

Małgorzata Gołofit-Szymczak

Rafał L. Górny

Anna Ławniczek-Wałczyk

Marcin Cyprowski

Agata Stobnicka

## AEROZOLE BAKTERYJNE I GRZYBOWE W ŚRODOWISKU PRACY FIRM SPRZĄTAJĄCYCH

BACTERIAL AND FUNGAL AEROSOLS IN THE WORK ENVIRONMENT OF CLEANERS

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy / Central Institute for Labour Protection – National Research Institute, Warszawa, Poland

Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych, Pracownia Zagrożeń Biologicznych / Department of Chemical, Aerosol and Biological Hazards, Laboratory of Biohazards

### STRESZCZENIE

**Wstęp:** Prace porządkowe są prowadzone w niemal wszystkich gałęziach gospodarki. Pracownicy firm sprzątających są narażeni na działanie różnego rodzaju szkodliwych czynników biologicznych, charakterystycznych nie tylko dla czynności, jakie wykonują, ale i dla sektora, w którym pracują. Celem pracy była ocena narażenia pracowników firm sprzątających na szkodliwe czynniki biologiczne w oparciu o ilościowe i jakościowe badania mikroflory powietrza. **Materiał i metody:** Badania bioaerologii przeprowadzono z wykorzystaniem 6-stopniowego impaktora typu Andersena. Powierzchnię wychwytu stanowiły standardowe płytki Petriego, wypełnione agarem tryptozowo-sojowy lub agarem słodowym, do oznaczania bakterii lub grzybów. Próbkę powietrza pobierano na stanowiskach pracy personelu sprzątającego podczas typowego cyklu pracy w budynkach biurowych, szkołach, placówkach służby zdrowia, warsztatach samochodowych i sklepach wielkopowierzchniowych. **Wyniki:** Średnie stężenie aerozolu bakteryjnego i grzybowego na badanych stanowiskach pracy personelu sprzątającego było niższe od wartości dopuszczalnych dla stężeń bakterii i grzybów w pomieszczeniach użyteczności publicznej. Wśród wyizolowanych bakterii dominowały ziarniaki Gram-dodatnie (głównie z rodzajów *Micrococcus* i *Staphylococcus*), laseczek Gram-dodatnich (głównie z rodzaju *Bacillus*). Wśród grzybów dominowały pleśnie z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*. Na podstawie danych uzyskanych w niniejszym badaniu o rozkładach ziarnowych można stwierdzić, że bioaerol obecny na badanych stanowiskach pracy w sklepach, szkołach i warsztatach samochodowych może być przyczyną podrażnienia błon śluzowych nosa i oczu oraz występowania reakcji alergicznych w postaci np. astmy lub alergicznego zapalenia wśród personelu sprzątającego. **Wnioski:** Z przeprowadzonych badań wynika, że działalność zawodowa pracowników firm sprzątających jest związana z narażeniem na występujące w powietrzu szkodliwe czynniki biologiczne, zaklasyfikowane do 1. i 2. grupy zagrożenia, które stwarzają zagrożenie dla układu oddechowego. Med. Pr. 2015;66(6):779–791

**Słowa kluczowe:** narażenie zawodowe, bioaerol, bakterie, grzyby, personel sprzątający, impaktor Andersena

### ABSTRACT

**Background:** Cleaning services are carried out in almost all sectors and branches of industry. Due to the above, cleaners are exposed to various harmful biological agents, depending on the tasks performed and the commercial sector involved. The aim of this study was to assess the exposure of cleaning workers to biological agents based on quantitative and qualitative characteristics of airborne microflora. **Material and Methods:** A six-stage Andersen sampler was used to collect bioaerosols during the cleaning activities in different workplaces, including schools, offices, car services, healthy services and shops. Standard Petri dishes filled with blood trypticase soy agar and malt extract agar were used for bacterial and fungal sampling, respectively. **Results:** The bioaerosol concentration values obtained during testing of selected workposts of cleaners were lower than the Polish recommended threshold limit values for microorganisms concentrations in public service. The most prevalent bacterial species in studied places were Gram-positive cocci (mainly of genera *Micrococcus*, *Staphylococcus*) and endospore-forming Gram-positive rods (mainly of genera *Bacillus*). Among the most common fungal species were those from genera *Penicillium* and *Aspergillus*. The size distribution analysis revealed that bioaerosols present in the air of workposts at shops, schools and car services may be responsible for nose and eye mucosa irritation and allergic reactions in the form of asthma or allergic inflammation in the cleaning workers. **Conclusions:** The study shows that occupational activities of cleaning workers are associated with exposure to airborne biological agents classified into risk groups, 1. and 2., according to their level of infection risk, posing respiratory hazard. Med Pr 2015;66(6):779–791

**Key words:** occupational exposure, bioaerosol, bacteria, fungi, cleaning workers, Andersen sampler

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Małgorzata Gołofit-Szymczak, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych, Pracownia Zagrożeń Biologicznych, ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, e-mail: magol@ciop.pl  
Nadesłano: 7 sierpnia 2015, zatwierdzono: 15 października 2015

## WSTĘP

Branża utrzymania czystości jest jednym z największych i najbardziej dynamicznych sektorów usługowych w Unii Europejskiej. Dla użytkowników pomieszczeń ważne są skuteczne metody utrzymywania w czystości powierzchni wewnętrznych (podłogi, ściany, sufity) i zewnętrznych (elewacje, przeszklenia), wyposażenia wnętrz (meble, wykładziny, wyposażenie sanitarne łazienek) itp. Sektor usług dotyczących sprzątania jest zdominowany przez małe firmy, zatrudniające często mniej niż 10 pracowników. Szacowana liczba pełno- lub niepełnoetatowych pracowników sprzątających w krajach Unii Europejskiej to ponad 3,8 mln osób, w tym 75% to kobiety.

W 2003 r. na terenie Polski funkcjonowało ok. 6000 firm z branży utrzymania czystości, zatrudniające blisko 300 tys. pracowników [1]. Przeciętny roczny wzrost zatrudnienia w tym sektorze w ciągu ostatnich 18 lat wyniósł 9,9%. Sprzątanie jest przeprowadzane zwykle poza typowymi godzinami pracy, najczęściej we wczesnych godzinach rannych albo wieczornych. Pracownicy w sektorze sprzątającym to głównie pracownicy niepełnoetatowi, przeważnie kobiety i często emigranci lub przedstawiciele mniejszości narodowych.

Główne i najczęściej wykonywane zadania personelu sprzątającego to sprzątnięcie powierzchniowe (w tym zamiatanie, odkurzanie, mycie podłóg, ścian, okien, toalet, usuwanie odpadów itp.) oraz prace charakterystyczne dla poszczególnych sektorów (np. w sektorze ochrony zdrowia – zmiana pościeli dla pacjentów lub mycie łóżek szpitalnych). Pracownik sprzątający, wykonując szeroki zakres czynności, jest narażony na różnego rodzaju czynniki szkodliwe i uciążliwe, charakterystyczne nie tylko dla czynności, jakie wykonuje, ale także dla sektora, w którym pracuje [1].

Problemy zdrowotne związane z aktywnością zawodową osób sprzątających wynikają z niedogodnych godzin pracy (często jest to praca w godzinach nocnych), z pracy w pojedynkę, pracy w wymuszonej pozycji ciała (powodującej dolegliwości mięśniowo-szkieletowe), hałasu (pochodzącego od maszyn czyszczących i polerujących powierzchnie), ryzyka wypadków (praca na wyso-

kości, śliskie powierzchnie) oraz stresu (nadmiar pracy, niepewność zatrudnienia, praca w odosobnieniu).

