

Wpłynęło 07.02.2017 r.  
Zrecenzowano 02.03.2017 r.  
Zaakceptowano 14.03.2017 r.  
A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

# BEZPIECZEŃSTWO BIOLOGICZNE W WYBRANYCH SKLEPACH ZOOLOGICZNYCH NA TERENIE KRAKOWA

**Karol BULSKI** ABCDEF

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Katedra Mikrobiologii

## Streszczenie

W ostatnich latach w Polsce zwiększa się liczba sklepów zoologicznych. Ze względu na specyficzną sprzedaż (hodowla i sprzedaż zwierząt domowych), badane środowisko wewnętrzne może być zanieczyszczone pod względem mikrobiologicznym. Sklepy zoologiczne są więc obiektami, w których może występować narażenie pracowników i klientów na szkodliwe czynniki biologiczne. Stąd też celem niniejszych badań było określenie jakości mikrobiologicznej powietrza występującego w wybranych sklepach zoologicznych na terenie Krakowa. Pomiar bioaerozolu wykonano w trzech wybranych sklepach zoologicznych w Krakowie, w okresie letnim i zimowym 2016/2017 r. Próbkę bioaerozolu pobierano za pomocą 6-stopniowego impaktora kaskadowego Andersena. Największe stężenie bakterii odnotowano w sklepie z gryzoniami ( $2\ 859\ \text{jtk}\cdot\text{m}^{-3}$ ), a grzybów w sklepie terrarystycznym ( $1\ 027\ \text{jtk}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Stwierdzono, że skład jakościowy dominujących gatunków bakterii świadczy o tym, że ich źródłem w badanych wnętrzach sklepowych mogą być hodowane tam zwierzęta oraz klienci i pracownicy sklepu.

**Słowa kluczowe:** bioaerozol, jakość powietrza, sklep zoologiczny, zwierzęta

## WSTĘP

Jednym z czynników, który może wpływać na stan zdrowia ludzi, jest powietrze atmosferyczne [DOKŁADNA i in. 2015]. Występują w nim składniki, które mogą tworzyć różnego rodzaju zanieczyszczenia oraz stanowić poważny problem związany z ochroną zdrowia. Mikroorganizmy występujące w powietrzu, takie jak bakterie i grzyby, mogą powodować infekcje, choroby immunotoksyczne i alergię

[KARWOWSKA 2003]. Narażenie na szkodliwe dla zdrowia składniki bioaerozoli w miejscu pracy może być więc przyczyną niekorzystnych skutków zdrowotnych, a zagrożenie ze strony czynników biologicznych będzie związane z wykonywaniem określonego zawodu i obecnością oraz właściwościami danego czynnika [DUTKIEWICZ 2004; DUTKIEWICZ, GÓRNY 2002].

W Polsce w 2016 r. funkcjonowało ok. 3 tys. sklepów zoologicznych i ich liczba zwiększa się systematycznie [KARATYSZ 2016]. Klienci takich sklepów, oprócz karmy i akcesoriów, mogą nabyć również same zwierzęta. Według CLEAVELANDA i in. [2001], spośród 1 415 czynników chorobotwórczych dla człowieka, aż 61,6% jest przenoszone ze zwierząt. Ze względu na specyfikę sprzedaży – hodowlę zwierząt oraz zoonozy przenoszone przez zwierzęta [WIJASZKA, TRUSZCZYŃSKI 2010], sklepy zoologiczne mogą być obiektami związanymi z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne.

Uwzględniając ten stan rzeczy, celem niniejszych badań było określenie jakości mikrobiologicznej powietrza w wybranych sklepach zoologicznych na terenie Krakowa.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Pomiary bioaerozolu wykonano w pomieszczeniach trzech sklepów zoologicznych w Krakowie. Do badań wytypowano:

- a) sklep akwarystyczny, o łącznej powierzchni 30 m<sup>2</sup>, w którym znajdowało się 12 akwariów z ok. 90 rybkami przeznaczonymi do sprzedaży;
- b) sklep z gryzoniemi, o łącznej powierzchni 35 m<sup>2</sup>, z 6 klatkami, w których hodowano w sumie 18 zwierząt – kawie domowe i chomiki;
- c) sklep terrarystyczny, o łącznej powierzchni 52 m<sup>2</sup>, z 22 terrariami, w których hodowano ok. 50 zwierząt (gady i płazy).

Badania przeprowadzono w dwóch turach pomiarowych (2016/2017): w czasie trwania przyjętego umownie sezonu „zimowego” (okres od października do marca, w którym średnia temperatura powietrza zewnętrznego utrzymywała się poniżej 10°C przez co najmniej 7 dni) oraz „letniego” (okres od kwietnia do września, o średniej temperaturze powietrza zewnętrznego powyżej 10°C, utrzymującej się przez co najmniej 7 dni). W przypadku każdego ze sklepów wyznaczono dwa punkty poboru próbek powietrza – jeden wewnątrz sklepu oraz jeden na zewnątrz sklepu (w odległości ok. 25 m od sklepu, w każdym przypadku przy ulicy o umiarkowanym ruchu samochodów i pieszych), w celu uzyskania danych dla wyznaczenia „tła zewnętrznego”. W każdym sklepie badane pomieszczenia były naturalnie przewietrzane, w każdym z tych pomieszczeń pobierano próbki powietrza w godzinach otwarcia sklepu i w obecności klientów.

