



ISSN 2080-1807

TORUŃSKIE STUDIA BIBLIOLOGICZNE
2015, nr 2 (15)

Joanna Karbowska-Berent

Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

e-mail: karber@umk.pl


Nowe tendencje w dezynfekcji i dezynsekcji zabytków na podłożu papierowym*

DOI: <http://dx.doi.org/10.12775/TSB.2015.024>

STRESZCZENIE: Grzyby i bakterie oraz owady, głównie larwy chrząszczy i rybiki, stanowią często przyczynę znacznych zniszczeń zabytków na podłożu papierowym. Zwalczanie biologicznych szkodników niszczących zabytki na podłożu papierowym związkami chemicznymi o właściwościach biobójczych stosuje się od lat 50. XX w., jednak lata późniejsze przyniosły krytykę z powodu nadmiernego stosowania biocydów, bowiem coraz większą uwagę zwracano na ich szkodliwość dla zdrowia ludzi, środowiska, a niekiedy także dla materii zabytkowej. W wielu krajach Europy (Niemcy, Holandia) i Ameryki Północnej (Kanada, USA) od kilkunastu lat rezygnuje się z dezynfekcji zabytków na podłożu papierowym lub ogranicza się ją do obiektów bardzo silnie porażonych przez mikroorganizmy i wtedy zaleca się przeważnie dezynfekcję promieniami gamma lub

* Poniższy tekst wygłoszono jako referat na konferencji „Wczoraj i dziś konserwacji-restauracji zabytkowych kodeksów (23–24 października 2014 r.), zorganizowanej przez Zakład Konserwacji Papieru i Skóry Wydziału Sztuk Pięknych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu oraz Targi Toruńskie sp. z o.o.

Autorka serdecznie dziękuje wszystkim, których praca przyczyniła się do powstania tej publikacji, a w szczególności mgr Joannie Jarmińko, dr Tomaszowi Kozielcowi, dr Małgorzacie Pronobis-Gajdzis z Zakładu Konserwacji Papieru i Skóry UMK, prof. dr hab. Stanisławowi Ignatowiczowi i firmie „Trojszyk” z Warszawy, p. Krzysztofowi Sawickiemu z firmy „Chris” z Krakowa, a także mgr Dominice Krawczyk i mgr Bognie Górniak.



wodnym roztworem 70% etanolu. W Polsce zaleca się wykonanie badań żywotności mikroorganizmów przed podjęciem decyzji o konieczności dezynfekcji zabytku.

Zwalczanie owadów w zabytkach na podłożu papierowym obecnie przeprowadza się metodą gazowania w zmodyfikowanej atmosferze, zawierającej 99,9% azotu. Dezynsekcja trwa ok. 3 tygodnie i zapewnia zabicie owadów we wszystkich stadiach rozwojowych bez konieczności stosowania toksycznych związków chemicznych. Rozmiary specjalnych foliowych komór do dezynsekcji można dobrać w zależności od wielkości obiektów, a podczas zabiegu utrzymuje się wymaganą wilgotność względną atmosfery, tj. ok. 55%. Od kilku lat zabiegi dezynsekcji z użyciem zmodyfikowanej atmosfery są dostępne także w Polsce.

Słowa kluczowe: dezynfekcja, dezynsekcja, zabytkowy papier.

