

## — Analiza ilościowa mikroorganizmów występujących na powierzchni walizy przechowywanej na terenie byłego KL Auschwitz-Birkenau w Oświęcimiu

Anna Wawrzyk, Dorota Rybitwa, Aleksandra Papis

notes 18\_2016  
konserwatorski

**Summary:** Anna Wawrzyk, Dorota Rybitwa, Aleksandra Papis, *Quantitative Analysis of the Microorganisms on the Surface of a Suitcase from the Former German Nazi Concentration and Extermination Camp Auschwitz-Birkenau in Oświęcim*

The article presents the results of microbiological examination of a suitcase from the collections of the Auschwitz-Birkenau State Museum in Oświęcim. The difference in the amounts of the microorganisms that were isolated on different parts of the object results from the diversity of materials they are made of, from the sample collection procedure and from the culture medium. Three sample collection procedures and microbiological examination methods are discussed. The results obtained allowed the choice of the most fertile and optimal medium for the culture of the microorganisms in question. They also enabled the adaptation of the specimen collection method to the type of the material.

— Walizy, stanowiące pozostałość po osobach przywiezionych do KL Auschwitz, przechowywane są w liczbie 3800 sztuk w magazynach zbiorów Państwowego Muzeum Auschwitz-Birkenau w Oświęcimiu, a także prezentowane na



**Fot. 1.**

Różnorodność waliz przechowywanych w magazynach zbiorów Państwowego Muzeum Auschwitz-Birkenau w Oświęcimiu

ekspozycji głównej. Forma i konstrukcja waliz jest typowa dla tego rodzaju bagażu. Znaczną część zbiorów stanowią walizy wykonane z materiału modyfikowanego – fibry. Materiał ten otrzymuje się z poddanej działaniu chlorku cynku, a następnie wypłukanej i sprasowanej masy celulozowej. Proces produkcji powoduje, iż fibra jest bardziej elastyczna, twardsza i mniej chłonna niż papier czy tektura, dlatego doskonale nadaje się na wieka oraz dna waliz. Zazwyczaj części te usztywnione są dodatkowo drewnianymi elementami i połączone za pomocą metalowych zawiasów i zapięć. Wnętrza waliz wykończone zostały ozdobnymi papierami lub tkaninami, naklejanymi na podkładowe kartony. Na wybranych walizach, w liczbie 2100 sztuk, bezpośrednio na wiekach widoczne są dane właścicieli zapisane białą farbą, atramentem lub ołówkiem (fot. 1). Walizy, w różnym stopniu zużyte, najczęściej brudne

i zniszczone, w większości znalezione zostały po wyzwoleniu obozu. Zabezpieczono je wówczas, jednak dopiero od utworzenia Muzeum w 1947 roku zostały objęte odpowiednią opieką<sup>1</sup>.

Taka liczba obiektów i różnorodność materiałów, z których zostały wykonane, pociąga za sobą ilościowe i jakościowe zróżnicowanie zanieczyszczenia mikrobiologicznego, które należy uwzględnić, planując prace konserwatorskie. Często walizy pokryte są tylko brudem lub kurzem, co wymaga jedynie ich odkurzenia, natomiast dezynfekcję powinno się stosować dopiero po dokonaniu oceny stopnia skażenia mikrobiologicznego powierzchni obiektów, prowadzącego do ich biologicznego niszczenia. Szybkość biodeterioracji materiału zależy od jego budowy chemicznej, gdyż niektóre składniki stanowią pożywienie dla bakterii i grzybów strzępkowych, jak i od warunków jego przechowywania. Najszybciej niszczeniu ulegają materiały posiadające w swoim składzie cukry proste lub proste białka. Materiały o bardziej złożonej budowie rozkładają się w dłuższym czasie, na przykład podłóże zbudowane z włókien celulozowych. Najwolniej rozpadowi podlegają żywice sztuczne<sup>2</sup>.

Bakterie odżywiają się substancjami organicznymi, których pobranie z otoczenia poprzedzają wydzieleniem enzymów prowadzących do ich rozłożenia na związki drobnocząsteczkowe. Może to prowadzić do zjawiska biokorozji,

---

1 T. Zbrzeska, *Chronić dla przyszłości*, Oświęcim 2003; N. Jastrzębiowska, E. Bisaga, D. Dobrowolska, M. Maciaszczyk, *Konserwacja waliz w Państwowym Muzeum Auschwitz-Birkenau w Oświęcimiu*, w: *Sztuka, rzemiosło, przemysł z XIX-XX wieku: zagadnienia konserwatorskie*, red. E. Jabłońska, J. Czuczko, Toruń 2016.