Próbki bioaerozolu na każdym z badanych stanowisk pomiarowych były pobierane za pomocą 6-stopniowego impaktora Andersena (model 10-710, Graseby-An-

dersen, Inc., Atlanta, GA, USA), w trzech powtórzeniach w każdym punkcie pomiarowym. Aparat umieszczano na wysokości 1,5 m nad podłogą lub gruntem (pomiary zewnętrzne) w celu pobrania próbek ze strefy oddechowej człowieka. Zastosowano 5-minutowy czas poboru aerozoli bakteryjnych i grzybowych. Próbkę pobierano w warunkach prędkości przepływu  $28,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ . Do hodowli mikroorganizmów zastosowano następujące podłoża mikrobiologiczne: agar tryptozowo-sojowy (TSA LAB-AGAR™, Biocorp) z 5-proc. dodatkiem krwi baraniej dla bakterii oraz agar słodowy (Malt Extract Agar, Biocorp) do grzybów pleśniowych.

W trakcie poboru próbek powietrza wykonano także pomiary temperatury i wilgotności względnej powietrza z użyciem anemometru Kestrel 4000 oraz pomiary zapylenia analizatorem pyłu DustTrak II (model 8530, TSI Inc., Shoreview, MN, USA).

Płytki z TSA inkubowano przez 1 dobę w  $37^\circ\text{C}$ , następnie 3 doby w  $22^\circ\text{C}$  i kolejne 3 doby w  $4^\circ\text{C}$ . Płytki z MEA inkubowano 4 doby w  $30^\circ\text{C}$ , następnie 4 doby w  $22^\circ\text{C}$ . Po okresie inkubacji płytek przeprowadzono analizę ilościową wyrosłych mikroorganizmów. Stężenie bioaerozolu obliczono jako liczbę jednostek tworzących kolonie na metr sześcienny powietrza ( $\text{jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ ), osobno dla każdej z badanych grup mikroorganizmów.

Ze względu na specyfikę badanego środowiska, szczegółowej analizie jakościowej poddano szczepy bakterii, wyizolowane w okresie letnim z powietrza pobieranego wewnątrz każdego sklepu. Identyfikacja drobnoustrojów została wykonana metodą spektroskopii masowej (MALDI TOF MS), z użyciem desorpcji/ionizacji laserowej, wspomaganą matrycą z analizatorem czasu przelotu, analizatorem MALDI Biotyper (Bruker).

Zebrane dane dotyczące analizy powietrza charakteryzowały się rozkładem nieparametrycznym, dlatego do oceny statystycznej zastosowano test Kruskala–Wallisa oraz korelację według Spearmana. Do analizy statystycznej użyto programu Statistica 12.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki pomiarów stężeń aerozolu bakteryjnego i grzybowego w wybranych sklepach zoologicznych przedstawiono w tabeli 1. Wykazały one, że stężenie bakterii wahało się od  $312 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  do  $2\,859 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  dla powietrza wewnątrz sklepów i od  $152 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  do  $1\,081 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  dla powietrza zewnętrznego. Największe stężenie aerozolu bakteryjnego odnotowano latem w sklepie z gryzoniami ( $2\,859 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ ), najmniejsze zaś zimą w sklepie terrarystycznym ( $312 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ ). W okresie letnim nie stwierdzono istotnych różnic w wartościach stężenia aerozolu bakteryjnego między badanymi sklepami (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ), natomiast w okresie zimowym stężenie aerozolu bakteryjnego w sklepie terrarystycznym było istotnie mniejsze niż stężenie bakterii w pozostałych sklepach (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ). Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono istotnych różnic

**Tabela 1.** Stężenie aerozolu bakteryjnego i grzybowego ( $\text{jtk}\cdot\text{m}^{-3}$ ) na terenie badanych sklepów zoologicznych w Krakowie**Table 1.** The concentration of bacterial and fungal aerosol ( $\text{CFU}\cdot\text{m}^{-3}$ ) at pet stores in Cracow

Środowisko Environment	Punkt pomiarowy Measuring point	Pora roku Season	Bakterie Bacteria	Bakterie $\beta$ -hemolizujące $\beta$ -hemolysis bacteria	Grzyby Fungi
Sklep akwary- styczny Aquarium store	wnętrze sklepu store interiors	lato summer	1 426	77	240
		zima winter	950	53	251
Aquarium store	tło zewnętrzne outdoor air	lato summer	214	9	247
		zima winter	219	14	77
Sklep z gryzo- niami Store with rodent	wnętrze sklepu store interiors	lato summer	2 859	682	813
		zima winter	1 067	163	413
Store with rodent	tło zewnętrzne outdoor air	lato summer	1 081	49	374
		zima winter	275	14	102
Sklep terrary- styczny Reptile store	wnętrze sklepu store interiors	lato summer	438	215	1 027
		zima winter	312	32	894
Reptile store	tło zewnętrzne outdoor air	lato summer	285	21	731
		zima winter	152	7	98