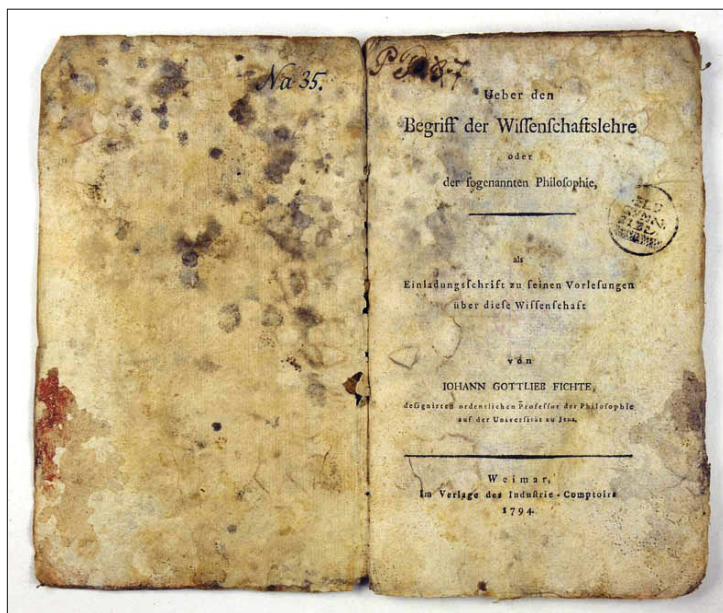
Wprowadzenie

Grzyby i bakterie oraz owady, głównie larwy chrząszczy i rybiki, stanowią często przyczynę znacznych zniszczeń zabytków na podłożu papierowym (ilustracje 1 i 2). Rozwój chemii w XX w. i zsyntetyzowanie wielu związków chemicznych o właściwościach biobójczych przyniosły nowe możliwości zwalczania szkodników biologicznych niszczących zbiory biblioteczne, archiwalne i muzealne. Zabiegi dezynfekcji, czyli zwalczania grzybów i bakterii, oraz dezynsekcji, czyli zwalczania owadów, w polskich zbiorach stosuje się od lat 50. XX w.¹ Przez wiele lat używano do dezynfekcji zabytków na podłożu papierowym m.in. 4-chloro-3-metylofenolu (PCMC, raszit), octanu fenylortęciowego, tymolu, tlenku etylenu (ETO), a do dezynsekcji ETO lub p-dichlorobenzenu.

Jednak już pod koniec lat 60. XX w. zwrócono uwagę na możliwość niekorzystnych dla zabytkowej materii reakcji biobójczych chemikaliów

¹ R. Kowalik, I. Sadurska, *The disinfection of infected store-rooms in archives*, „Acta Microbiologica Polonica” 15: 1966, s. 193–198; I. Sadurska, R. Kowalik, *Stosowanie chlorowanych fenoli do dezynfekcji pomieszczeń archiwalnych, bibliotecznych i muzealnych*, „Archeion” 48: 1968 s. 37–44.

ze związkami obecnymi w obiekcje². W latach 90. w licznych publikacjach nadal zwracano uwagę na szkodliwość dezynfekcji i dezynsekcji niektórymi metodami chemicznymi dla materii zabytkowej, szczególnie dla papieru³ i niektórych mediów na papierze⁴.



Ilustracja 1. Papierowe karty XVIII-wiecznej książki z objawami rozwoju grzybów strzępkowych

Źródło: fot. J. Sroka.

² H. Jędrzejewska, *Szkodliwe oddziaływanie środków owadobójczych i grzybobójczych na zabytki papierowe*, „Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków” 24: 1969 seria B, s. 145–161.

³ N. Valentin, *Biodeterioration of library materials disinfection methods and new alternatives*, „The Paper Conservator” 10: 1986, s. 40–45; J.H. Hofenk de Graaf, Wilma G. Th. Roelofs, *Badanie wpływu tlenu etylenu i promieniowania gamma na starzenie papieru*, „Notes Konserwatorski” 5: 2001, s. 78–88.

⁴ R. Fuchs, *Zwalczanie szkodników na zaatakowanym materiale bibliotecznym i archiwalnym – porównanie starych i nowych metod. Nowoczesne metody badawcze do porównania zmian w strukturze molekularnej*. „Ochrona Zabytków” 51: 1998, s. 63–79; O. Hahn, *Chemische Schädlingsbekämpfung. Risiko für Pigmente und Farbstoffe*, „Restauro” 4: 1999, s. 275–279.



Ilustracja 2. Skutki porażenia książki przez tykotka pstrego

Źródło: fot. A. Dymarek.