2 A. Strzelczyk, J. Karbowska-Berent, *Drobnoustroje i owady niszczące zabytki i ich zwalczanie*, Toruń 2004; B. Gutarowska et al., *Ochrona przed mikrobiologiczną biodeterioracją w muzealnictwie*, w: *Rola nauki w zachowaniu dziedzictwa kulturowego*, red. B. Więcek, J. Perkowski, Łódź 2010; E. Wołejko, M. Matejczyk, *Problem korozji biologicznej w budownictwie*, „Budownictwo i Inżynieria Środowiska” 2011, t. 2, nr 2, s. 191-195, [www.biswbis.pb.edu.pl/2011\\_02/011.pdf](http://www.biswbis.pb.edu.pl/2011_02/011.pdf) [dostęp: 30.09.2016]; A. Niesler et al., *Microbial contamination of storerooms at the Auschwitz-Birkenau Museum*, „Aerobiologia” 2010, vol. 26, nr 2, s. 125-133; *Mikrobiologia materiałów*, red. B. Zyska, Z. Żakowska, Łódź 2005.

w wyniku którego obiekty zabytkowe ulegają niszczeniu. W przypadku braku odpowiednich substratów w środowisku, bakterie przekształcają się w wegetatywne formy przetrwalne zwane endosporami. W takiej postaci mogą bytować na przedmiotach przez wiele lat. Do rodzajów bakterii najczęściej występujących na tkaninach z włókien pochodzenia roślinnego należą między innymi: *Bacillus*, *Clostridium*, *Cellulomonas*, *Celvibrio*, *Pseudomonas*, *Micromonospora*, *Cytophaga*, *Microbispora*, *Streptomyces* i *Sporocytophaga*. Wyroby z drewna oraz papier są zasiedlane zazwyczaj przez bakterie wymienione powyżej, jak również dodatkowo przez: *Bacterioides*, *Desulfovibrio*, *Escherichia*, *Eubacterium* oraz *Propionibacterium*. Z powierzchni elementów metalowych z kolei najczęściej izoluje się: *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Beggiatoa*, *Clostridium*, *Crenothrix*, *Desulfovibrio*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Galionella*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Leptotrix*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Spherotilus*, *Streptococcus*, *Sulfobacillus*, *Sulfolobus* oraz *Vibrio*<sup>3</sup>.

Grzyby strzępkowe, podobnie jak bakterie, czerpią energię z rozkładu związków organicznych i równocześnie wykorzystują powstałe proste związki jako substraty pokarmowe. Ich rozwój i rozmnażanie odbywa się za pośrednictwem zarodników licznie występujących w powietrzu i otaczającym nas kurzu, który stanowi mieszaninę płatków ludzkiego naskórka, drobnych cząstek substancji roślinnych, włókien tekstylnych, wydalin i wydzielin insektów oraz sierści. Ponadto posiadają one niskie wymagania środowiskowe, przez co z łatwością kolonizować mogą różnorodne obiekty. Rodzajami grzybów najczęściej zasiedlających tkaniny z włókien pochodzenia roślinnego są: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Myrothecium*, *Penicillium*, *Rhodotorula*, *Stachybotrys* i *Trichoderma*. Z wyrobów drewnianych izoluje się

---

3 *Mikrobiologia techniczna*, t. 1: *Mikroorganizmy i środowiska ich występowania*, red. Z. Li-budzisz, K. Kowal, Z. Żakowska, Warszawa 2007; B. Gutarowska, *Niszczenie materiałów technicznych przez drobnoustroje*, „LAB Laboratoria, Aparatura, Badania” 2013, t. 18, nr 2, s. 10–14; J. Szostak-Kot, *Zagrożenia mikrobiologiczne zbiorów muzealnych i bibliotecznych*, materiały dla studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2010.

zazwyczaj wyżej wymienione grzyby, a także: *Candida*, *Mucor*, *Scopulariopsis*, *Verticillium* i grzyby domowe. Do grzybów najczęściej występujących na powierzchni metalowych elementów należą natomiast: *Aspergillus*, *Ceratostomella*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Hormoconis*, *Penicillium* i *Trichoderma*<sup>4</sup>.