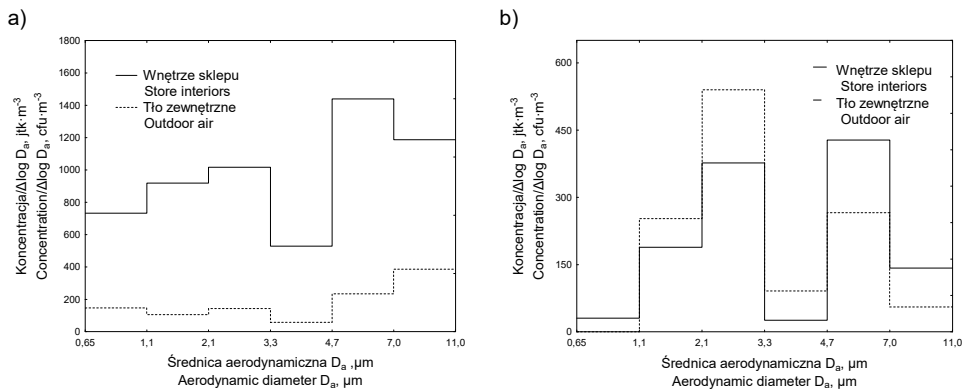
Źródło: wyniki własne. Source: own study.

w stężeniu aerozolu bakteryjnego badanych wewnątrz sklepowych między okresem zimowym i letnim (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ). W przypadku sklepu akwarystycznego, zarówno w lecie, jak i w zimie, stężenie aerozolu bakteryjnego było istotnie większe wewnątrz sklepu, w porównaniu z tłem zewnętrznym (test Kruskala–Wallisa:  $p < 0,05$ ). Istotnie większe stężenie aerozolu bakteryjnego wewnątrz sklepu, w porównaniu z tłem zewnętrznym, odnotowano w okresie zimowym w sklepie z gryzoniami (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ). W przypadku sklepu terrarystycznego brak było statystycznie istotnych różnic w wartościach stężeń tych mikroorganizmów w badanym wnętrzu i w powietrzu zewnętrznym, zarówno w okresie letnim, jak i zimowym (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ). Większe stężenie aerozolu bakteryjnego wewnątrz badanych pomieszczeń, w porównaniu z tłem zewnętrznym, może wynikać z faktu, że drobnoustroje w powietrzu wewnętrznym są mniej narażone na czynniki mikroklimatyczne, w związku z tym stężenie bakterii mogło nie podlegać tak dużym wahaniom, jak w środowisku zewnętrznym [CHMIEL i in. 2015]. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że wartości stężeń aerozolu bakteryjnego, uzyskane w niniejszej pracy, są mniejsze od zalecanych przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy wartości referencyjnych dla bakterii w pomieszczeniach mieszkalnych i użyteczności publicznej ( $5000 \text{ jtk}\cdot\text{m}^{-3}$ ) [GÓRNY 2010].

Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły również stwierdzić, że w powietrzu wewnątrz każdego z badanych sklepów występowały bakterie  $\beta$ -hemolizujące, będące wskaźnikiem skażenia powietrza przez drobnoustroje potencjalnie chorobotwórcze, które pochodzą z układu oddechowego ludzi i zwierząt [BUDZIŃSKA i in. 2011]. Ich największe stężenie w okresie letnim i zimowym odnotowano w powietrzu wewnątrz sklepu z gryzoniami (odpowiednio:  $682 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  i  $163 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ ). Stężenia te były istotnie większe w porównaniu z wartościami stężenia tej badanej grupy bakterii, stwierdzonymi we wnętrzach pozostałych sklepów (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ). Obecność w powietrzu pomieszczeń sklepowych bakterii potencjalnie chorobotwórczych może świadczyć o ryzyku narażenia pracowników i klientów tego rodzaju sklepów na szkodliwe czynniki biologiczne [KRAJEWSKI i in. 2001].

