

Alina Buczyńska  
 Marcin Cyprowski  
 Irena Szadkowska-Stańczyk

## CZYNNIKI BIOLOGICZNE, SZKODLIWE DLA ZDROWIA, WYSTĘPUJĄCE W POWIETRZU NA TERENIE SKŁADOWISK ODPADÓW KOMUNALNYCH

BIOLOGICAL HAZARDS IN AIR AT MUNICIPAL WASTE LANDFILLS

Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Celem badań była ocena mikrobiologiczna powietrza na terenie wybranych składowisk odpadów komunalnych. **Materiał i metody.** Badania przeprowadzono w okresie letnim na terenie dwóch składowisk odpadów komunalnych. Próby powietrza na obecność czynników biologicznych pobierano na płytki agarowe. W pobranych próbach przeprowadzono analizę ilościową i jakościową bakterii i grzybów. **Wyniki.** Ogólna liczba bakterii i grzybów występujących w powietrzu na terenie składowisk nie przekraczała  $10^3$  cfu/m<sup>3</sup>. Najwyższe stężenie bakterii w powietrzu stwierdzono w części użytkowej obiektów, gdzie prowadzone były prace związane z wyładunkiem, rozmieszczaniem i kompaktowaniem odpadów (składowisko 1 –  $6,1 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>, składowisko 2 –  $5,4 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>). Najwyższe stężenia grzybów stwierdzono w zagospodarowanej części składowisk (składowisko 1 –  $4,8 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup>, składowisko 2 –  $1,2 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>). Analiza jakościowa pobranych prób powietrza wykazała obecność 21 bakterii i grzybów. Spośród oznaczonych drobnoustrojów bakterie *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus mirabilis* oraz grzyb pleśniowy *Aspergillus fumigatus* i drożdże *Candida albicans* należą do szkodliwych czynników biologicznych w miejscu pracy. **Wnioski.** Ogólna liczba bakterii i grzybów występujących w powietrzu na terenie składowisk odpadów komunalnych nie przekracza wartości referencyjnych. Poziomy czynników biologicznych są zróżnicowane w zależności od wielkości składowiska, ilości nagromadzonych odpadów komunalnych oraz stopnia wykorzystania powierzchni użytkowej obiektów. Stwierdzona obecność w powietrzu drobnoustrojów z drugiej grupy zagrożenia wskazuje, iż pracownicy zatrudnieni na składowiskach odpadów komunalnych powinni stosować środki ochrony indywidualnej, zabezpieczające szczególnie drogi oddechowe i skórę. Med. Pr., 2006;57(6):531–535

Słowa kluczowe: składowiska odpadów komunalnych, narażenie zawodowe, bioaerozole, bakterie, grzyby

### ABSTRACT

**Objectives:** The aim of the study was to assess the microbiological air quality at the selected municipal waste landfills. **Materials and Methods:** The study was conducted during the summer at two municipal landfills. Air samples were collected on agar plates. The evaluation was based on the concentration levels of airborne bacteria and fungi and the identification of isolated strains. **Results:** The total number of bacteria and fungi did not exceed the level of  $10^3$  cfu/m<sup>3</sup>. The highest concentrations of bacteria in air were observed during unloading, disposing and compacting of municipal wastes (landfill 1 –  $6,1 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>, landfill 2 –  $5,4 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>). The highest concentrations of fungi in air were observed at filled up parts of the landfills (landfill 1 –  $4,8 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup>, landfill 2 –  $1,2 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>). The qualitative analysis of the air samples indicated the presence of 21 bacterial and fungi. Among of them bacteria *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus mirabilis* and fungi *Aspergillus fumigatus*, *Candida albicans* are classified as harmful biological agents. **Conclusions:** The total number of bacteria and fungi in air samples collected at the selected municipal waste landfills did not exceed the reference values. The concentration levels of bioaerosols are diversified according to the size of the landfill, the total number of accumulated wastes and the level of area usage. It is suggested using by municipal waste workers personal protective equipment, especially for respiratory airways and skin and also keeping the rules of individual hygiene. Med Pr 2006;57(6):531–5

Key words: municipal waste landfills, occupational exposure, bioaerosols, bacteria, fungi

Adres autorów: św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: [alina@imp.lodz.pl](mailto:alina@imp.lodz.pl)

Nadesłano: 20.10.2006

Zatwierdzono: 24.11.2006

## WSTĘP

Odpady komunalne, powstające w gospodarstwach domowych, w obiektach użyteczności publicznej i obsługi ludności, zawierają ponad 30% materii organicznej, stanowiącej doskonałe podłoże do rozwoju szeregu drobnoustrojów, tj. bakterii, wirusów, glonów, grzybów, w tym grzybów pleśniowych (1). Obok drobnoustrojów typowo środowiskowych, w powietrzu na terenie skła-

dowania odpadów mogą występować patogeny, które ze względu na właściwości infekcyjne lub alergizujące stanowią potencjalne ryzyko dla zdrowia pracowników zatrudnionych przy zagospodarowaniu odpadów komunalnych (2–4).