Celem badań było sprawdzenie czystości mikrobiologicznej powierzchni walizy przechowywanej w magazynie zbiorów Państwowego Muzeum Auschwitz-Birkenau z uchwyceniem różnic wynikających z różnorodności materiału, rodzaju zastosowanego wymazu oraz rodzaju użytego podłoża mikrobiologicznego. Wyniki eksperymentu miały posłużyć do zebrania informacji potrzebnych do podjęcia decyzji o dezynfekcji badanej walizy oraz stanowić podstawę do opracowania metodyki badań kolejnych obiektów.

### Materiały i metody

Do badań wybrano oryginalną zdeformowaną walizę pochodzącą ze zbiorów Muzeum. Posiada ona konstrukcję drewnianą, okładzinę wierzchnią wykonaną z fibry, a wewnątrz wyścielone tkaniną. Jako zamknięcia służą metalowe zamki. Na wewnętrznej stronie wieka walizy umieszczona jest papierowa etykieta z nadrukiem. Na całej powierzchni walizy widoczne są ślady błota (fot. 2).

W celu określenia zanieczyszczenia mikrobiologicznego powierzchni walizy próbki pobrano z miejsc pokazanych na zdjęciu (fot. 3).

Wymazy pobrane były z powierzchni tkaniny, metalowego zamka, papieru, fibry oraz drewna trzema sposobami: wymazówką suchą, wymazówką moką i zwilżoną gąbką, odcisniętą sterylnie z nadmiaru płynu (fot. 4–6).

Badania oraz pobieranie próbek wykonano zgodnie z wytycznymi aktualnych Polskich Norm, które stosowane są do badań w innych dziedzinach nauki.

---

4 *Mikrobiologia techniczna...*, op. cit.; B. Gutarowska, op. cit.; I. Trzcńska, *Ochrona zasobu archiwalnego poprzez wykorzystanie komory fumigacyjnej*, 29 czerwca 2012, [www.awo.wp.mil.pl/pl/15\\_21.html](http://www.awo.wp.mil.pl/pl/15_21.html) [dostęp: 30.09.2016].



**Fot. 2.**  
Widok ogólny walizy poddanej badaniu



**Fot. 3.**  
Miejsca pobierania próbek z różnych elementów walizy:  
1 – tkanina, 2 – metal, 3 – papier, 4 – fibra, 5 – drewno



**Fot. 4.**  
Pobranie wymazu  
wymazówką suchą



**Fot. 5.**  
Pobranie wymazu  
wymazówką mokrą



**Fot. 6.**  
Pobranie wymazu  
zwilżoną gąbką

Badania wykonano, oznaczając liczbę jednostek tworzących kolonie na podłożu mikrobiologicznym (czyli tzw. wartość jtk; ang. *colony forming units*) dla badanych grup mikroorganizmów.

Próbki pobrano metodą wymazów zgodnie z normą PN-ISO 18593:2005<sup>5</sup>. Wykonano wymazy z powierzchni ograniczonych szablonem o wymiarach 5×5 cm dla fragmentów tkaniny, papieru, drewna i fibry oraz z powierzchni niezdefiniowanych dla metalowych elementów.

Badanie ogólnej liczby żywych mikroorganizmów, czyli wszystkich bakterii tlenowych, drożdży i pleśni zdolnych do tworzenia kolonii na podłożach w określonych warunkach, wykonano poprzez zawieszenie pobranych próbek w 100 ml 0,1% roztworu wody peptonowej z solą fizjologiczną. Następnie z uzyskanych zawiesin pobrano odpowiednio po 1 ml i wykonano z nich szereg kolejnych rozcieńczeń aż do otrzymania roztworów o rozcieńczeniu 1:1000. Tak otrzymane zawiesiny posiano techniką posiewu powierzchniowego na dwie równoległe płytki z agarem odżywczym i inkubowano w temperaturze 30 °C przez 72 ± 3 h. Ostatecznie zliczono wszystkie wyrosłe kolonie, a wynik podano jako liczbę jednostek tworzących kolonie (jtk) na powierzchni 25 cm<sup>2</sup> (N<sub>s</sub>). Drobnostrój nie były identyfikowane.

