaniem owadów. Papier w blokach i wyklejki były niszczone głównie przez larwy i imaga pustosza kradnika i żywiaka chlebowca, w drewnianych deskach opraw żerowały larwy kołatka domowego i tykotka pstrego, a skórzane i pergaminowe obleczenia w oprawach mogły być uszkodzane przez larwy chrząszczy z rodziny skórnikowate, tj. szubaka dwukropka, skórnika słońca i mrzyków. Skórnikowate mogły także żerować na martwych szczątkach innych owadów. Ponadto w zbiorze występowały wszystkożerne rybiki cukrowe. Zatechlak pleśniakowaty żywił się pleśnią obecną na kartach książek i na oprawach. Na wymienione owady polował drapieżny pajęczak – zaleszczotek książkowy, który wyglądem przypomina znacznie pomniejszonego i pozbawionego gruczołu jadowego skorpiona. Wśród pozostałości owadów znaleziono nawet martwe imago wołka zbożowego, którego obecność mogła być przypadkowa, jednak nie można wykluczyć, że żerował w książkach odżywiając się klejem skrobiowym użytym w oprawach.

Podobnie jak w innych księgozbiorach bardzo często, szczególnie w książkach z XIX wieku, na papierowych kartach i wyklejkach napotymano na czerwono- lub żółtobrazowe, niewielkie zaplamienia, znane pod ogólną nazwą foksing<sup>79</sup>. Obecnie za najważniejszą cechę foksingów i jednocześnie mechanizm prowadzący do ich powstania uważa się utlenianie się celulozy, które może być przyspieszane przez metale, np. żelazo lub miedź, produkty przemiany materii grzybów lub lokalną kondensację wody w kapilarach w warunkach zmiennej

---

<sup>79</sup> Strzelczyk A. B., 2006. *Foxing – najczęstsza choroba książek i archiwaliów*. IV Konferencja Naukowa „Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych”, Łódź, s. 122–127.

wilgotności względnej i temperatury powietrza. Utlenianiu się celulozy sprzyja także światło, obecność kurzu i zabrudzeń, niektóre procesy technologiczne w trakcie produkcji papieru, np. bielenie, oraz dodatek słomy w papierze<sup>80</sup>. Jednak podobieństwo wyglądu tych zaplamień utrudnia lub wręcz uniemożliwia na tym etapie badań ustalenie przyczyny w przypadku poszczególnych zniszczeń tego typu.

Wskutek zalania wodą lub narażenia na wilgoć w otoczeniu w przeszłości prawie  $\frac{1}{3}$  zbioru uległa w różnym stopniu atakowi grzybów, przeważnie pleśniowych, czego widocznymi do dziś objawami są ciemne, puszyste lub pyliste naloty i różnokolorowe zaplamienia na kartach, wyklejkach i oprawach. W czarnych i puszystych nalotach wykryto niepoliczalne ilości owocników kilku gatunków grzybów pleśniowych z rodzaju *Chaetomium*, znanych z silnych uzdolnień do rozkładu celulozy. W czarnych i pylistych nalotach stwierdzano zazwyczaj obecność *Stachybotrys chartarum* oraz towarzyszących mu gatunków z rodzaju *Ulocladium*. Grzyby z rodzaju *Stachybotrys* są znane z wytwarzania lotnych mikotoksyn, które w większych stężeniach są szkodliwe dla zdrowia<sup>81</sup>. Bardzo ciekawym i wartym głębszych badań rodzajem zniszczenia było występujące w dwóch książkach zbrązowienie i kruchość papieru oraz towarzysząca temu jasnoszara, wachlarzowato rozprzestrzeniająca się grzybnia, prawdopodobnie stroczka łzawego, grzyba powodującego szybko postępującą zgniliznę brunatną drewna. Występowanie tego grzyba na dolnych marginesach książek pozwala

---

<sup>80</sup> Soyeon Ch., 2007, *Foxing on paper: a literature review*, „Journal of the American Institute for Conservation” 46, s. 137–152.

<sup>81</sup> Piontek M., *Grzyby pleśniowe i ocena zagrożenia mikotoksycznego w budownictwie mieszkaniowym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra, 2004.



przypuszczać, że książki te przez pewien czas stały na drewnianej półce porażonej przez zgniliznę brunatną.

Przeniesienie przed trzynastoma latami zbioru do suchych magazynów AAD DT spowodowało częściowe obumarcie grzybni i zarodników w księgozbiorze, o czym świadczyły trudności w wyhodowaniu na pożywkach grzybów z książek, za wyjątkiem *Penicillium sp.*, oraz brak mikrobiologicznych lotnych związków organicznych (MLZO) w większości próbek. Obumarcie dużej części grzybów na książkach potwierdzały także stosunkowo niskie dla tak grubych warstw nalotów grzybów poziomy ATP, które nie przekraczały 23 000 RLU. Dla porównania w innym księgozbiorze, w którym wilgotność względna powietrza stale mieściła się w zakresie 60-90%, a roczna amplituda temperatury przekraczała 20°C i widoczne były jasnoszare naloty grzybni *Scopulariopsis sp.* na oprawach wielu książek, najniższy poziom ATP był równy 30 000 RLU, a najwyższe przekraczały możliwości pomiarowe aparatu, tj. 100 000 RLU<sup>82</sup>.