Nowe tendencje w dezynfekcji zabytków na podłożu papierowym na świecie i w Polsce

Konsekwencją krytyki stosowania związków chemicznych do zwalczania szkodników biologicznych w zbiorach na podłożu z papieru była niemal całkowita rezygnacja w wielu krajach Europy (Niemcy, Holandia, Wielka Brytania) i Ameryki Północnej (Kanada, USA) z dezynfekcji zabytków na podłożu papierowym. Obecnie w większości krajów jedynie w wyjątkowych przypadkach obiektów bardzo silnie porażonych przez mikroorganizmy dopuszcza się dezynfekcję promieniami gamma lub wodnym roztworem 70% etanolu. Zamiast dezynfekcji chemicznej zaleca się tzw. dezynfekcję pasywną, polegającą na osuszeniu obiektu, oczyszczeniu mechanicznym z nalotów zabrudzeń i pleśni oraz zapewnieniu prawidłowych warunków przechowywania obiektu (RH<65%)⁵.

⁵ A. Haberditzl, *Was tun mit schimmelbefallenen Archivalien und Büchern? Betrachtungen zum Allheilmittel Desinfektion*, [w:] *Bestandserhaltung, Herausforderung und Chan-*

Obserwowane zmiany dotyczące dezynfekcji zabytków na podłożu papierowym w innych krajach Europy, USA i Kanadzie skłoniły autorkę do weryfikacji panujących w Polsce poglądów na ten temat. W Polsce chemiczna dezynfekcja zbiorów na podłożu z papieru jest nadal powszechnie stosowana, a do najczęściej stosowanych biocydów należą: 4-chloro-3-metylofenol, Atoxyn (dawniej znany pod nazwą Sterinol)⁶ oraz ETO (tlenek etylenu). Wadą 4-chloro-3-metylofenolu jest długi czas dezynfekcji, wynoszący 1–2 tygodnie oraz długo utrzymujący się, nieprzyjemny zapach; związek ten jest nietoksyczny ($LD_{50} = 5\ 129$ mg/kg) za wyjątkiem samic w ciąży (badania wykonano na szczurach). Atoxyn jest 10% wodnym roztworem bromku dimetyloaurylobenzyloamonioowego, należącego do czwartorzędowych soli amoniowych. Najczęściej używany z tych trzech biocydów jest ETO, który jest bardzo skuteczny, bezpieczny dla papieru, ale jednocześnie toksyczny ($LD_{50} = 72$ mg/kg) i rakotwórczy.

W 2004 r. w Zakładzie Konserwacji Papieru i Skóry Uniwersytetu Mikołaja Kopernika [dalej: UMK] w Toruniu podjęto wielostronne badania 32 wybranych preparatów biobójczych, zawierających różne substancje czynne, m.in. czwartorzędowe sole amoniowe, związki utleniające, pochodne fenolowe, tlenek etylenu i olejki eteryczne⁷. Ich celem była ocena przydatności tych preparatów do dezynfekcji zabytków na podłożu papierowym, uwzględniająca ich skuteczność oraz wpływ na papier i wybrane media na papierze, a także próba ustalenia kryteriów oceny preparatów biobójczych pod kątem tego zastosowania. Zbadano skuteczność wybranych preparatów wobec czterech grzybów strzępkowych występujących na papierze: *Penicillium spinulosum*, *Trichoderma pseudokoningii*, *Chaetomidium subfimetii* i *Cladosporium cladosporioides*.

cen, hrsg. von H. Weber, Stuttgart 1997, s. 250–281; R. Fuchs, *Zwalczanie szkodników na zaatakowanym materiale bibliotecznym i archiwalnym – porównanie starych i nowych metod. Nowoczesne metody badawcze do porównania zmian w strukturze molekularnej*, „Ochrona Zabytków” 51: 1998, s. 63–79; M.-L. Florian, *Fungal facts. Solving fungal problems in heritage collections*, London 2002; A. de Brokerhof, B. van Zanen, A. den Teuling, *Fluffy stuff. Integrated Control of Mould in Archives*, Amsterdam 2007.