W branży utrzymania czystości poważnym zagrożeniem są czynniki chemiczne i biologiczne. Czynniki chemiczne w pracy osób sprzątających są związane z jednej strony z obecnością substancji chemicznych w kurzu (np. lotne związki organiczne), a z drugiej – ze stosowaniem chemicznych środków czystości (środki powierzchniowo czynne, preparaty biobójcze). Szkodliwe czynniki biologiczne, na które może być narażony pracownik podczas wykonywania prac porządkowych, to mikroorganizmy występujące w kurzu domowym (bakterie, grzyby pleśniowe), roztocza, drobnoustroje chorobotwórcze występujące w wydalinach i płynach ustrojowych ludzi i zwierząt (np. wirusy zapalenia wątroby typu A (hepatitis A virus – HAV), typu B (hepatitis B virus – HBV), typu C (hepatitis C virus – HCV)), paciorkowce kałowe, bakterie z grupy coli) oraz grzyby pleśniowe i drożdże, których rozwój jest związany z pracami wykonywanymi w środowisku wilgotnym [2,3].

Brak łatwo dostępnych informacji (broszury, artykuły, ulotki informacyjne, strony internetowe) dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy osób zatrudnionych w sektorze sprzątającym jest jednym z powodów dużej liczby wypadków oraz chorób zawodowych w tej grupie pracowników. Wśród osób sprzątających odnotowuje się najwyższy wskaźnik absencji chorobowej w pracy, ściśle związanej ze skutkami zdrowotnymi wywołanymi przez czynniki szkodliwe i uciążliwe na stanowiskach pracy [4,5].

Celem niniejszej pracy było określenie wielkości narażenia pracowników firm sprzątających na bioaerozole mikrobiologiczne. Oceny dokonano w oparciu o ilość i jakość charakterystykę mikrobioty powietrza oraz rozkłady ziarnowe wyizolowanych mikroorganizmów.

## MATERIAŁ I METODY

### Pomiar i analiza bioaerozoli

Badania prowadzono cyklicznie w czasie trwania umownie przyjętego sezonu letniego (6-miesięczny okres od kwietnia do września, o średniej temperaturze powietrza zewnętrznego powyżej 10°C utrzymują-

cej się przez co najmniej 7 dni). Przeprowadzono je na stanowiskach pracy personelu sprzątającego podczas typowego cyklu pracy w 5 grupach obiektów (w każdej grupie w 5 losowo wybranych budynkach): budynki biurowe, szkoły, placówki służby zdrowia, warsztaty samochodowe i sklepy wielkopowierzchniowe (tab. 1). Wszystkie badane budynki znajdowały się w centrum Warszawy. Liczba stanowisk pomiarowych w każdym z badanych obiektów wynosiła 5.

Pobieranie próbek powietrza przeprowadzono metodą wolumetryczną (zderzeniową) za pomocą 6-stopniowego impaktora typu Andersena. Na każdym z badanych stanowisk pracy personelu sprzątającego próbki bioaerozolu pobierano przed rozpoczęciem pracy przez pracowników dla wyznaczenia tła wewnętrznego (w czasie całego cyklu badań w każdej grupie obiektów pobrano 25 takich próbek), a następnie w czasie wykonywania czynności zawodowych (w każdej grupie obiektów wykonano 25 tego rodzaju pomiarów). Dla wyznaczenia tła zewnętrznego badano bioaerozol pobrany w środowisku atmosferycznym w okolicach każdego z badanych budynków.

W środowisku zewnętrznym próbki powietrza pobierano na 2 stanowiskach pomiarowych (ogółem wykonano 50 tego typu pomiarów). Prędkość przepływu strugi powietrza przy wejściu do pompy zestawu pomiarowego wynosiła 28,3 l/min. W badaniach aerozoli bakteryjnego i grzybowego zastosowano 5-minutowy czas aspiracji, a objętość próbki powietrza pobranej przez impaktor wynosiła każdorazowo 0,1415 m<sup>3</sup>. Próbniki powietrza ustawiano na wysokości 1–1,5 m nad podłożem w celu poboru bioaerozolu w strefie oddechowej pracownika.

Do pobrania próbek zastosowano następujące podłoża mikrobiologiczne:

- dla aerozolu bakteryjnego – agar tryptozowo-sojowy (trypcase soy agar – TSA, prod. bioMérieux SA, Francja) z 5-procentowym dodatkiem odwłóknionej krwi baraniej,
- dla aerozolu grzybowego – agar słodowy (malt extract agar – MEA, prod. Merck KGaA, Darmstadt, Niemcy).

Warunki inkubacji mikrobiologicznych próbek powietrza dla badanych grup mikroorganizmów były następujące [6–8]:

- bakterie mezofilne (w tym bakterie Gram-ujemne) – 1 dzień (37°C) + 3 dni (22°C) + 3 dni (4°C),
- grzyby – 4 dni (30°C) + 4 dni (22°C).

Stężenie żywych mikroorganizmów (bakteryjnych i grzybowych) było wyrażane jako liczba jednostek tworzących kolonie (jtk), obecnych w 1 m<sup>3</sup> pobranego powietrza (jtk/m<sup>3</sup>). Mikroorganizmy wyizolowane z próbek powietrza identyfikowano do szczebla rodzaju i/lub gatunku.

Analizę aerozolu bakteryjnego oparto na obserwacji makro- i mikroskopowej oraz charakterystyce cech fizjologicznych i biochemicznych wyizolowanych szczepów. Analiza makroskopowa obejmowała określenie cech morfologicznych kolonii (takich jak wielkość, kształt, barwa, profil, przejrzystość, odbarwienie podłoża) oraz cech hodowlanych szczepów izolowanych na podłożu TSA z krwią. Analiza mikroskopowa polegała na obserwacji preparatów mikrobiologicznych barwionych metodą Grama. Gram-dodatność lub Gram-ujemność bakterii potwierdzano dodatkowo testem z 4-procentowym wodorotlenkiem potasu.

Analiza cech fizjologicznych obejmowała zdolność mikroorganizmów do wytwarzania przetrwalników, rozwoju w warunkach beztlenowych, zdolności do wytwarzania barwników, ruchu (obserwacje mikroskopo-

**Tabela 1.** Stanowiska pracy personelu sprzątającego i czynności zawodowe, podczas których wykonywano pomiary  
**Table 1.** Workposts of cleaning workers and occupational activities during which measurements were performed

Stanowisko pomiarowe Sampling point	Czynność zawodowa Occupational activity
Szkoły / Schools (N = 5)	ręczne zamiatanie podłóg w salach lekcyjnych, na korytarzach / hand sweeping of floors in classrooms, corridors
Służba zdrowia / Health services (N = 5)	mycie na mokro powierzchni podłóg / wet cleaning of surfaces
Biura / Offices (N = 5)	odkurzanie wykładzin, ścieranie kurzu, wynoszenie śmieci / vacuuming of carpets, dusting, taking the trash out
Sklepy / Shops (N = 5)	mechaniczne czyszczenie (na sucho i na mokro) podłóg przy użyciu samojezdnych zamiatarek szorująco-zbierających / mechanical cleaning (dry and wet) of floors using ride-on sweeper
Warsztaty samochodowe / Car services (N = 5)	mechaniczne czyszczenie (na sucho) podłóg przy użyciu samojezdnych zamiatarek / mechanical cleaning (dry) of floors using ride-on sweeper

N – liczba badanych budynków / numbers of studied buildings.