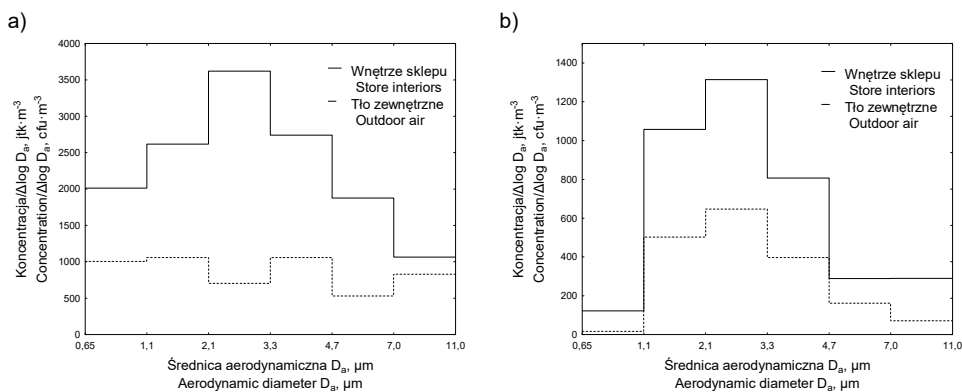
Wyniki analiz pozwoliły stwierdzić, że stężenie aerozolu grzybowego w badanych wnętrzach mieściło się w zakresie od  $77 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  do  $1\,027 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ . Największe stężenie aerozolu grzybowego odnotowano w sklepie terrarystycznym w okresie letnim ( $1\,027 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ ), najmniejsze zaś w sklepie akwarystycznym, również w porze letniej ( $240 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ ). Wykazano, że stężenie aerozolu grzybowego nie różniło się istotnie między badanymi sklepami (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ). W okresie zimowym natomiast stężenie aerozolu grzybowego w sklepie terrarystycznym było istotnie większe niż stężenie grzybów w pozostałych sklepach (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ). Przeprowadzona analiza nie wykazała istotnych różnic w stężeniu grzybów w powietrzu wewnątrz każdego sklepu pomiędzy okresem zimowym i letnim (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w porze zimowej stężenie aerozolu grzybowego było istotnie większe wewnątrz sklepu, w porównaniu z tłem zewnętrznym (test Kruskala–Wallisa:  $p > 0,05$ ). Należy podkreślić, że zwiększone stężenie grzybów w powietrzu może prowadzić do różnych chorób, od alergii do poważnych infekcji systemowych [CYPROWSKI i in. 2008]. Warto pamiętać, że źródłem grzybów mogą być także zakażone zwierzęta (grzybica odzwierzęca) [ŚPIEWAK 2003]. Wartości stężeń aerozolu grzybowego, uzyskane w wyznaczonych sklepach zoologicznych, są mniejsze niż zalecane przez wspomniany wcześniej Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych wartości referencyjnych dla grzybów w pomieszczeniach mieszkalnych i użyteczności publicznej ( $5\,000 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ ) [GÓRNY 2010].

Zastosowanie w badaniach bioaerozolu 6-stopniowego impaktora kaskadowego Andersena umożliwiło uzyskanie informacji na temat rozkładu ziarnowego mikroflory powietrza na terenie badanych sklepów zoologicznych. Rozkłady ziarnowe aerozolu bakteryjnego i grzybowego przedstawiono na rysunkach 1–3. Na podstawie analizy krzywej rozkładu ziarnowego można stwierdzić, że średnie stężenie bakterii i grzybów w sklepie akwarystycznym osiągało maksymalne wartości w zakresie  $4,7\text{--}7,0 \mu\text{m}$ . Wskazuje to na obecność w powietrzu małych agregatów bakteryjnych i grzybowych, jak i agregatów bakteryjno-pyłowych i grzybowo-pyłowych. Świadczy to również o tym, że największy „ładunek” tych mikroorga-



Rys. 1. Rozkłady ziarnowe bioaerozolu w środowisku zewnętrznym i wewnątrz sklepu akwarystycznego: a) bakterie, b) grzyby; źródło: wyniki własne

Fig. 1. Bioaerosol size distribution in outdoor and indoor air at aquarium store: a) bacteria, b) fungi; source: own study

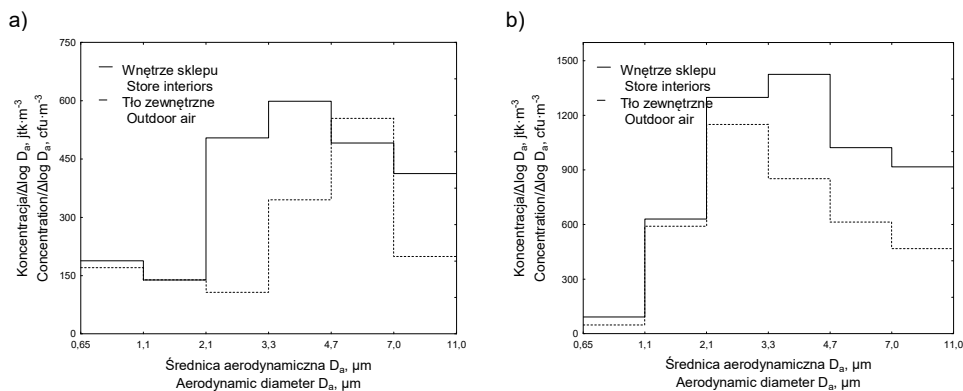


Rys. 2. Rozkłady ziarnowe bioaerozolu w środowisku zewnętrznym i wewnątrz sklepu z gryzoniami: a) bakterie, b) grzyby; źródło: wyniki własne

Fig. 2. Bioaerosol size distribution in outdoor and indoor air at store with rodent: a) bacteria, b) fungi; source: own study

nizmów może dotrzeć w układzie oddechowym człowieka do rejonu jamy ustnej, jamy nosowej i gardła.