⁶ A. Strzelczyk, H. Rosa, *Jałowienie akwarel i pasteli parami fungicydów*, „Ochrona Zabytków” 108: 1975, s. 61–66; tychże, *Zastosowanie Sterinolu do mycia i jałowienia zabytkowych ksiąg i grafik*, „Ochrona Zabytków” 116/117: 1977, s. 70–73.

⁷ J. Karbowska-Berent, *Dezynfekcja chemiczna zabytków na podłożu papierowym – skuteczność i zagrożenia*, Toruń 2014, passim.

Przeprowadzono analizy wpływu preparatów na właściwości papieru zawierającego czystą celulozę (papier A) i papieru zawierającego 80% ścieru drzewnego (papier B): pH, wytrzymałość na rozciąganie, całkowitą różnicę barwy⁸. Badania wykonano przed dezynfekcją, po dezynfekcji oraz po dezynfekcji i sztucznym postarzeniu papieru. Ponadto wizualnie oceniono wpływ wybranych preparatów na niektóre media na papierze, m.in. druk czarny, ołówek, pismo zapisane atramentem żelazowo-galuszowym, druki kolorowe i wybrane fotografie.

Spośród 32 zbadanych biocydów tylko 5 uznano za odpowiednie do dezynfekcji zabytków na podłożu papierowym: ETO, pary 4-chloro-3-metylofenolu, kąpiele w wodnych roztworach preparatów biobójczych zawierających czwartorzędowe sole amoniowe (bromek dimetylo-lauryloamoniowy lub propionian didecylometylopolioksyetyloamoniowy) w stężeniu 0,5% oraz dezynfekcję przy pomocy 45% wodnego roztworu etanolu. Niestety, nawet te biocydy można skutecznie i bezpiecznie stosować tylko po uwzględnieniu związanych z nimi ograniczeń (zob. tabela 1).

Tabela 1. Oddziaływanie wybranych biocydów na grzyby pleśniowe, papier i media

Biocyd	Skuteczność wobec grzybów testowych	Wpływ na papier i media
ETO	Skuteczność 100%	Nie wykryto szkodliwego wpływu na papier i media
4-chloro-3-metylofenol (PCMC)	Mało skuteczny wobec <i>Chaetomidium subfimet</i>	Szkodliwość nieznaczna – wykryto jedynie zmiany barwy fotografii kolorowych
Bromek dimetylo-lauryloamoniowy	Mało skuteczny wobec <i>Chaetomidium subfimet</i>	Zaobserwowano żółknięcie papieru z 80% zawartością ścieru drzewnego oraz blaknięcie niektórych mediów

⁸ Badanie pH, przeprowadzone przy użyciu pehametru „Elmetron” CP 517 i elektrody do płaskich powierzchni OSH 10-00, pozwoliło na ustalenie, czy i w jakim stopniu zabiegi dezynfekujące spowodowały, że papier stał się bardziej kwaśny lub bardziej zasadowy; testy wytrzymałości na rozciąganie próbek papieru, przeprowadzone w aparacie Materials Tester (Thwing-Albert Instrument Company QC 1000), wykazały, czy i w jakim

Tabela 1. Oddziaływanie wybranych biocydów (cd.)

Biocyd	Skuteczność wobec grzybów testowych	Wpływ na papier i media
Propionian didecylo-metylo-polioksyetylo-amoniowy	Mało skuteczny wobec <i>Chaetomidium subfimetii</i>	Zaobserwowano żółknięcie papieru z 80% zawartością ścieru drzewnego oraz blaknięcie niektórych mediów
Etanol	Skuteczność 100%	Nie wykryto szkodliwego wpływu na papier; wykryto zmiany niektórych mediów

Źródło: opracowanie własne na podstawie J. Karbowska-Berent, *Dezynfekcja chemiczna zabytków na podłożu papierowym – skuteczność i zagrożenia*, Toruń 2014, s. 103–167.



fot. B. Górniak

Ilustracja 3. Próbkę papieru ze wzrostem grzybów podczas dezynfekcji w parach etanolu

Źródło: fot. B. Górniak.

stopniu zabieg dezynfekcji wpłynął na wybrany parametr mechaniczny – wytrzymałość na rozciąganie; całkowitą różnicę barwy wyznaczono porównując parametry barw w systemie CIE L*a*b* zmierzone kolorymetrem Color Pen (Dr Lange).