we w kropli wiszącej) oraz wzrostu w różnej temperaturze i przy różnym pH. Analiza biochemiczna polegała na wykrywaniu metabolitów powstających podczas enzymatycznego rozkładu przez mikroorganizmy organicznych substratów. Do identyfikacji bakterii zastosowano wystandaryzowane zestawy mikrotestów (analytical profile index – API, prod. bioMérieux SA, Francja), stanowiące zminiaturyzowaną wersję szeregu biochemicznego:

- ID 32 STAPH (20-probówkowy test) – do identyfikacji drobnoustrojów z rodzajów *Micrococcus*, *Kocuria* i *Staphylococcus*;
- STREP (20-probówkowy test) – do identyfikacji paciorkowców i enterokoków;
- 50 CHB Medium + 50 CH (50-probówkowy test) oraz 20 E (12-probówkowy test) – do identyfikacji drobnoustrojów z rodzaju *Bacillus*;
- NE (20-probówkowy test) – do identyfikacji pałeczek m.in. z rodzajów *Pseudomonas*, *Acinetobacter* i *Stenotrophomonas*;
- E (20-probówkowy test) – do identyfikacji pałeczek Gram-ujemnych z rodziny *Enterobacteriaceae*;
- CORYNE (20-probówkowy test) do identyfikacji drobnoustrojów z rodzajów *Nocardia*, *Actinomyces*, *Oerskovia*, *Rhodococcus*, *Streptomyces*, *Arthrobacter*, *Aureobacterium*, *Brevibacterium*, *Cellulomonas*, *Corynebacterium*, *Microbacterium* i *Leifsonia*.

Grzyby identyfikowano na podstawie obserwacji makro- i mikroskopowych cech kolonii prowadzonej z wykorzystaniem dostępnych kluczy taksonomicznych [9–11]. Do identyfikacji drożdży zastosowano szereg biochemiczny API AUX (prod. bioMérieux, Francja).

### **Pomiar wilgotności względnej i temperatury powietrza**

W celu określenia wpływu parametrów mikroklimatycznych na poziom kontaminacji drobnoustrojami badanych środowisk równoległe z pomiarami aerozoli biologicznych w każdym z nich rejestrowano wilgotność względną i temperaturę powietrza przy użyciu termohigrometru (prod. Conrad Electronic GmbH, Niemcy; numer świadectwa kalibracji: LM/L/19/06).

### **Analiza statystyczna**

W analizie statystycznej danych wykorzystano komputerowy program Statistica data analysis software system w wersji 7.1-2006 (prod. StatSoft, USA). Za istotne statystycznie uznawano wartości, dla których prawdopodobieństwo ( $p$ ) było mniejsze od 0,05. Parametryczność

rozkładu danych dla czynników biologicznych analizowano testem Shapiro-Wilka. W oparciu o jego rezultaty uzyskane dane poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem testów Manna-Whitneya i Kruskala-Wallisa oraz analizy korelacji Spearmana. Dane opracowano graficznie z wykorzystaniem komputerowych programów Statistica, Word 2010 i Excel 2010 (Microsoft® Office Professional Plus 2010).

## **WYNIKI**

### **Analiza ilościowa aerozoli bakteryjnych i grzybowych**

Stężenie aerozoli bakteryjnych i grzybowych w powietrzu na stanowiskach pracy oraz w tle zewnętrznym zmierzone za pomocą impaktora Andersena przedstawiono w tabeli 2.

Stężenie aerozoli bakteryjnego i grzybowego wyznaczone na stanowiskach pracy w badanych grupach stanowisk pracy wynosiło  $3,9 \times 10^2$ – $6,6 \times 10^3$  jtk/m<sup>3</sup> dla aerozolu bakteryjnego i  $0,6 \times 10^2$ – $2,1 \times 10^3$  jtk/m<sup>3</sup> dla aerozolu grzybowego. Analiza statystyczna danych wykazała istotne statystycznie różnice między poszczególnymi stanowiskami pracy. Stężenie aerozolu bakteryjnego na stanowiskach pracy w sklepach i szkołach było istotnie wyższe niż stężenie tego bioaerozolu zarejestrowane na pozostałych stanowiskach pomiarowych (test Kruskala-Wallisa – w obu przypadkach  $p < 0,05$ ). Stężenie aerozolu grzybowego na stanowiskach pracy personelu sprzątającego w warsztatach samochodowych było istotnie wyższe niż stężenie tego bioaerozolu zarejestrowane w innych punktach pomiarowych (test Kruskala-Wallisa –  $p < 0,05$ ).

Porównanie stężenia mikroorganizmów w „tle wewnętrznym” i „zewnętrznym” wykazało, że stężenie aerozolu grzybowego w „tle zewnętrznym” były znacząco wyższe niż stężenie w tle zmierzonym wewnątrz badanych pomieszczeń (test Kruskala-Wallisa:  $p < 0,05$ ). W przypadku aerozolu bakteryjnego stwierdzono jego istotnie wyższe stężenie w „tle wewnętrznym” w porównaniu ze środowiskiem zewnętrznym jedynie w przypadku stanowisk pomiarowych zlokalizowanych w sklepach i warsztatach samochodowych (test Kruskala-Wallisa, w obu przypadkach  $p < 0,05$ ).

Stężenie aerozolu bakteryjnego i grzybowego wyznaczone na stanowiskach pracy zlokalizowanych w szkołach, placówkach służby zdrowia, sklepach i warsztatach samochodowych było znacząco wyższe niż stężenie zmierzone w „tle wewnętrznym” (test Kruskala-Wallisa,  $p < 0,05$ ). W grupie stanowisk pracy zlo-



**Tabela 2.** Stężenie bakterii i grzybów na badanych stanowiskach pracy, w tle wewnętrznym i tle zewnętrznym\*  
**Table 2.** Bacterial and fungal concentration at workposts, indoor background and outdoor background\*

Stanowisko pomiarowe Sampling point	Stężenie [jtk/m <sup>3</sup> ] Concentration [cfu/m <sup>3</sup> ]			
	bakterie bacteria		grzyby fungi	
	Me	zakres range	Me	zakres range
Tło zewnętrzne / Outdoor background (N = 50)	2,4×10 <sup>2</sup>	1,9–2,9×10 <sup>2</sup>	<b>7,0×10<sup>2</sup></b>	2,6×10 <sup>2</sup> –1 150
Szkoły / Schools				
tło wewnętrzne / indoor background (N = 25)	5,6×10 <sup>2</sup>	4,9–8,0×10 <sup>2</sup>	1,0×10 <sup>3</sup>	0,9–1,2×10 <sup>3</sup>
stanowiska pracy / workposts (N = 25)	<b>3,1×10<sup>3</sup></b>	1,0–6,6×10 <sup>3</sup>	<b>1,7×10<sup>3</sup></b>	1,2–2,0×10 <sup>3</sup>
Służba zdrowia / Health services				
tło wewnętrzne / indoor background (N = 25)	2,2×10 <sup>2</sup>	1,9–2,5×10 <sup>2</sup>	0,6×10 <sup>2</sup>	0,5–0,8×10 <sup>2</sup>
stanowiska pracy / workposts (N = 25)	<b>4,5×10<sup>2</sup></b>	4,4–4,6×10 <sup>2</sup>	<b>1,7×10<sup>2</sup></b>	1,3–2,2×10 <sup>2</sup>
Biura / Offices				
tło wewnętrzne / indoor background (N = 25)	1,1×10 <sup>2</sup>	0,9–1,5×10 <sup>2</sup>	0,7×10 <sup>2</sup>	0,1–1,5×10 <sup>2</sup>
stanowiska pracy / workposts (N = 25)	4,2×10 <sup>2</sup>	3,9–4,3×10 <sup>2</sup>	0,8×10 <sup>2</sup>	0,6–0,9×10 <sup>2</sup>
Sklepy / Shops				
tło wewnętrzne / indoor background (N = 25)	7,5×10 <sup>2</sup>	7,0–7,9×10 <sup>2</sup>	0,9×10 <sup>2</sup>	0,8–0,9×10 <sup>2</sup>
stanowiska pracy / workposts (N = 25)	<b>4,4×10<sup>3</sup></b>	2 923–5 885	<b>2,5×10<sup>3</sup></b>	1,2–5,2×10 <sup>3</sup>
Warsztaty samochodowe / Car services				
tło wewnętrzne / indoor background (N = 25)	<b>6,2×10<sup>2</sup></b>	5,4–7,0×10 <sup>2</sup>	0,9×10 <sup>2</sup>	0,8–1,1×10 <sup>2</sup>
stanowiska pracy / workposts (N = 25)	<b>1,3×10<sup>3</sup></b>	5,0×10 <sup>2</sup> –2 111	<b>1,3×10<sup>3</sup></b>	5,9×10 <sup>2</sup> –2,1×10 <sup>3</sup>