Oznaczenie liczby kolonii pleśni i drożdży wykonano, zawieszając pobrane próbki w 100 ml 0,1% roztworów wody peptonowej z solą fizjologiczną. Następnie z uzyskanych zawiesin posiano po 1 ml na dwie równoległe płytki, techniką posiewu powierzchniowego, równocześnie na pożywki: DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar firmy Graso), MEA z chloramfenikolem i streptomycyną (Malt Extract Agar firmy Graso) oraz Sabouraud z chloramfenikolem (firmy Sterbios). W następnej kolejności próbki inkubowano w temperaturze 25 ± 1 °C przez 5 dni. Po tym czasie zliczono wszystkie wyrosłe kolonie, a wynik podano jako liczbę jednostek tworzących kolonie (jtk) na powierzchni 25 cm<sup>2</sup> (N<sub>s</sub>). Grzyby nie były identyfikowane.

---

<sup>5</sup> PN-ISO 18593:2005, *Horyzontalne metody pobierania próbek z powierzchni z użyciem płytek kontaktowych i wymazów*.



Obliczenia liczby jednostek tworzących kolonie na 25 cm<sup>2</sup> badanej powierzchni ( $N_s$ ) i liczby jednostek tworzących kolonie na wymaz ( $N_{sw}$ ) wykonano według wzoru:

$$N_s = N_{sw} = N \cdot F \cdot D$$

gdzie:  $N$  – liczba jtk w 1 ml rozcieńczalnika,  $F$  – ilość rozcieńczalnika w mililitrach,  $D$  – odwrotność stosowanego rozcieńczenia<sup>6</sup>.

## Wyniki

Wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w tabelach 1 i 2. Ilościowe zanieczyszczenie mikrobiologiczne walizy jest zróżnicowane i zależy od miejsca, z którego pobiera się wymaz oraz od sposobu pobierania wymazu. Największa liczba mikroorganizmów (powyżej granicy oznaczalności) została wyhodowana z powierzchni fibry z wymazu pobranego zwilżoną gąbką oraz z powierzchni metalowego zamka z wykorzystaniem wymazówki mokrej. Najmniej mikroorganizmów wyhodowano z wymazu pobranego wymazówką mokrą z powierzchni drewna oraz wymazówką suchą z powierzchni metalu.

W przypadku grzybów strzępkowych również zaobserwowano zróżnicowanie ilościowe kolonii zasiedlających powierzchnię poszczególnych materiałów. Największą ilość pleśni zidentyfikowano na papierze, z którego pobrano próbkę wymazówką suchą, a najmniejszą na fibrze, z której wymaz pobrano wymazówką mokrą. Analogicznie zestawzić można materiały według malejącej ilości grzybów strzępkowych zasiedlających ich powierzchnię: papier, metal, drewno, tkanina i fibra.

## Omówienie wyników

Wymaz pobrany zwilżoną gąbką jest najlepszą formą pobrania próbki do oceny ogólnej liczby drobnoustrojów na powierzchni materiału, jednakże

---

<sup>6</sup> Ibidem.

**Tab. 1.** Ogólna liczba mikroorganizmów [jtk] wyhodowanych z powierzchni różnych miejsc walizy z uwzględnieniem sposobu pobierania wymazu

Rodzaj wymazu	Liczba mikroorganizmów [jtk/badaną powierzchnię – dla zamka] [jtk/25 cm <sup>2</sup> – dla pozostałych próbek]				
	Metal	Tkanina	Papier	Fibra	Drewno
Wymazówką suchą	$8,2 \times 10^2$	$2,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$5,5 \times 10^4$
Wymazówką mokrą	$>3,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	$2,8 \times 10^6$	$8,0 \times 10^2$
Zwilżoną gąbką	$1,3 \times 10^6$	$5,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^3$	$>3,0 \times 10^6$	$1,1 \times 10^4$

**Tab. 2.** Liczba kolonii grzybów [jtk] wyhodowanych z powierzchni metalowego zamka, tkaniny, papieru, fibry i drewna walizy z uwzględnieniem rodzaju wykorzystanego podłoża do hodowli grzybów oraz sposobu pobierania wymazu