Pomocne w ustalaniu potencjalnego ryzyka dla zdrowia pracowników zatrudnionych na składowiskach odpa-

dów komunalnych są badania pozwalające na określenie stężeń i składu bioaerozoli uwalnianych z nagromadzonych odpadów.

Celem badań było dokonanie oceny mikrobiologicznej powietrza na terenie składowisk odpadów komunalnych, przeprowadzonej na podstawie ilościowej i jakościowej analizy bakterii i grzybów w próbach powietrza pobranych na terenie wybranych obiektów.

## MATERIAŁ I METODY

### Składowiska odpadów komunalnych

Badaniem objęto różnej wielkości dwa, nadpoziomowe (naziemne w postaci kopca) składowiska odpadów komunalnych. Charakterystykę składowisk przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Składowiska odpadów komunalnych objęte badaniem  
**Table 1.** Municipal waste landfills selected for the study

Dane o obiekcie Technical facilities	Składowisko 1 Landfill 1	Składowisko 2 Landfill 2
Lokalizacja Location	woj. śląskie Śląskie district	woj. pomorskie Pomorskie district
Rok założenia In use since	1987	1994
Powierzchnia użytkowa (ha) Usable area (ha)	128	4
Powierzchnia wykorzystana (ha) Filled up area (ha)	18	1,2
Nagromadzenie odpadów (t) Accumulation of wastes (t)	1 925 000	672 000
Strumień napływu odpadów (t/rok) Stream of wastes (t/year)	385 000	56 000

### Pobór prób

Pobór prób powietrza przeprowadzono na terenie dwóch składowisk odpadów komunalnych w okresie letnim. Średnia temperatura powietrza w czasie pomiarów wynosiła 19°C. Próby powietrza o objętości 25 litrów pobierano za pomocą impaktora FH5 (Klotz) na płytki agarowe o średnicy 80 mm, w czasie 15 sek., przy zachowaniu przepływu 100 L/min. Bezpośrednio po pobraniu próby zostały przetransportowane do laboratorium analitycznego.

### Analiza bakteriologiczna prób

Płytki agarowe inkubowano przez 24 godziny w temperaturze 37°C. Wyrosłe kolonie były izolowane na podłożach Chapmana i McConkey'a. Przeprowadzono różnicowanie bakterii Gram-ujemnych i Gram-dodatnich przy użyciu preparatów barwionych metodą Grama. Do szczegółowej identyfikacji bakterii zastosowano gotowe szereg (testy) ID Staph i ID 32E firmy Bio-Merieux.

### Analiza mykologiczna prób

Płytki agarowe inkubowano przez 24 godziny w temperaturze 37°C i dalej przez 10 dni w temperaturze pokojowej z dostępem światła i powietrza. Dla celów diagnostyki grzybów drożdżopodobnych wykonywano preparaty barwione metodą Grama. Identyfikację grzybów przeprowadzano na podstawie:

- testów API 20Aux;
- wyglądu morfologicznego kolonii (wielkość, kształt, brzeg, struktura powierzchni, zabarwienie, połysk, stosunek do powierzchni podłoża – wrastanie w podłoże, zmiana barwy podłoża);
- obrazu mikroskopowego (struktura grzybni, wielkość i kształt komórek wegetatywnych, obecność komórek pączkujących i pseudostrzępek, rodzaj i ułożenie zarodników).

## WYNIKI

Poziomy bakterii w powietrzu pobranym na terenie składowisk różniły się w zależności od miejsca pobrania próby, jednak nie przekraczały liczby  $6,5 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup> (tab. 2). Najliczniej występowały w części użytkowej obiektów, gdzie prowadzone były prace związane z wyładunkiem, rozmieszczaniem i kompaktowaniem odpadów (składowisko 1– $6,1 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>, składowisko 2– $5,4 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>). Najniższe stężenia bakterii oznaczono w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika odcieków wysypiskowych, zlokalizowanym w odległości ok. 200m od składowiska 1 ( $6,8 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup>). Stężenia grzybów były znacznie niższe niż bakterii i w żadnym z punktów pomiarowych nie prze-

**Tabela 2.** Drobnoustroje żywe w powietrzu na terenie badanych składowisk odpadów

**Table 2.** Microorganisms in air at municipal waste landfills selected for the study

Miejsce pobrania próby Sampling point	Ogólna liczba bakterii Total number of bacteria cfu/m <sup>3</sup>		Ogólna liczba grzybów Total number of fungi cfu/m <sup>3</sup>	
	Składowisko 1 Landfill 1	Składowisko 2 Landfill 2	Składowisko 1 Landfill 1	Składowisko 2 Landfill 2
	1. Korona składowiska – część użytkowa 1. Top of the landfill – usable area	$6,1 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^2$
2. Korona składowiska – część wykorzystana 2. Top of the landfill – filled up area	$5,6 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^3$	$4,8 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^3$
3. Zbiornik odcieków wysypiskowych 3. Container for run-off waste water	$6,8 \cdot 10^2$	–	$3,6 \cdot 10^2$	–