Mimo obumarcia dużej części grzybów w nalotach na książkach stężenie grzybów w powietrzu w magazynie nr 2 w pobliżu zbadanego księgozbioru było bardzo wysokie, bowiem wynosiło 947 jtk/m<sup>3</sup>, czyli siedmiokrotnie więcej od dopuszczalnej wartości, tj. 150 jtk/m<sup>3</sup>. Z tego magazynu mikroorganizmy wraz z ruchami powietrza przemieszczały się do pozostałych pomieszczeń w archiwum, nawet do zamkniętego magazynu nr 5. Wśród grzybów w powietrzu dominował grzyb *Penicillium sp.*, który licznie wykrywano także w hodowlach z próbek

---

<sup>82</sup> J. Karbowska-Berent, J. Jarmilko, 2012. Jakość mikrobiologiczna powietrza w magazynach i poziom ATP na obiektach – nowe metody oceny warunków przechowywania zbiorów i stanu ich zachowania. *Notes Konserwatorski* 15, 83-96.

nalotów pobranych z książek. Przepuszczalnie grzyb ten stanowił wtórne, aczkolwiek znaczące zakażenie książek.

Obecność tak licznych zarodników i fragmentów strzępek grzybni w powietrzu, których źródłem jest zbadany księgozbiór, przemawia za koniecznością jego dezynfekcji. Z uwagi na liczebność zbioru najbardziej odpowiednią metodą będzie gazowanie w tlenku etylenu (ETO), który zabija grzyby, bakterie i owady we wszystkich stadiach rozwojowych. Gazowanie ETO trwa 1-2 dób, a cały zabieg wraz z usuwaniem pozostałości tego gazu z książek zajmuje 1 tydzień. Największą wadą ETO jest jego toksyczność i rakotwórczość, dlatego dezynfekcję przeprowadza wyłącznie wykwalifikowany personel w specjalnych, hermetycznych komorach próżniowych<sup>83</sup>. Po dezynfekcji książki powinny być oczyszczone mechanicznie pod nadzorem konserwatora zabytków z papieru i skóry z nalotów grzybów, pozostałości po owadach i innych zabrudzeń. Dezynfekcja i oczyszczanie z pewnością kilkakrotnie obniżą stężenie bioaerozolu w archiwum, jednak okresowo warto powtarzać kontrolę jakości mikrobiologicznej powietrza. Zalecane najwyższe dopuszczalne stężenie aerozolu grzybowego w magazynach archiwalnych nie powinno przekraczać 150 jtk/m<sup>3</sup>. W celu zabezpieczenia zbiorów przed owadami zaleca się wyłożenie pułapek, które zawierają atrakcyjne pożywienie lub feromony dla owadów i przyciągają postacie doskonałe, które przyklejają się do warstwy kleju. Pułapki służą do monitorowania ilości owadów w bibliotece/archiwum i jednocześnie do ograniczania ich populacji.

Na podstawie przeprowadzonych zaledwie kilku pomiarów temperatury i wilgotności względnej powietrza trudno oceniać

---

<sup>83</sup> Dezynfekcję w ETO można przeprowadzić w Bibliotece Głównej UMK.

mikroklimat w archiwum. Dlatego konieczne jest przeprowadzanie w każdym magazynie monitoringu mikroklimatu przy użyciu termohigrometrów z możliwością rejestracji pomiarów i ich odczytu np. programie Microsoft Excel. Stały monitoring mikroklimatu pozwoli na ocenę parametrów w dłuższym okresie czasu, np. po roku, i podjęcie działań zmierzających do jego poprawy. Niska, tj. wynosząca poniżej 6%, zawartość wody w papierze w  $\frac{3}{4}$  zbioru świadczy o tym, że w okresie grzewczym powietrze w archiwum jest prawdopodobnie za suche, co może z czasem powodować przesuszenie i kruchość papieru. Zgodnie z ogólnie przyjętymi zaleceniami temperatura w magazynie powinna mieścić się w zakresie 16-18°C, a wilgotność względna powietrza w zakresie 45-55%. Mikroklimat powinien być stabilny, tzn. roczne amplitudy temperatury nie powinny przekraczać 2°C, a wilgotności względnej powietrza – 3%<sup>84</sup>. Bardzo ważnym, aczkolwiek często niedocenianym parametrem mikroklimatu w archiwach jest wydajność wentylacji. Według zaleceń archiwistów holenderskich częstotliwość wentylacji powinna wynosić 0,2 zmiany powietrza zewnętrznego (świeżego) na godzinę, częstotliwość cyrkulacji - 2 zmiany powietrza całkowitego na godzinę, a prędkość ruchu powietrza – 0,01 m/s<sup>85</sup>. Wilgotność względna powietrza poniżej 60%, wydajna wentylacja oraz czystość w magazynach archiwalnych są najlepszym zabezpieczeniem zasobu przed rozwojem mikroorganizmów w przyszłości.

---

<sup>84</sup> Polska Norma PN-ISO 11799 „Informacja i dokumentacja. Wymagania dotyczące warunków przechowywania materiałów archiwalnych i bibliotecznych”, Polski Komitet Normalizacyjny Warszawa, 2006.

<sup>85</sup> M. de Feber, J. Havermanns, E. Cornelissen, The Positive Effects of Air Prification in the Dutch State Archives, part I:Experimental Set up and Air Quality, Restaurator 19, 1998, 212-221.