Szczególnie warta podkreślenia jest dezynfekcja przy użyciu 45% wodnego roztworu etanolu. Dezynfekcję wykonano dwiema metodami: w kąpielach papieru w tym roztworze, jak i niestosowaną dotąd w Polsce dezynfekcję w parach tego roztworu (zob. ilustracja 3). Wszystkie komórki wybranych czterech gatunków grzybów zostały w 100% zabite w wyniku 45 minutowej kąpeli w 45% wodnym roztworze etanolu oraz w wyniku oddziaływania par tego roztworu w szczelnej komorze przez 18 godzin. Jeśli próbka nie zawierała *Chaetomidium subfimetri*, czas kąpeli można było skrócić do 15 min. (zob. tabela 2).

Tabela 2. Skuteczność zwalczania grzybów strzępkowych przy użyciu 45% wodnego roztworu etanolu (przyjmuje się, że udało się uzyskać efekt dezynfekcji, jeśli $R \geq 4,00$)

Rodzaj zabiegu	Stopień redukcji liczebności grzybów w skali logarytmicznej R			
	<i>Penicillium spinulosum</i>	<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	<i>Chaetomidium subfimetri</i>	<i>Cladosporium cladosporioides</i>
Kąpiel 15 min	5,59	5,31	1,74	5,17
Kąpiel 45 min	nie badano	6,21	3,88	nie badano
Pary 18 h	5,72	5,89	4,68	5,39

Źródło: opracowanie własne na podstawie J. Karbowska-Berent, *Dezynfekcja chemiczna zabytków ...*, s. 125.

Dezynfekcja w parach etanolu nie spowodowała statystycznie istotnych zmian pH ani wytrzymałości na rozciąganie obu rodzajów papieru, a całkowite różnice barwy ΔE można uznać za niezauważalne. Natomiast dezynfekcja w kąpeli nie spowodowała statystycznie istotnych zmian pH obu rodzajów papieru, całkowite różnice barwy ΔE po dezynfekcji były niezauważalne, jedynie wykryto statystycznie istotne zmiany wytrzymałości na rozciąganie – wzrost wytrzymałości papieru A i spadek wytrzymałości papieru B (zob. tabela 3). Uzyskane wyniki, szczególnie po dezynfekcji w parach 45% wodnego roztworu etanolu, są obiecujące, jednak wdrożenie tej metody do praktyki wymaga jeszcze przeprowadzenia szeregu dodatkowych, bardziej wnikliwych badań.

Tabela 3. Zmiany po dezynfekcji przy użyciu 45% wodnego roztworu etanolu i sztucznym postarzeniu (w nawiasach zmiany parametrów po 45-minutowej kąpeli wodnej i sztucznym postarzeniu)

Właściwości papieru	Kąpiel (45 min)		Pary (18 h)	
	Papier A	Papier B	Papier A	Papier B
Całkowita różnica barwy papieru ΔE	0,27 (0,17)	0,59 (0,16)	0,38	1,06
pH	0,03 (-0,17)	0,05 (0,07)	0,09	-0,04
Wytrzymałość na rozciąganie	6,50* (-26,26*)	-11,5* (4,46)	-4,83	-2,12

$0 < \Delta E^* < 1$ – różnica barw niezauważalna

* – różnica między próbką badawczą a kontrolną istotna statystycznie ($p \leq 0,05$)

Źródło: opracowanie własne na podstawie J. Karbowska-Berent, *Dezynfekcja chemiczna zabytków ...*, s. 135–150.