W przypadku sklepu z gryzoniami średnie stężenie bakterii i grzybów osiągały maksymalne wartości w zakresie średnic 2,1–3,3 μm. Wskazuje to na obecność w powietrzu pojedynczych komórek oraz małych agregatów bakteryjnych i grzybowych. Mikroorganizmy te mogą docierać w układzie oddechowym człowieka do oskrzelików płucnych. Z analizy przebiegu krzywych rozkładów ziarnowych bioaerozolu w sklepie terrarystycznym wynika, że bakterie i grzyby osiągały swoje maksymalne wartości w zakresie średnic 3,3–4,7 μm. Świadczy to o obecności



Rys. 3. Rozkłady ziarnowe bioaerozolu w środowisku zewnętrznym i wewnątrz sklepu terrarystycznego: a) bakterie, b) grzyby; źródło: wyniki własne

Fig. 3. Bioaerosol size distribution in outdoor and indoor air at reptile store: a) bacteria, b) fungi; source: own study

w powietrzu badanego sklepu małych agregatów bakteryjnych i grzybowych. Fakt ten wskazuje, że mikroorganizmy te mogą być deponowane w układzie oddechowym człowieka w największych ilościach w tchawicy i oskrzelach pierwszorzędowych [CHMIEL i in. 2015; OWEN, ENSOR 1992; WLAZŁO i in. 2008]. Warto również zauważyć, że przebieg krzywych rozkładów ziarnowych aerozolu grzybowego w pomieszczeniu wewnętrznym i tle zewnętrznym był zbliżony w przypadku każdego badanego sklepu.

Jak wiadomo, ważnym czynnikiem wpływającym na stężenie bioaerozolu są parametry mikroklimatyczne [BARABASZ i in. 2005; KATIAL i in. 1997]. Dane dotyczące temperatury i wilgotności względnej powietrza oraz zapylenia przedstawiono w tabeli 2. i 3. Analiza wpływu parametrów mikroklimatycznych na zaobserwowany poziom aerozolu bakteryjnego i grzybowego wykazała, że czynniki te miały znaczący wpływ na stężenie bakterii oraz grzybów występujących w powietrzu badanych wnętrz. Stwierdzono istotną korelację między stężeniem aerozolu bakteryjnego i grzybowego, a temperaturą powietrza (dla bakterii  $R = 0,36$  dla  $p < 0,05$ , dla grzybów  $R = 0,62$  dla  $p < 0,05$ ). Świadczy to o wzroście stężenia badanego bioaerozolu w powietrzu wraz ze wzrostem temperatury. Nie stwierdzono natomiast istotnej korelacji między stężeniem badanego bioaerozolu, a wilgotnością względną powietrza oraz stężeniem pyłu frakcji 1,0; 2,5; 4,0 i 10,0  $\mu\text{m}$  ( $p > 0,05$ ).

Udziały procentowe zidentyfikowanych bakterii w stosunku do całości mikroflory bakteryjnej powietrza w badanych pomieszczeniach sklepowych przedstawiono na rysunku 4. Zidentyfikowano łącznie 12 gatunków bakterii. W badanych pomieszczeniach dominującymi grupami mikroorganizmów były Gram-dodatnie ziarenkowce z rodzaju *Micrococcus*, *Kocuria* i *Staphylococcus*, laseczki z rodzaju

**Tabela 2.** Wartości parametrów mikroklimatycznych powietrza oraz stężenia pyłu w środowisku wewnętrznym oraz zewnętrznym na terenie badanych sklepów zoologicznych w okresie letnim

**Table 2.** The values of microclimatic parameters and concentration of dust in the indoor and outdoor air at the studied pet stores in Cracow during summer season

Środowisko Environment	Punkt pomiarowy Measuring point	Temperatura Temperature °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Stężenie pyłu, mg·m <sup>-3</sup> Concentration of dust, mg·m <sup>-3</sup>			
				frakcja fraction 10,0 μm	frakcja fraction 4,0 μm	frakcja fraction 2,5 μm	frakcja fraction 1,0 μm
Sklep akwary- styczny Aquarium store	wnętrze sklepu store interiors	22,1	67,7	0,071	0,070	0,071	0,069
	tło zewnętrzne outdoor air	32,3	36,2	0,064	0,080	0,066	0,061
Sklep terrary- styczny Reptile store	wnętrze sklepu store interiors	23,7	51,1	0,056	0,054	0,054	0,060
	tło zewnętrzne outdoor air	21,7	51,1	0,050	0,049	0,050	0,061
Sklep z gry- zoniami Store with rodent	wnętrze sklepu store interiors	23,3	69,5	0,064	0,062	0,071	0,063
	tło zewnętrzne outdoor air	22,8	89,5	0,062	0,062	0,062	0,057