N – liczba próbek / numbers of samples, Me – mediana / median.

\* Wyboldowano parametry o poziomie istotności statystycznej przy  $p < 0,05$  / The statistical significance parameters characterized by  $p < 0.05$  shown in boldface.

kalizowanych w biurach nie wykazano istotnych statystycznie różnic w stężeniu grzybów na stanowiskach pracy i w „tle wewnętrznym”. Przeprowadzone pomiary wykazały, że aktywność ludzi – tj. wykonywane przez nich prace porządkowe (zamiatanie, obsługa urządzeń czyszczących podłogi) – na wszystkich badanych stanowiskach pracy istotnie wpływała na poziom stężenia aerozolu bakteryjnego. W szkołach, placówkach służby zdrowia, sklepach i warsztatach samochodowych aktywność osób sprzątających istotnie wpływała też na poziom stężenia aerozolu grzybowego.

### Analiza jakościowa aerozoli bakteryjnych i grzybowych

Wyniki analizy jakościowej mikroorganizmów wyizolowanych z powietrza na badanych stanowiskach pra-

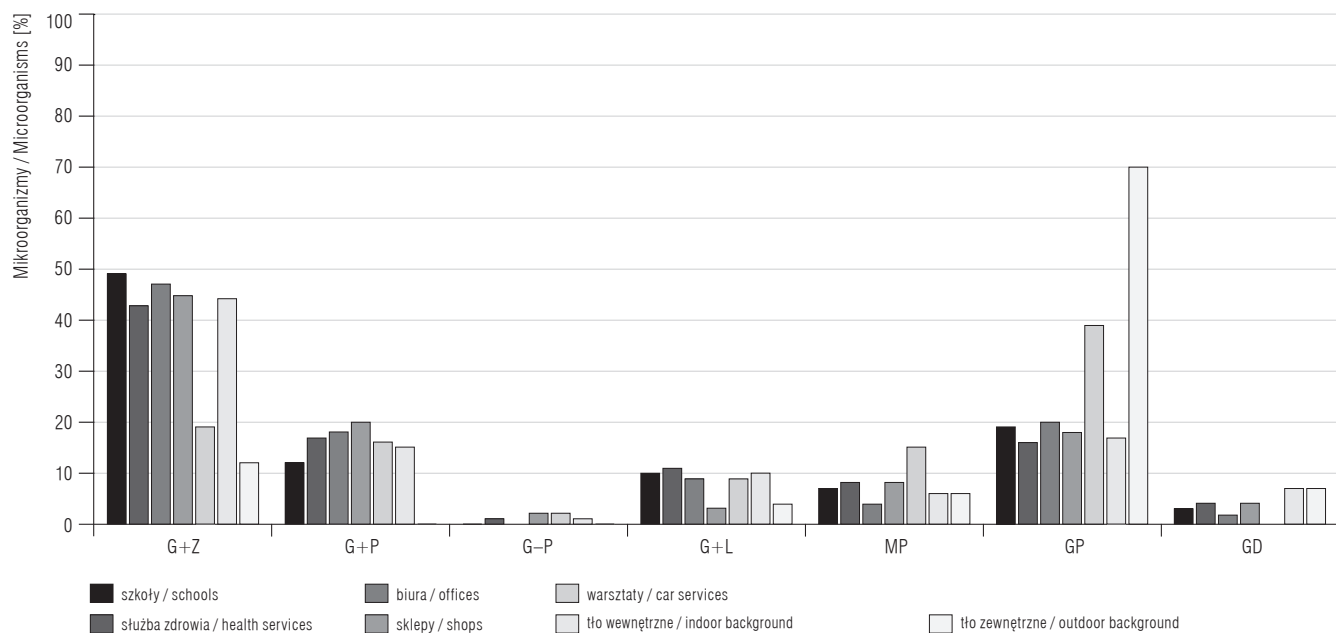
cy przedstawiono w tabeli 3 i 4. We wszystkich badanych grupach stanowisk pracy występowały analogiczne szczepy bakteryjne i grzybowe. Zidentyfikowano 27 gatunków bakterii należących do 13 rodzajów oraz 22 gatunki grzybów należących do 12 rodzajów. Najliczniej reprezentowane były bakterie z rodzajów *Micrococcus*, *Staphylococcus* i *Bacillus*, a wśród grzybów – pleśnie z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*. Największe zróżnicowanie gatunkowe bakterii i grzybów występowało na stanowiskach pracy personelu sprzątającego szkoły.

Udział procentowy poszczególnych grup mikroorganizmów bakteryjnych i grzybowych w stosunku do całości mikrobioty wyizolowanej z próbek powietrza, które pobrano na badanych stanowiskach pracy, przedstawiono na rycinie 1.



**Tabela 4.** Rodzaje i gatunki grzybów zidentyfikowanych w powietrzu na badanych stanowiskach pracy  
**Table 4.** Fungal genera and species isolated from the air at the studied workposts

Grzyby Fungi	Stanowisko pracy Workpost										
	szkoly schools	tło wewnętrzne indoor background	szkółka zdrowia health services	tło wewnętrzne indoor background	biura offices	tło wewnętrzne indoor background	sklepy shops	tło wewnętrzne indoor background	warsztaty samochodowe car services	tło wewnętrzne indoor background	tło zewnętrzne outdoor background
Grzyby pleśniowe / Filamentous fungi											
<i>Absidia</i> spp.	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
<i>Acremonium strictum</i>	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Alternaria alternata</i>	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>Aspergillus</i> spp.	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Aspergillus candidus</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus flavus</i>	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus fumigatus</i>	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+
<i>Aspergillus niger</i>	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
<i>Aspergillus sydowii</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Aspergillus terreus</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus versicolor</i>	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Cladosporium</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+
<i>Cladosporium herbarum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
<i>Fusarium</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Fusarium solani</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Mucor</i> spp.	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Mucor plumbeus</i> Bon.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Penicillium brevicompactum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Penicillium chrysogenum</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Penicillium commune</i> Thom	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium griseoazurum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Penicillium marneffe</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Penicillium rugulosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Penicillium polonicum</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+
<i>Sporotrichum</i> spp.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Rhizopus oryzae</i> Went & Prinsen Geerlings	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ulocladium chartarum</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Grzyby drożdżoidalne / Yeasts											
<i>Candida famata</i> (Harrison) Meyer, Yarrow (syn.: <i>Torulopsis candida</i> Saito, <i>Cryptococcus candida</i> Skinner)	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Candida</i> spp.	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
<i>Cryptococcus</i> spp.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geotrichum candidum</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> (Jørgensen) Harrison (syn.: <i>Rhodotorula biourgei</i> , <i>Rhodotorula grinbergsii</i> , <i>Rhodotorula rubra</i> )	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-



G+Z – ziarniaki Gram-dodatnie / Gram-positive cocci, G+P – niezarodnikujące pałeczki Gram-dodatnie / nonsporing Gram-positive rods, G-P – pałeczki Gram-ujemne / Gram-negative rods, G+L – laseczki Gram-dodatnie / Gram-positive bacilli, MP – mezofilne promieniowce / mesophilic actinomycetes, GP – grzyby pleśniowe / moulds, GD – grzyby drożdżoidalne / yeasts.