Rodzaj wymazu	Pożywka Sabouraud	Pożywka DRBC	Pożywka MEA	Średnia
Liczba kolonii grzybów [jtk/powierzchnię zamka]				
Wymazówką suchą	$1,9 \times 10^3$	$9,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$
Wymazówką mokrą	$1,8 \times 10^3$	$7,0 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
Zwilżoną gąbką	$6,0 \times 10^2$	0	$1,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$
Liczba kolonii grzybów [jtk/25 cm <sup>2</sup> tkaniny]				
Wymazówką suchą	$7,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$
Wymazówką mokrą	$6,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$
Zwilżoną gąbką	$2,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$

Rodzaj wymazu	Pożywka Sabouraud	Pożywka DRBC	Pożywka MEA	Średnia
Liczba kolonii grzybów [jtk/25 cm <sup>2</sup> papieru]				
Wymazówką suchą	2,3×10 <sup>3</sup>	3,0×10 <sup>2</sup>	1,6×10 <sup>3</sup>	1,4×10 <sup>3</sup>
Wymazówką mokrą	1,3×10 <sup>3</sup>	1,0×10 <sup>3</sup>	6,0×10 <sup>2</sup>	9,7×10 <sup>2</sup>
Zwilżoną gąbką	2,2×10 <sup>3</sup>	4,0×10 <sup>2</sup>	6,0×10 <sup>2</sup>	1,1×10 <sup>3</sup>
Liczba kolonii grzybów [jtk/25 cm <sup>2</sup> fibry]				
Wymazówką suchą	2,0×10 <sup>2</sup>	1,0×10 <sup>2</sup>	1,9×10 <sup>2</sup>	1,6×10 <sup>2</sup>
Wymazówką mokrą	1,0×10 <sup>2</sup>	1,0×10 <sup>2</sup>	1,0×10 <sup>2</sup>	1,0×10 <sup>2</sup>
Zwilżoną gąbką	2,0×10 <sup>2</sup>	1,0×10 <sup>2</sup>	1,0×10 <sup>2</sup>	1,3×10 <sup>2</sup>
Liczba kolonii grzybów [jtk/25 cm <sup>2</sup> drewna]				
Wymazówką suchą	1,4×10 <sup>3</sup>	4,0×10 <sup>2</sup>	9,0×10 <sup>2</sup>	9,0×10 <sup>2</sup>
Wymazówką mokrą	1,9×10 <sup>3</sup>	1,0×10 <sup>2</sup>	5,0×10 <sup>2</sup>	8,3×10 <sup>2</sup>
Zwilżoną gąbką	1,5×10 <sup>3</sup>	7,0×10 <sup>2</sup>	2,0×10 <sup>2</sup>	8,0×10 <sup>2</sup>

w muzealnictwie niejednokrotnie niemożliwą do zastosowania ze względu na niebezpieczeństwo związane z zawilgoceniem obiektu. Z tego powodu powinien być on stosowany jedynie do powierzchni gładkich, twardych i nienasiąkliwych, takich jak metal i fibra, a w pozostałych przypadkach zastępowany wymazem pobranym za pomocą wymazówki mokrej lub suchej.

**Tab. 3.** Zestawienie najwyższych wartości liczbowych wyhodowanych drobnoustrojów oraz grzybów strzępkowych z uwzględnieniem sposobu pobrania wymazu oraz rodzaju zastosowanego podłoża

Badana cecha	Metal	Tkanina	Papier	Fibra	Drewno
Ogólna liczba mikroorganizmów					
Liczba kolonii drobnoustrojów	$>3,0 \times 10^6$	$5,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^3$	$>3,0 \times 10^6$	$5,5 \times 10^4$
Jednostka	jtk/pow. zamka		jtk/25 cm <sup>2</sup>		
Rodzaj wymazu	w. mokra	gąbka	gąbka	gąbka	w. sucha
Liczba grzybów strzępkowych					
Liczba kolonii grzybów	$1,9 \times 10^3$	$7,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$	$1,9 \times 10^3$
Jednostka	jtk/pow. zamka		jtk/25 cm <sup>2</sup>		
Podłoże	Sabouraud	Sabouraud	Sabouraud	Sabouraud	Sabouraud
Rodzaj wymazu	w. sucha	w. sucha	w. sucha	w. sucha/ gąbka	w. mokra

Najwięcej grzybów wyhodowano, pobierając wymazy wymazówką suchą. Jest to sposób pobierania próbek, który nie uszkadza powierzchni obiektu i może być stosowany do wszystkich rodzajów materiałów.