Jak wynika z przeprowadzonych badań oraz danych z literatury, dezynfekcja zabytków na podłożu z papieru wiąże się z ryzykiem powstania niekorzystnych zmian w zabytku, które zależą od charakteru preparatu biobójczego oraz rodzajów zastosowanych w nim materiałów⁹. Dlatego kluczem do decyzji o dezynfekcji zabytków na podłożu z papieru powinna być ocena żywotności mikroorganizmów powodujących biodeteriorację zabytku¹⁰. Można tej oceny dokonać tradycyjnymi metodami hodowlanymi lub metodami niewymagającymi hodowli, np. oznaczając poziom adenozynotrifosforanu (ATP)¹¹ na powierzchni wy-

⁹ N. Valentin, *Biodeterioration of library materiale, disinfection methods and New alternatives*, „The Paper Conservator” 10: 1986, s. 40–45; R. Fuchs, *Zwalczanie szkodników na zaatakowanym materiale bibliotecznym i archiwalnym – porównanie starych i nowych metod. Nowoczesne metody badawcze do porównania zmian w strukturze molekularnej*, „Ochrona Zabytków” 51: 1998, s. 63–79; J. Karbowska-Berent, *Dezynfekcja chemiczna zabytków na podłożu papierowym – skuteczność i zagrożenia*, Toruń 2014, s. 172–191.

¹⁰ J. Karbowska-Berent, *Dezynfekcja chemiczna zabytków...*, s. 190–191.

¹¹ ATP (adenozynotrifosforan) – 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

kazującej objawy zniszczenia przez mikroorganizmy. W uzasadnionych przypadkach, tzn. jeśli badania mikrobiologiczne wykażą obecność dużych ilości żywych mikroorganizmów, należy przeprowadzić dezynfekcję w celu zatrzymania procesów niszczenia zabytku i ochrony zdrowia ludzi. Metoda dezynfekcji powinna być tak dobrana, żeby zminimalizować niekorzystne skutki uboczne praktycznie do zera.

Nowe tendencje w dezynsekcji zabytków na podłożu papierowym

Nowe tendencje zarysowały się również w dziedzinie dezynsekcji zbiorów na podłożu z papieru. Odrzucono wymienione wyżej toksyczne środki owadobójcze, a zamiast nich wprowadzono gazowanie w atmosferach ubogich w tlen, czyli tzw. anoksję. Punktem wyjścia tej metody jest niezdolność do życia owadów w środowisku o niskiej zawartości tlenu, tj. w zakresie 0,1–0,2%. Zamiast tlenu zmodyfikowana atmosfera zawiera zwiększoną ilość azotu, rzadziej argon, hel lub ditlenek węgla. Śmierć owadów we wszystkich stadiach rozwojowych następuje w takiej atmosferze w ciągu 3 tygodni. Wymienione gazy nie są toksyczne dla owadów, lecz powodują ich uduszenie się z powodu braku tlenu oraz z powodu wysuszenia wnętrza organizmu przez stale otwarte przetchlinki służące do oddychania. Na czas dezynsekcji obiekt umieszcza się w komorze nieprzepuszczalnej dla powietrza, zazwyczaj zbudowanej ze specjalnej, wytrzymałej i nieprzepuszczalnej dla gazów folii, której rozmiary można dostosować do wielkości obiektów, a dezynsekcja może być wykonana *in situ*. Metoda ta została zapoczątkowana w USA w latach 80. XX w., a obecnie jest rozpowszechniona w wielu krajach na całym świecie¹².

Zmodyfikowaną atmosferę o zawartości tlenu $\leq 0,2\%$ w komorze można uzyskać kilkoma metodami. Jedną z wcześniejszych metod jest

śmierci szybko ulega autolizie. 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.