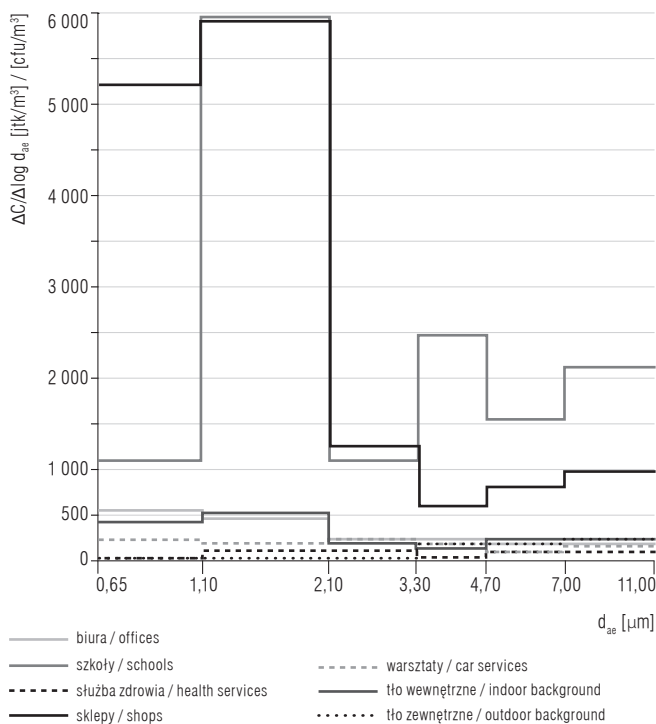
Ryc. 1. Mikroorganizmy zidentyfikowane na badanych stanowiskach pracy  
Fig. 1. Microorganisms identified in the air at the studied workposts

Na wszystkich badanych stanowiskach pracy stwierdzono dominację ziarniaków Gram-dodatnich (19–49% całości zidentyfikowanej mikroflory), laseczek Gram-dodatnich wytwarzających przetrwalniki (12–39% całości zidentyfikowanej mikroflory) oraz grzybów pleśniowych (6–39% całości zidentyfikowanej mikroflory). Na stanowiskach pracy zlokalizowanych w sklepach wielkopowierzchniowych obserwowano istotnie wyższy udział procentowy niezarodnikujących pałeczek Gram-dodatnich w stosunku do pozostałych grup drobnoustrojów. Z kolei najwyższy udział procentowy grzybów pleśniowych stwierdzono w warsztatach samochodowych (test Kruskala-Wallisa, w obu przypadkach  $p < 0,05$ ).

### Analiza rozkładów ziarnowych aerozoli bakteryjnych i grzybowych

Zastosowanie w badaniach bioaerozoli 6-stopniowego impaktora typu Andersena pozwoliło na uzyskanie danych o ziarnowym rozkładzie mikroorganizmów na analizowanych stanowiskach pracy personelu sprzętającego, a tym samym – na określenie, jak głęboko badane mikroorganizmy penetrują układ oddechowy pracowników (ryc. 2 i 3).

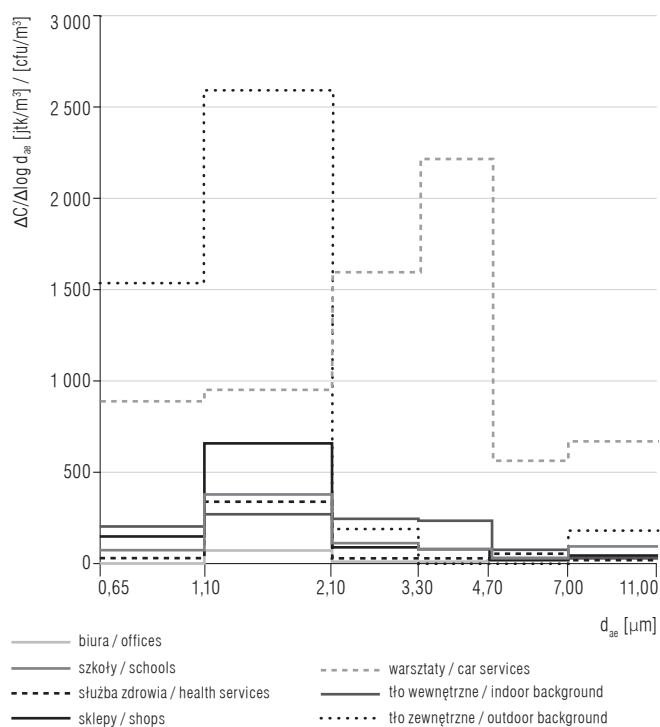
Analiza krzywych rozkładu ziarnowego aerozolu bakteryjnego dla stanowisk pracy w 5 badanych gru-



$\Delta C$  – stężenie / concentration,  $d_{ae}$  – średnica aerodynamiczna / aerodynamic diameter, jtk – liczba jednostek tworzących kolonie / cfu – colony forming unit.

Ryc. 2. Rozkłady ziarnowe aerozolu bakteryjnego na badanych stanowiskach zmierzone 6-stopniowym impaktorem Andersena  
Fig. 2. The size distribution of bacterial aerosol at the studied workposts obtained with a 6-stage Andersen impactor





Skróty jak na rycinie 2 / Abbreviations as in Figure 2.

**Ryc. 3.** Rozkłady ziarnowe aerozolu grzybowego na badanych stanowiskach zmierzone 6-stopniowym impaktorem Andersena  
**Fig. 3.** The size distribution of fungal aerosol at the studied workposts obtained with a 6-stage Andersen impactor

pach wykazała, że w sklepach istotnie statystycznie wzrastało stężenie cząstek o średnicach aerodynamicznych 0,65–2,1 μm (test Kruskala-Wallisa,  $p < 0,05$ ). Wskazuje to na wyższe, w porównaniu z pozostałymi badanymi grupami, stężenie bakterii występujących w postaci pojedynczych komórek i drobnych agregatów bakteryjnych lub bakteryjno-pyłowych, tworzących się podczas wykonywania czynności zawodowych. Z kolei w szkołach obserwowano statystycznie istotny wzrost stężeń cząstek bakteryjnych o średnicach aerodynamicznych 1,1–2,1 μm i  $> 3,3$  μm (test Kruskala-Wallisa,  $p < 0,05$ ). Taki rozkład stężeń aerozolu bakteryjnego na stanowiskach pracy personelu sprzątającego – w relacji do średnic aerodynamicznych cząstek – wskazuje na obecność bakterii w postaci pojedynczych komórek oraz na tworzenie przez nie różnej wielkości agregatów bakteryjnych lub bakteryjno-pyłowych powstających w trakcie sprzątania, poprzez przyłączanie się do cząstek aerozolu ziarnistego komórek mikroorganizmów. Porównanie przebiegu krzywych rozkładu ziarnowego aerozolu bakteryjnego dla pozostałych stanowisk pracy nie wykazało między nimi różnic istotnych statystycznie.