Najlepszym podłożem do oznaczania grzybów okazała się pożywka Sabouraud. Jej zastosowanie pozwoliło wyhodować największą ilość grzybów strzępkowych w 14 na 15 przypadków. Niejednokrotnie są to znacznie większe ilości pleśni niż przy wykorzystaniu pożywek DRBC i MEA.

## Wnioski

Przeprowadzone badania pozwoliły na wysunięcie następujących wniosków:

1. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne walizy jest bardzo zróżnicowane pod względem ilościowym w zależności od miejsca, z którego pobiera się wymaz. Najwięcej grzybów wyhodowano z papierowej etykiety naklejonej na wewnętrznej stronie wieka walizy, a największą ogólną liczbę mikroorganizmów stwierdzono na powierzchni fibry.
2. Różnice w liczbie jednostek tworzących kolonie grzybów wynikają między innymi z rodzaju podłoża zastosowanego do hodowli. Mikroorganizmy najliczniej wyrosły na pożywce Sabouraud.
3. Do oceny ilościowej grzybów strzępkowych najlepszą formą pobierania próbki jest wymaz wykonywany na sucho, a do określenia ogólnej liczby mikroorganizmów zwilżona gąbka, dla której alternatywą jest wymazówka mokra.
4. Zastosowanie gąbki jest ograniczone do powierzchni odpornych na zawilgocenie.
5. Pobieranie wymazu na sucho jest najbardziej optymalną formą pobierania próbki ze względu na brak zagrożenia uszkodzenia obiektu.
6. Aby ocenić rzeczywiste zanieczyszczenie obiektu należy pobierać wymazy z różnych jego elementów.

## Bibliografia

- Gutarowska Beata, *Niszczenie materiałów technicznych przez drobnoustroje*, „LAB Laboratoria, Aparatura, Badania” 2013, t. 18, nr 2, s. 10–14.
- Gutarowska Beata et al., *Ochrona przed mikrobiologiczną biodeteriacją w muzealnictwie*, w: *Rola nauki w zachowaniu dziedzictwa kulturowego*, red. Bogusław Więcek, Jan Perkowski, Łódź 2010.
- Jastrzębiowska Nel, Bisaga Ewelina, Dobrowolska Dorota, Maciaszczyk Mirosław, *Konserwacja waliz w Państwowym Muzeum Auschwitz-Birkenau w Oświęcimiu*, w: *Sztuka, rzemiosło, przemysł z XIX–XX wieku: zagadnienia konserwatorskie*, red. Elżbieta Jabłońska, Jolanta Czuczko, Toruń 2016.
- Mikrobiologia materiałów*, red. Bronisław Zyska, Zofia Żakowska, Łódź 2005.
- Mikrobiologia techniczna*, t. 1: *Mikroorganizmy i środowiska ich występowania*, red. Zdzisława Libudzisz, Krystyna Kowal, Zofia Żakowska, Warszawa 2007.
- Niesler Anna et al., *Microbial contamination of storerooms at the Auschwitz-Birkenau Museum*, „Aerobiologia” 2010, vol. 26, nr 2, s. 125–133.
- Strzelczyk Alicja, Karbowska-Berent Joanna, *Drobnoustroje i owady niszczące zabytki i ich zwalczanie*, Toruń 2004.
- Szostak-Kot Jadwiga, *Zagrożenia mikrobiologiczne zbiorów muzealnych i bibliotecznych*, materiały dla studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2010.
- Trzcińska Ilona, *Ochrona zasobu archiwalnego poprzez wykorzystanie komory fumigacyjnej*, 29 czerwca 2012, [www.awo.wp.mil.pl/pl/15\\_21.html](http://www.awo.wp.mil.pl/pl/15_21.html).
- Wolejko Elżbieta, Matejczyk Marzena, *Problem korozji biologicznej w budownictwie*, „Budownictwo i Inżynieria Środowiska” 2011, t. 2, nr 2, s. 191–195, [www.biswbis.pb.edu.pl/2011\\_02/011.pdf](http://www.biswbis.pb.edu.pl/2011_02/011.pdf).
- Zbrzeska Teresa, *Chronić dla przyszłości*, Oświęcim 2003.