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

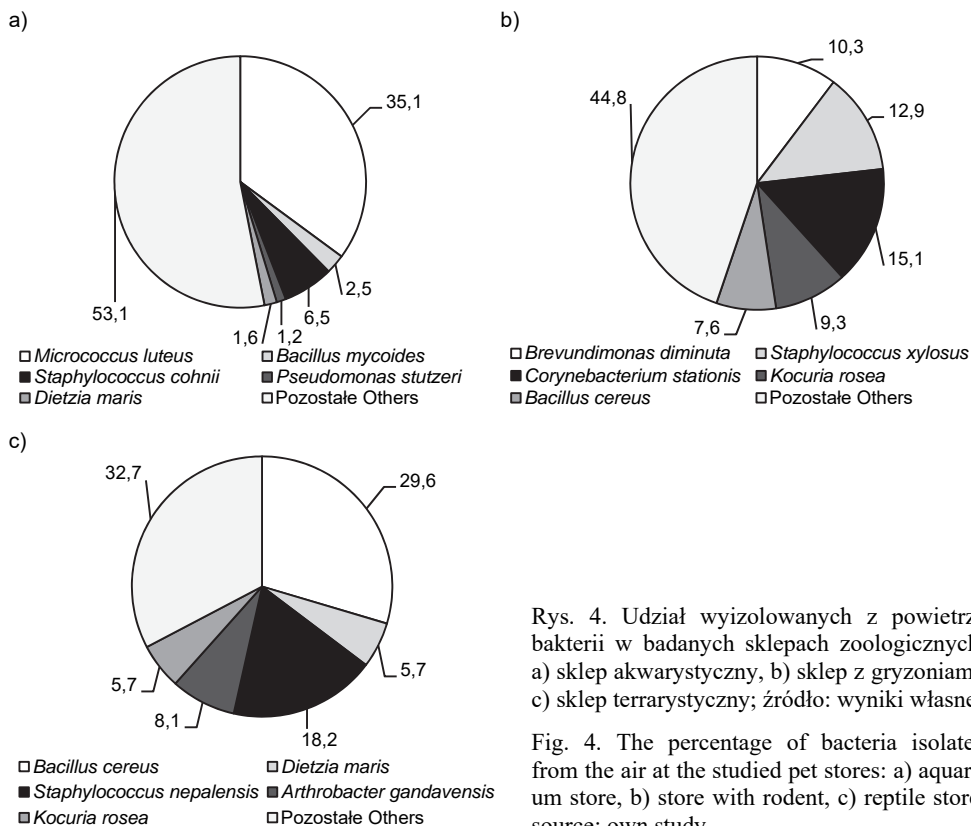
**Tabela 3.** Wartości parametrów mikroklimatycznych powietrza oraz stężenia pyłu w środowisku wewnętrznym oraz zewnętrznym na terenie badanych sklepów zoologicznych w okresie zimowym

**Table 3.** The values of microclimatic parameters and concentration of dust in the indoor and outdoor air at the studied pet stores in Cracow during winter season

Środowisko Environment	Punkt pomiarowy Measuring point	Temperatura Temperature °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Stężenie pyłu, mg·m <sup>-3</sup> Concentration of dust, mg·m <sup>-3</sup>			
				frakcja fraction 10,0 μm	frakcja fraction 4,0 μm	frakcja fraction 2,5 μm	frakcja fraction 1,0 μm
Sklep akwary- styczny Aquarium store	wnętrze sklepu store interiors	13,2	70,2	0,060	0,061	0,062	0,054
	tło zewnętrzne outdoor air	5,4	75,3	0,073	0,070	0,070	0,068
Sklep terrary- styczny Reptile store	wnętrze sklepu store interiors	17,4	89,0	0,075	0,799	0,872	1,010
	tło zewnętrzne outdoor air	8,3	63,8	0,068	0,061	0,058	0,070
Sklep z gry- zoniami Store with rodent	wnętrze sklepu store interiors	16,5	42,9	0,071	0,072	0,070	0,063
	tło zewnętrzne outdoor air	3,7	73,4	0,068	0,071	0,072	0,067

Źródło: wyniki własne. Source: own study.