Z analizy krzywych rozkładu ziarnowego aerozolu grzybowego wynika, że na stanowiskach pracy zlokalizowanych w warsztatach samochodowych istotnie statystycznie wzrasta stężenie cząstek o wszystkich badanych średnicach (test Kruskala-Wallisa,  $p < 0,05$ ). Wskazuje to na występowanie w powietrzu grzybów w postaci zarówno pojedynczych spor, jak i małych oraz dużych agregatów grzybowych i/lub grzybowo-pyłowych.

Z kolei na stanowiskach pracy zlokalizowanych w sklepach istotnie statystycznie wzrasta stężenie cząstek o średnicach aerodynamicznych 1,1–2,1 μm (test Kruskala-Wallisa,  $p < 0,05$ ), co sugeruje, że mikroorganizmy grzybowe były obecne w powietrzu głównie w postaci pojedynczych komórek.

Porównanie przebiegu krzywych rozkładu ziarnowego aerozolu grzybowego dla pozostałych stanowisk pracy nie wykazało między nimi różnic istotnych statystycznie.

### Wpływ parametrów mikroklimatycznych powietrza na stężenie mikroorganizmów

Posługując się współczynnikiem korelacji Spearmana, dokonano oceny wpływu temperatury i wilgotności względnej powietrza na stężenie aerozolu bakteryjnego i grzybowego. Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy stwierdzono, że na badanych stanowiskach pracy oba parametry fizyczne powietrza nie determinowały w znaczącym stopniu wielkości obserwowanych stężeń obu badanych bioaerozoli ( $p > 0,05$ ).

### OMÓWIENIE

Mimo znaczącej liczby zatrudnionych na stanowiskach pracy personelu sprzątającego nadal niewiele jest badań mających na celu ocenę zagrożenia tych osób czynnikami szkodliwymi. Wyniki niniejszego badania mogą być podstawą oceny narażenia zawodowego pracowników firm sprzątających na szkodliwe czynniki biologiczne.

Ze względu na brak prawnie obowiązujących normatyw higienicznych dla szkodliwych czynników biologicznych (SCB) ocenę higieniczną badanego środowiska pracowników przeprowadzono w niniejszym badaniu w oparciu o zalecane wartości dopuszczalnych stężeń SCB w środowisku pracy, opracowane przez Zespół Ekspertów do spraw Czynniki Biologicznych Międzyresortowej Komisji do spraw Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynniki Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy [12]. Wartości

te mają charakter wartości odgórnie narzuconych, tj. zostały opracowane w wyniku przekrojowych badań środowiskowych z uwzględnieniem potencjalnej szkodliwości danego czynnika biologicznego. Określają one poziom stężenia mikroorganizmów, które zazwyczaj występują w pomieszczeniach użyteczności publicznej. Każde, stwierdzone pomiarem, przekroczenie tych wartości jest traktowane jako nietypowe i wskazuje na możliwość występowania dodatkowego źródła zanieczyszczenia [13,14].

Stwierdzone w niniejszej pracy stężenie bioaerozoli jest niższe od zalecanych wartości dopuszczalnych (które zarówno dla bakterii, jak i grzybów wynosi  $5 \times 10^3$  jtk/m<sup>3</sup>). Na niektórych stanowiskach pracy w szkołach i sklepach wielkopowierzchniowych odnotowano stężenie bakterii mezofilnych, odpowiednio:  $6,6 \times 10^3$  jtk/m<sup>3</sup> i  $5,9 \times 10^3$  jtk/m<sup>3</sup>, przekraczające zalecane wartości referencyjne. Może to wskazywać na dodatkową emisję bakterii z organizmu człowieka (uczniowie, klienci sklepu), który jest ich głównym rezerwuarem, oraz na tworzenie przez nie agregatów bakteryjno-pyłowych.

Z kolei najwyższe stężenie aerozolu grzybowego obserwowano na stanowiskach pracy personelu sprzątającego w warsztatach samochodowych ( $1,4 \times 10^3$  jtk/m<sup>3</sup>). Specyfika pracy (wykonywanie jej przy otwartych oknach i drzwiach garażowych) umożliwia swobodną migrację bioaerozolu ze środowiska zewnętrznego do wnętrza pomieszczenia. Najważniejsze źródła emisji aerozolu grzybowego znajdują się w środowisku zewnętrznym (np. glebie, wodzie, roślinach itp.), a przenikanie powietrza atmosferycznego do pomieszczeń budynku jest głównym procesem powodującym biologiczną kontaminację tego środowiska zarodnikami grzybów. Potwierdzają to wyniki niniejszego badania – stężenie aerozolu grzybowego było istotnie statystycznie wyższe w środowisku zewnętrznym niż na badanych stanowiskach pracy. Dodatkowym źródłem emisji m.in. grzybów pleśniowych w środowisku warsztatów samochodowych mogą być ciecze smarujące i emulsje olejowe [15].

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że czynności, jakie wykonywali pracownicy (np. zamiatanie, odkurzanie), znacząco wpływały na poziom stężenia aerozolu bakteryjnego we wszystkich grupach badanych pomieszczeń. Aktywność pracowników znacząco wpływała również na stężenia aerozolu grzybowego z wyjątkiem stanowisk pracy zlokalizowanych w pomieszczeniach biurowych. Przyczyny tego można upatrywać w zainstalowanych w badanych budynkach biu-

rowych systemach klimatyzacyjnych, które zapewniają ciągłą filtrację powietrza. Z jednej strony powodowało to, że praktycznie niemożliwa była swobodna migracja bioaerozolu ze środowiska zewnętrznego do wnętrza pomieszczeń, a z drugiej – ciągła wymiana powietrza zapewniała usuwanie zanieczyszczeń powstających wskutek wewnętrznej emisji mikroorganizmów (np. przez ludzi).

Personel sprzątający jest szczególnie narażony na mikroorganizmy występującego w kurzu domowym. Do głównych źródeł cząstek biologicznych w kurzu domowym należą organizmy żywe, tj. ludzie, zwierzęta i rośliny, a także materiały gromadzone w budynkach i powietrze zewnętrzne wnikające do pomieszczeń [16–19]. Kurz domowy może zawierać szerokie spektrum gatunków bakterii (w tym *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Aerococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus* i mezofilne promieniowce) oraz grzybów pleśniowych (w tym *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cladosporium* i *Penicillium*). W niniejszym badaniu mikrobiota występująca w powietrzu na stanowiskach pracy potwierdziła obecność drobnoustrojów analogicznych do dotychczas izolowanych z kurzu domowego przez innych badaczy [20,21].

Z opublikowanych danych wynika, że narażenie pracowników sektora sprzątającego na mikroorganizmy może prowadzić do niekorzystnych skutków zdrowotnych [5]. Do najczęstszych schorzeń wśród personelu sprzątającego należą choroby alergiczne, astma i inne choroby układu oddechowego, podrażnienie oczu, nosa i gardła, infekcje grzybicze oraz inne niespecyficzne symptomy określane jako syndrom chorego budynku [5,22].