¹² M. Gilberg, *The Effects of Low Oxygen Atmospheres on Museum Pests*, „Studies in Conservation” 36: 1991, s. 93–98; Ch. Selwitz, S. Maekawa, *Inert Gases in the Control of Museum Insect Pests*, Los Angeles 1998.

napełnianie komory azotem z butli. Inna metoda, tzw. statyczna, bazuje na usunięciu tlenu z wnętrza komory przy pomocy związków chemicznych, przeważnie związków żelaza, reagujących z tlenem, czyli tzw. absorberów tlenu. Związki te są zawarte w saszetkach, np. ATCO FTM 1000. Jedna saszetka ATCO FTM 1000 reaguje z 1 l tlenu, przy czym wydziela się woda. Wilgotność względną atmosfery wewnątrz komory stabilizuje się za pomocą żelu silikonowego. Stężenie tlenu wewnątrz opakowania monitoruje się wskaźnikami tlenu (Ageless-eye), które są czerwone przy stężeniu tlenu w atmosferze mniejszym niż 0,1% i zmieniają kolor na niebieski po przekroczeniu zawartości tlenu wynoszącej 0,5%.



Ilustracja 4. Książki porażone przez owady podczas dezynsekcji w atmosferze ubogiej w tlen

Źródło: fot. M. Pronobis-Gajdzis.

Obecnie dostępna jest w Polsce także dezynsekcja wykorzystująca tzw. metodę dynamiczną uzyskiwania zmodyfikowanej atmosfery. Metoda ta znana jest pod nazwą Velox® i polega na wykorzystaniu generatora azotu, który rozdziela sprężone powietrze na tlen i azot, przy czym tlen usuwa na zewnątrz, a azot rurką jest doprowadzany do wnętrza

komory foliowej, w której umieszczone są obiekty. W generatorze azot jest jednocześnie nawilżany do poziomu odpowiedniego dla dezynsekwowanych obiektów. Z wnętrza komory tlen jest usuwany do momentu, aż jego stężenie wewnątrz opakowań spadnie do poziomu 0,1%–0,3% (zob. ilustracja 4).

Podsumowanie

Wiele zmieniło się w zakresie dezynfekcji i dezynsekcji zabytków, w tym obiektów na podłożach papierowych, w ciągu ostatnich ok. trzydziestu lat. Obecnie kładzie się nacisk przede wszystkim na opiekę profilaktyczną w przechowywaniu zbiorów bibliotecznych, archiwalnych i muzealnych, tzn. na utrzymanie prawidłowego mikroklimatu, czystość w magazynach, prawidłowy sposób przechowywania obiektów. Tym niemniej nawet współcześnie zdarzają się w magazynach przypadki zawilgocenia przegród budowlanych i zbiorów, czego skutkiem bywa rozwój grzybów strzępkowych, lub też dawne księgi są odkrywane w miejscach, gdzie przez lata były atakowane przez owady. Dlatego nie można zaniechać poszukiwań metod zwalczania mikroorganizmów i owadów niszczących zbiory. O ile anoksja jest metodą zwalczania owadów akceptowaną i stosowaną prawie na całym świecie, to ciągle brakuje gruntownie zbadanej, bezpiecznej metody dezynfekcji zbiorów na podłożu papierowym. Polecane w wielu krajach ograniczenie się do mechanicznego oczyszczenia powierzchni zabytków w przypadku rozwoju nowych kolonii mikroorganizmów jest z pewnością niewystarczające. Obiecujące są dotychczas uzyskane wyniki badań nad dezynfekcją w parach etanolu, jednak wprowadzenie tej metody do praktyki musi być poprzedzone dodatkowymi testami.

Bibliografia

- Brokerhof Agnesde, van Zanen Bert, den Teuling Arnold, *Fluffy stuff. Integrated Control of Mould in Archives*, Amsterdam 2007.
- Florian Mary-Lou, *Fungal facts. Solving fungal problems in heritage collections*, London 2002.