Rys. 4. Udział wyizolowanych z powietrza bakterii w badanych sklepach zoologicznych: a) sklep akwarystyczny, b) sklep z gryzoniami, c) sklep terrarystyczny; źródło: wyniki własne

Fig. 4. The percentage of bacteria isolated from the air at the studied pet stores: a) aquarium store, b) store with rodent, c) reptile store; source: own study

*Bacillus* oraz promieniowce *Corynebacterium stationis*. W sklepie akwarystycznym dwoma gatunkami o największym udziale procentowym były *Micrococcus luteus* oraz *Staphylococcus cohnii*. Bakterie te zasiedlają naturalnie skórę człowieka, ich obecność w sklepie może być związana ze źródłami wewnętrznej emisji, którymi mógł być człowiek [GARZA-GONZ LEZ i in. 2011; WLAZŁO i in. 2008]. Obecna w badanym powietrzu bakteria *Dietzia maris* uważana jest za ludzki patogen, a jej źródłem mogą być zwierzęta [KOERNER i in. 2009]. Z analizy otrzymanych danych wynika, że z powietrza sklepu z gryzoniami wyizolowano bakterię *Staphylococcus xylosus*, która bytuje na skórze ludzi i zwierząt (w przypadku zwierząt głównie na skórze gryzoni) [GOZALO i in. 2010]. Warto również zwrócić uwagę, że w powietrzu sklepu terrarystycznego dominującym gatunkiem bakterii była laseczka *Bacillus cereus*. Bakterie z rodzaju *Bacillus* występują głównie w środowisku zewnętrznym (np. gleba, rośliny) i mogą być przenoszone przez ludzi do wnętrza pomieszczeń (np. na ubraniach czy obuwiu) [WLAZŁO i in. 2008].

## WNIOSKI

1. Wyniki badań przeprowadzonych w wybranych sklepach zoologicznych na terenie Krakowa wskazują, że największe stężenie aerozolu bakteryjnego występuje w sklepie z gryzoniami, a aerozolu grzybowego w sklepie z gadami i płazami.

2. Na podstawie analizy uzyskanych wyników wykazano, że większe stężenie bioaerozolu w pomieszczeniach sklepowych w porównaniu ze stężeniem bioaerozolu na zewnątrz sklepu oraz skład jakościowy dominujących grup mikroorganizmów świadczą o tym, że źródłem bakterii w badanych wnętrzach mogą być hodowane tam zwierzęta oraz klienci i pracownicy sklepu.

3. Wyniki badań wskazują, że naturalna wentylacja oraz przewietrzanie badanych sklepów zapewniają odpowiednią jakość mikrobiologiczną powietrza.

4. Wyniki przeprowadzonych analiz wskazały, że wartości stężeń bioaerozolu, uzyskane w niniejszej pracy, są mniejsze od zalecanych wartości referencyjnych dla bakterii i grzybów w pomieszczeniach mieszkalnych i użyteczności publicznej.

Badania sfinansowane z dotacji celowej na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich finansowanych w trybie konkursowym w 2016 r. (Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, BM 4186).

## BIBLIOGRAFIA

- BARABASZ W., ALBIŃSKA D., VOŽIŠEK K., RŮŽEK L. 2005. Emisja i rozprzestrzenianie się mikroorganizmów wokół składowisk odpadów komunalnych [Emission and spread of microorganisms around municipal landfills]. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 505 s. 25–39.
- BUDZIŃSKA K., JUREK A., SZEJNIOK B., MICHALSKA M., WROŃSKI G. 2011. Mikrobiologiczne zanieczyszczenie powietrza na terenie oczyszczalni ścieków komunalnych [Microbiological air pollution in the area of municipal sewage treatment plant]. Rocznik Ochrona Środowiska. T. 13 s. 1543–1558.
- CHMIEL M.J., FRĄCZEK K., GRZYB J. 2015. Problemy monitoringu zanieczyszczeń mikrobiologicznych powietrza [The problems of microbiological air contamination monitoring]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 15. Z. 1(49) s. 17–27.
- CLEAVELAND S., LAURENSEN M.K., TAYLOR M.H. 2001. Diseases of humans and their domestic animals: pathogens characteristics, host range and the risk of emergence. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. No. 356 s. 991–999.
- CYPROWSKI M., SOWIAK M., SOROKA P.M., BUCZYŃSKA A., KOZAJDA A., SZADKOWSKA-STANCIK I. 2008. Ocena zawodowej ekspozycji na aerozole grzybowe w oczyszczalni ścieków [Assessment of occupational exposure to fungal aerosols in wastewater treatment plants]. Medycyna Pracy. Nr 59(5) s. 365–367.
- DOKLADNA W., DONDESKI W., KUBERA Ł., MAŁECKA-ADAMOWICZ M., STUZIŃSKA J. 2015. Mikrobiologiczna jakość powietrza w wybranych przedszkolach oraz antybiotykooporność bakterii z rodzaju *Staphylococcus* spp. [Microbiological air quality in some kindergartens and antibiotic resistance of bacteria of the *Staphylococcus* spp. genus]. Medycyna Pracy. Nr 66(1) s. 49–56.