W niniejszym badaniu w celu oceny zagrożenia zdrowia personelu sprzątającego ze strony mikroorganizmów obecnych w powietrzu na stanowiskach pracy wyizolowane drobnoustroje sklasyfikowano w oparciu o grupy zagrożenia wymienione w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki [23].

Na badanych stanowiskach pracy wyizolowano głównie bakterie saprofityczne (1. grupa zagrożenia), których udział w wywoływaniu schorzeń u ludzi zdrowych jest mało prawdopodobny. Stwierdzono również obecność bakterii zaliczanych do 2. grupy zagrożenia (tj. *Staphylococcus aureus* – szkoły, placówki służby zdrowia, *Arcanobacterium haemolyticum* – szkoły, placówki służby zdrowia, biura) oraz tych, których

określone szczepy także są kwalifikowane do tej grupy zagrożenia (tj. *Arthrobacter* spp., *Brevibacterium* spp. – szkoły i sklepy), i mezofilnych promieniowców (wszystkie badane grupy). Bakterie zaklasyfikowane do 2. grupy zagrożenia w niniejszym badaniu były jednak dość rzadko izolowane z powietrza badanych stanowisk pracy, co sugeruje, że pracownicy mogą być tylko sporadycznie narażeni na bezpośredni kontakt z tego rodzaju biologicznymi czynnikami zagrożenia zawodowego.

Analiza jakościowa grzybów wykazała, że wśród wyizolowanych gatunków występowały zarówno mikroorganizmy saprofityczne, zaliczane do 1. grupy zagrożenia, jak i drobnoustroje zaliczane do 2. grupy zagrożenia. Na wszystkich badanych stanowiskach pracy występowały gatunki z rodzajów *Aspergillus* (*A. fumigatus*) i *Penicillium* (*P. marneffeii*), zaliczane do 2. grupy zagrożenia. Mikroorganizmy te mogą wywoływać choroby u ludzi, czyli mogą być niebezpieczne dla pracowników, ale ich rozprzestrzenianie się w populacji ludzkiej jest mało prawdopodobne. W stosunku do tych czynników zazwyczaj istnieją skuteczne metody profilaktyki lub leczenia chorób przez nie wywoływanych.

Grzyby pleśniowe występujące w środowisku pracy mogą stanowić przyczynę licznych schorzeń o podłożu alergicznym, m.in. alergicznego nieżyty błony śluzowej nosa, astmy oskrzelowej, alergii w przebiegu aspergilozy oskrzelowo-płucnej, alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych, alergicznego zapalenia spojówek i alergii skórnych [24–26]. Około 100 gatunków grzybów pleśniowych jest łączonych przyczynowo z symptomami związanymi z chorobami alergicznymi układu oddechowego. Dotyczy to najczęściej takich gatunków grzybów, jak *Penicillium notatum*, *Aspergillus fumigatus* i *Cladosporium herbarum* [27–30]. Wynika to z uwalniania do środowiska przez te mikroorganizmy alergenów, mikotoksyn, lotnych związków organicznych i glukanów. Oportunistyczne zakażenia wywoływane przez grzyby pleśniowe, takie jak *Penicillium marneffeii*, mogą być przyczyną chorób, głównie wśród osób o obniżonej odporności, w tym z zespołem nabytego niedoboru odporności (Acquired Immunity Deficiency Syndrome – AIDS) lub chorych na astmę. Dotychczas przypadki zachorowań wywołanych przez *P. marneffeii* odnotowano jedynie w Azji [31].

Zastosowanie w niniejszej pracy 6-stopniowego impektora Andersena pozwoliło na uzyskanie danych o ziarnowym rozkładzie bioaerozoli na badanych stanowiskach pracy. Rozkłady te – przy jednoczesnym uwzględnieniu naturalnych rozmiarów dominujących w powietrzu bakterii i grzybów – pozwoliły na określenie form występo-

wania badanych bioaerozoli oraz na wyznaczenie potencjalnej głębokości penetrowania przez nie układu oddechowego człowieka. Z literatury przedmiotu wynika, że efekt zdrowotny, powodowany inhalacją cząstek mikroorganizmów, zależy m.in. od możliwości penetrowania przez nie dróg oddechowych oraz interakcji z komórkami i tkankami w miejscu depozycji.

Na mechanizm osadzania się cząstek w układzie oddechowym wpływa ich wielkość, kształt i gęstość. Cząstki o średnicy aerodynamicznej [32,33]:

- poniżej 0,65  $\mu\text{m}$  – docierają do rejonu pęcherzyków płucnych,
- 0,65–1,1  $\mu\text{m}$  – trafiają do rejonu oskrzelików płucnych,
- 1,1–2,1  $\mu\text{m}$  – mogą osadzać się w rejonie oskrzeli końcowych,
- 2,1–3,3  $\mu\text{m}$  – docierają do rejonu oskrzeli drugorzędowych,
- 3,3–4,7  $\mu\text{m}$  – penetrują rejon tchawicy i oskrzeli pierwszorzędowych,
- 7–11  $\mu\text{m}$  – penetrują kanały jamy nosowej,
- powyżej 11  $\mu\text{m}$  – praktycznie nie docierają w głąb układu oddechowego.

Na podstawie danych o ziarnowych rozkładach bioaerozoli bakteryjnych i grzybowych, uzyskanych w niniejszych badaniach, można stwierdzić, że bioaerozol obecny na stanowiskach pracy personelu sprzątającego w sklepach wielkopowierzchniowych, szkołach i warsztatach samochodowych może docierać w układzie oddechowym człowieka do jamy nosowej i ustnej oraz oskrzeli pierwszorzędowych, drugorzędowych i końcowych, oraz do oskrzelików płucnych. Niekorzystne objawy zdrowotne związane z immunologiczną reaktywnością badanych cząstek bioaerozoli mogą być przyczyną podrażnienia błon śluzowych nosa i oczu oraz występowania reakcji alergicznych w postaci np. astmy lub alergicznego zapalenia [34]. Taki rozkład stężenia bioaerozoli na stanowiskach pracy personelu sprzątającego, w relacji do średnic aerodynamicznych cząstek, wskazuje w przypadku bakterii na ich znaczącą emisję z organizmu człowieka (który jest ich głównym rezerwuarem) oraz na tworzenie w trakcie sprzątania zarówno przez cząstki bakteryjne, jak i grzybowe agregatów drobnoustrojowo-pyłowych.

## WNIOSKI

1. Stężenie aerozolu bakteryjnego i grzybowego na badanych stanowiskach pracy personelu sprzątającego było niższe od wartości dopuszczalnych dla stężeń