- Gilberg Mark, *The Effects of Low Oxygen Atmospheres on Museum Pests*, „Studies in Conservation” 36: 1991, s. 93–98.
- Haberdtz Anna, *Was tun mit schimmelbefallenen Archivalien und Büchern? Betrachtungen zum Allheilmittel Desinfektion*, [w:] *Bestandserhaltung, Herausforderung und Chancen*, hrsg. von Hartmut Weber, Stuttgart, 1997, s. 250–281.
- Hahn Oliver, *Chemische Schädlingsbekämpfung. Risike für Pigmente und Farbstoffe*, „Restaurio” 4: 1999, s. 275–279.
- Fuchs Robert, *Zwalczanie szkodników na zaatakowanym materiale bibliotecznym i archiwalnym – porównanie starych i nowych metod. Nowoczesne metody badawcze do porównania zmian w strukturze molekularnej*, „Ochrona Zabytków” 51: 1998, s. 63–79.
- Jędrzejewska Hanna, *Szkodliwe oddziaływanie środków owadobójczych i grzybobójczych na zabytki papierowe*, „Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków” 24: 1969 seria B, s. 145–161.
- Karbowska-Berent Joanna, *Dezynfekcja chemiczna zabytków na podłożu papierowym – skuteczność i zagrożenia*, Toruń 2014.
- Kowalik Romuald, Sadurska Irena, *The disinfection of infected store-rooms in archives*, „Acta Microbiologica Polonica” 15: 1966, s. 193–198.
- Sadurska Irena, Kowalik Romuald, *Stosowanie chlorowanych fenoli do dezynfekcji pomieszczeń archiwalnych, bibliotecznych i muzealnych*, „Archeion” 48: 1968, s. 37–44.
- Selwitz Charles, Maekawa Shin, *Inert Gases in the Control of Museum Insect Pests*, Los Angeles 1998.
- Strzelczyk Alicja B., Rosa Halina, *Jałowienie akwarel i pasteli parami fungicydów*, „Ochrona Zabytków” 108: 1975, s. 61–66.
- Strzelczyk Alicja B., Rosa Halina, *Zastosowanie Sterinolu do mycia i jałowienia zabytkowych księzek i grafik*, „Ochrona Zabytków” 116/117: 1977, s. 70–73.
- Valentin Nieves, *Biodeterioration of library materials disinfection methods and new alternatives*, „The Paper Conservator” 10: 1986, s. 40–45,
- Hofenk de Graaf Judith H., RoelofsWilma G.Th, *Badanie wpływu tlenku etylenu i promieniowania gamma na starzenie papieru*, „Notes Konserwatorski” 5: 2001, s. 78–88.

New trends in disinfection and disinfestation of historic paper items

ABSTRACT: Fungi and bacteria as well as insects, mainly larvae of beetles and silverfish, cause frequently significant deterioration of paper-based cultural property. The combating of the biological pests which damage historic paper items with chemical biocides has been applied since the fifties of the twentieth century. However, subsequent years brought disappointment with the excessive use of biocides because more and more attention was attracted to their harmfulness to human health, environment and sometimes also to historic matter. Meanwhile, in many countries in Europe, such as Germany or the Netherlands, and in North America (Canada, USA) practitioners of cultural heritage conservation resign from the disinfection of paper based historic items or it is limited to the objects very strongly affected by microorganisms and then the γ radiation or 70% water solution of ethanol are recommended. In Poland the examinations of vitality of the combated microorganisms before disinfection and sensitivity of the historic item against the biocide are recommended. The disinfestation of the historic paper items is now carried with the fumigation in modified atmosphere containing 99.9% nitrogen. The disinfestation takes appr. 3 weeks and provides the killing of the insects in every developmental stage without the necessity of using toxic chemicals. The dimensions of the special plastic disinfestation chambers can be adjusted depending on the dimensions of the objects and during the treatment the required relative humidity of the atmosphere, i.e. appr. 55%, is maintained inside. Disinfestation treatments using modified atmosphere have been available also in Poland for several years.

KEYWORDS: disinfection, disinfestation, historic paper.