- DUTKIEWICZ J. 2004. Biologiczne czynniki zagrożenia zawodowego – aktualne problemy [Occupational biohazards: current issues]. *Medycyna Pracy*. Nr 55(1) s. 31–40.
- DUTKIEWICZ J., GÓRNY R.L. 2002. Biologiczne czynniki szkodliwe dla zdrowia – klasyfikacja i kryteria oceny narażenia [Biological factors hazardous to human health: classification and criteria of exposure assessment]. *Medycyna Pracy*. Nr 53(1) s. 29–39.
- GARZA-GONZ LEZ E., MORFIN-OTERO R., MART NEZ-V., ZQUEZ M.A., GONZALEZ-DIAZ E., GONZ LEZ-SANTIAGO O., RODR GUEZ-NORIEGA E. 2011. Microbiological and molecular characterization of human clinical isolates of *Staphylococcus cohnii*, *Staphylococcus hominis*, and *Staphylococcus sciuri*. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*. Vol. 43(11–12) s. 930–936.
- GOZALO A.S., HOFFMANN V.J., BRINSTER L.R., ELKINS W.R., DING L., HOLLAND S.M. 2010. Spontaneous *Staphylococcus xylosus* infection in mice deficient in NADPH Oxidase and comparison with other laboratory mouse strains. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. Vol. 49(4) s. 480–486.
- GÓRNY R.L. 2010. Aerozole biologiczne – rola normatywów higienicznych w ochronie środowiska i zdrowia [Biological aerosols – a role of hygienic standards in the protection of environment and health]. *Medycyna Środowiskowa*. Nr 13 s. 41–51.
- KARATYSZ M. 2016. Jak wygląda rynek sieci zoologicznych? [How does a pet shops system look like?]. *Rynek Zoologiczny*. Nr 4 s. 18–21.
- KARWOWSKA E. 2003. Microbiological air contamination in some education settings. *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 12(2) s. 181–185.
- KATIAL R.K., ZHANG Y., JONES R.H., DYER P.D. 1997. Atmospheric mold spore counts in relation to meteorological parameters. *International Journal of Biometeorology*. Vol. 41(1) s. 17–22.
- KOERNER R.J., KOLEŻKA M., JONES A.L. 2009. The genus *Dietzia*: a new home for some known and emerging opportunist pathogens. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*. Vol. 55(3) s. 296–305.
- KRAJEWSKI J.A., SZARAPIŃSKA-KWASZEWSKA J., DUDKIEWICZ B., CYPROWSKI M. 2001. Drobnoustroje żywe występujące w powietrzu na stanowiskach pracy w zakładach zajmujących się utylizacją odpadów komunalnych [Assessment of exposure to bioaerosols in workplace ambient air during municipal waste collection and disposal]. *Medycyna Pracy*. Nr 52(5) s. 343–349.
- OWEN M.K., ENSOR D.S. 1992. Airborne particles size and sources found in indoor air. *Atmospheric Environment*. Vol. 12(26A) s. 2149–2162.
- ŚPIEWAK R. 2003. Jak uchronić się przed grzybicą skóry? [How to protect against skin fungal infection?] [online]. *Dermatozy.pl*. [Dostęp 24.01.2017]. Dostępny w Internecie: <http://www.dermatozy.pl/edukacja/grzyb01.html>
- WIJASZKA T., TRUSZCZYŃSKI M. 2010. Zagrożenia zdrowia człowieka ze strony drobnoustrojów zoonotycznych [Hazards of human health from the animal reservoir of zoonotic microorganisms]. *Nauka*. Nr 4 s. 61–67.
- WŁAZŁO A., GÓRNY R.L., ZŁOTKOWSKA R., ŁAWNICZEK A., ŁUDZEŃ-IZBIŃSKA B., HARKAWY A.S., ANCZYK E. 2008. Narażenie pracowników na wybrane szkodliwe czynniki biologiczne w bibliotekach województwa śląskiego [Workers' exposure to selected biological agents in libraries of upper Silesia]. *Medycyna Pracy*. Nr 59(2) s. 159–170.

Karol BULSKI

## BIOLOGICAL SAFETY AT SELECTED PET STORES IN CRACOW

**Key words:** air, animals, bioaerosol, pet store

### S u m m a r y

The number of pet shops that sells reptiles and amphibians increased in Poland in recent years. Due to the nature of the sale (breeding and selling pets), that kind of environment can be microbiologically contaminated. Therefore, pet stores are facilities, where workers and customers can be exposed to biological agents. The objective of the study was to characterize the microbiological quality of air in selected pet stores in Cracow. Bioaerosol measurements were performed in three selected pet stores in Cracow, in summer and winter season of 2016/2017. The air samples were collected using a 6-stage Andersen's air sampler. The results showed that the highest concentration of bacteria was observed in the store with rodents ( $2\ 859\ \text{CFU}\cdot\text{m}^{-3}$ ) and the highest concentration of the fungi was observed in reptile store ( $1\ 027\ \text{CFU}\cdot\text{m}^{-3}$ ). It was found that the qualitative composition of the dominant bacteria species indicates that the source of bacteria in the studied shops interiors can be the animals and the customers or store employees.

**Adres do korespondencji:** mgr inż. Karol Bulski, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Katedra Mikrobiologii, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków; tel. + 48 516-743-149, e-mail: karolbulski@gmail.com