- bakterii i grzybów w pomieszczeniach użyteczności publicznej, opracowanych przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy [12].
2. Na badanych stanowiskach pracy wśród wyizolowanych drobnoustrojów stwierdzono obecność bakterii i grzybów pleśniowych zakwalifikowanych do grupy 2. zagrożenia (*Arcanobacterium haemolyticum*, *Staphylococcus aureus*, *Streptomyces* spp., *Penicillium marneffeii*, *Aspergillus fumigatus*), co wskazuje, że pracownicy mogą być narażeni na kontakt z biologicznymi czynnikami zagrożenia zawodowego.
  3. Na podstawie uzyskanych w niniejszym badaniu danych o rozkładach ziarnowych aerozoli bakteryjnych i grzybowych można stwierdzić, że bioaerol obecny na badanych stanowiskach pracy w sklepach wielkopowierzchniowych, szkołach i warsztatach samochodowych może być przyczyną podrażnienia błon śluzowych nosa i oczu oraz występowania reakcji alergicznych objawiających się np. astmą lub alergicznym zapaleniem u personelu sprzętającego.
- ## PIŚMIENNICTWO
1. European Federation of Cleaning Industries: The cleaning industry in Europe. An EFCI survey, edition 2006. Federation, Bruksela 2006
  2. Zock J.P.: World at work: Cleaners. *Occup. Environ. Med.* 2005;62(8):581–584, <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2004.015032>
  3. Wiszniewska M.: Grzyby pleśniowe – ekspozycja zawodowa i zagrożenia. *Pr. Zdrowie* 2008;11:36–37
  4. Krüger D., Louhevaara V., Nielsen J., Schneider T.: [Risk assessment and preventive strategies in professional cleaning]. *Werkstattberichte Wissenschaft + Technik, Wirtschaftsverband NW*, No. 13, Hamburg 1997. Po niemiecku
  5. Brun E., European Agency for Safety and Health at Work: The occupational safety and health of cleaning workers. Agency, Luksemburg 2009
  6. Dutkiewicz J.: Exposure to dust-borne bacteria in agriculture. I. *Environmental studies. Arch. Environ. Health* 1978;33:250–259, <http://dx.doi.org/10.1080/00039896.1978.10667344>
  7. Macher J., American Conference of Governmental Industrial Hygienists [red.]: *Bioaerosols: Assessment and control*. Conference, Cincinnati 1999
  8. Jensen P.A., Schafer M.P.: Sampling and characterization of bioaerosols. W: Cassinelli M.E., O'Connor P.F. [red.]. *NIOSH manual of analytical methods*. National Institute for Occupational Safety and Health, Atlanta 1998, ss. 82–112
  9. Fisher F., Cook N.B.: *Fundamentals of diagnostic mycology*. WB Saunders Company, Philadelphia (Pensylwania) 1998
  10. Samson R.A., Hoekstra E.S., Frisvad J.C.: *Introduction to food- and airborne fungi*. Wyd. 7. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht 2004
  11. St-Germain G., Summerbell R.: *Identifying filamentous fungi: A clinical laboratory handbook*. Star Publishing Company, Belmont 1996
  12. Skowroń J., Górny R.L.: *Szkodliwe czynniki biologiczne*. W: Augustyńska D., Pośniak M. [red.]. *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne*. CIOP-PIB, Warszawa 2014, ss. 181–190
  13. Górny R.L.: *Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych*. *Podst. Met. Oceny Środ. Pr.* 2004;3:17–39
  14. Górny R.L., Cyprowski M., Ławniczek-Wałczyk A., Gołofit-Szymczak M., Zapór L.: *Biohazards in the indoor environment – A role for threshold limit values in exposure assessment*. W: Dudzińska M.R. [red.]. *Management of indoor air quality*. Taylor & Francis Group, Londyn 2011, ss. 1–20
  15. Cyprowski M.: *Zanieczyszczenia mikrobiologiczne cieczy obróbkowych*. *Bezpiecz. Pr.* 2012;9:16–19
  16. Gutarowska B.: *Przegląd metod oceny zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza*. W: Jędrzejewska-Ściabak T., Sowa J. [red.]. *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2001*. Wydawnictwa Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002, ss. 93–102
  17. Pasanen A.-L., Kasanen J.P.: *Fungal growth and survival in building materials under fluctuating moisture and temperature conditions*. *Int. Biodeter. Biodegr.* 2000;46:117–127, [http://dx.doi.org/10.1016/S0964-8305\(00\)00093-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0964-8305(00)00093-7)
  18. Robertson L.D.: *Monitoring viable fungal and bacterial bioaerosol concentrations to identify acceptable levels for common indoor environments*. *Indoor Built Environ.* 1997;6:301–308, <http://dx.doi.org/10.1177/1420326X9700600507>
  19. Rintala H., Pitkäranta M., Täubel M.: *Chapter 4 – Microbial communities associated with house dust*. *Adv. Appl. Microbiol.* 2012;78:75–120, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-394805-2.00004-X>
  20. Täubel M., Rintala H., Pitkäranta M., Paulin L., Laitinen S., Pekkanen J. i wsp.: *The occupant as a source of*



- house dust bacteria. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2009;124(4): 834–840, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2009.07.045>
21. Flannigan B., Samson R.A., Miller J.D.: Microorganisms in home and indoor work environments. Wyd. 2. CRC Press, Londyn 2011, <http://dx.doi.org/10.1201/b10838>
  22. Brun E., Herpe S.V., Laamanen I., Klug K., Flaspoler E., Reintert D. i wsp.: Expert forecast on emerging biological risks related to occupational safety and health. European risk observatory report [Internet]: European Agency for Safety and Health at Work, Belgia 2007 [cytowany 15 lipca 2015]. Adres: <http://osha.europa.eu/publications/reports/7606488>
  23. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. DzU z 2005 r. nr 81, poz. 716 z późn. zm.; DzU z 2008 r. nr 48, poz. 288
  24. Grajewski J., Twaruzek M.: Zdrowotne aspekty oddziaływania grzybów pleśniowych i mikotoksyn. *Alergia* 2004;3(21):45–49
  25. Singh J.: Toxic moulds and indoor air quality. *Indoor Built Environ.* 2005;14:229–234, <http://dx.doi.org/10.1177/1420326X05054015>
  26. Douwes J., Thorne P., Pearce N., Heederik D.: Bioaerosol health effects and exposure assessment: Progress and prospects. *Ann. Occup. Hyg.* 2003;47:187–200, <http://dx.doi.org/10.1093/annhyg/meg032>
  27. Fischer G., Dott W.: Relevance of airborne fungi and their secondary metabolites for environmental, occupational and indoor hygiene. *Arch. Microbiol.* 2003;179:750–782
  28. Rylander R., Fogelmark B., Ewaldsson B.: Moldy environments and toxic pneumonitis. *Toxicol. Ind. Health.* 2008;24:177–180, <http://dx.doi.org/10.1177/0748233708093356>
  29. Saijo Y., Kanazawa K., Nakayama K., Takigawa T., Tanaka M., Shibata E. i wsp.: Relationships between mite allergen levels, mold concentrations, and sick building syndrome symptoms in newly built dwellings in Japan. *Indoor Air* 2011;21:253–263, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0668.2010.00698.x>
  30. Giulio M., Grande R., Campli E., Bartolomeo S., Cellini L.: Indoor air quality in university environments. *Environ. Monit. Assess.* 2010;170:509–517, <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-009-1252-7>
  31. Vanittanakom N., Cooper C.R., Fisher M.C., Sirisanthana T.: *Penicillium marneffe* infection and recent advances in the epidemiology and molecular biology aspects. *Clin. Microbiol. Rev.* 2006;19(1):95–110, <http://dx.doi.org/10.1128/CMR.19.1.95-110.2006>
  32. Spengler J.D., Wilson R.: Emission, dispersion and concentration of particles. W: Wilson R., Spengler J.D. [red.]. *Particles in our air: Concentrations and health effects.* Harvard University Press, Cambridge 1996, ss. 41–62
  33. Kulkarni P., Baron P.A., Willeke K. [red.]. *Aerosol measurement: Principles, techniques, and applications.* John Wiley & Sons, Inc., New York 2014
  34. Owen M.K., Ensor D.S., Sparks L.E.: Airborne particle sizes and sources found in indoor air. *Atmos. Environ.* 1992;26:2149–2162, [http://dx.doi.org/10.1016/0960-1686\(92\)90403-8](http://dx.doi.org/10.1016/0960-1686(92)90403-8)