**Tabela 3.** Gatunki bakterii i grzybów w próbach powietrza pobranych na terenie składowiska 1.

**Table 3.** Bacterial and fungal species in air at the landfill 1

Nr próby Sample no.	Gatunki bakterii Bacterial species	Liczba kolonii Number of colony cfu/m <sup>3</sup>	Gatunki grzybów Fungal species	Liczba kolonii Number of colony cfu/m <sup>3</sup>
1	<i>Enterococcus faecalis</i> (2)	1,7 • 10 <sup>3</sup>	<i>Aspergillus</i>	2,4 • 10 <sup>2</sup>
	<i>Escherichia coli</i> (2)	1,0 • 10 <sup>3</sup>	<i>fumigatus</i> (2)	0,8 • 10 <sup>2</sup>
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (2)	6,8 • 10 <sup>2</sup>	<i>Penicillium spp.</i> (1)	
	<i>Bacillus spp.</i> (1)	6,8 • 10 <sup>2</sup>		
	<i>Sarcina spp.</i> (1)	5,6 • 10 <sup>2</sup>		
	<i>Enterobacter cloacae</i> (2)	4,8 • 10 <sup>2</sup>		
	<i>Micrococcus spp.</i> (1)	4,8 • 10 <sup>2</sup>		
	<i>Staphylococcus capitis</i> (1)	4,4 • 10 <sup>2</sup>		
	<i>Proteus mirabilis</i> (2)	1,2 • 10 <sup>2</sup>		
2	<i>Enterococcus faecalis</i> (2)	1,4 • 10 <sup>3</sup>	<i>Aspergillus</i>	2,0 • 10 <sup>2</sup>
	<i>Proteus mirabilis</i> (2)	9,2 • 10 <sup>2</sup>	<i>fumigatus</i> (2)	1,6 • 10 <sup>2</sup>
	<i>Bacillus spp.</i> (1)	9,2 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus spp.</i> (1)	1,2 • 10 <sup>2</sup>
	<i>Staphylococcus hominis</i> (1)	7,6 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus niger</i> (1)	
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (2)	6,8 • 10 <sup>2</sup>		
	<i>Escherichia coli</i> (2)	4,4 • 10 <sup>2</sup>		
	<i>Enterobacter cloacae</i> (2)	3,6 • 10 <sup>2</sup>		
	<i>Serratia lignefaciens</i> (1)	0,8 • 10 <sup>2</sup>		
3	<i>Bacillus spp.</i> (1)	4,0 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus spp.</i> (1)	2,0 • 10 <sup>2</sup>
	<i>Enterococcus faecalis</i> (2)	1,6 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus</i>	0,8 • 10 <sup>2</sup>
	<i>Sarcina spp.</i> (1)	0,4 • 10 <sup>2</sup>	<i>fumigatus</i> (2)	0,8 • 10 <sup>2</sup>
	<i>Staphylococcus hominis</i> (1)	0,4 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus niger</i> (1)	
	<i>Micrococcus spp.</i> (1)	0,4 • 10 <sup>2</sup>		

( ) – grupa zagrożenia wg Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (5).  
group of risk as specified by the Ordinance by the Minister of Health on biological agents harmful to human health at workplace and protection of the health of workers exposed to those agents (5).

**Tabela 4.** Gatunki bakterii i grzybów w próbach powietrza pobranych na terenie składowiska 2.

**Table 4.** Bacterial and fungal species in air at the landfill 2

Nr próby Sample no.	Gatunki bakterii Bacterial species	Liczba kolonii Number of colony cfu/m <sup>3</sup>	Gatunki grzybów Fungal species	Liczba kolonii Number of colony cfu/m <sup>3</sup>	
1	<i>Micrococcus spp.</i> (1)	9,2 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus niger</i> (1)	3,2 • 10 <sup>2</sup>	
	<i>Staphylococcus warnesi</i> (1)	7,2 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus fumigatus</i> (2)	2,4 • 10 <sup>2</sup>	
	<i>Sarcina spp.</i> (1)	4,8 • 10 <sup>2</sup>	<i>Penicillium spp.</i> (1)	2,0 • 10 <sup>2</sup>	
	<i>Staphylococcus saprophyticus</i> (1)	4,8 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus spp.</i> (1)	1,6 • 10 <sup>2</sup>	
	<i>Enterococcus faecalis</i> (2)	4,4 • 10 <sup>2</sup>	<i>Candida globrata</i> (1)	0,4 • 10 <sup>2</sup>	
	<i>Escherichia coli</i> (2)	4,0 • 10 <sup>2</sup>	<i>Candida parapsilosis</i> (1)	0,4 • 10 <sup>2</sup>	
	<i>Staphylococcus haemolyticus</i> (1)	3,2 • 10 <sup>2</sup>			
	<i>Staphylococcus epidermidis</i> (1)	2,8 • 10 <sup>2</sup>			
	<i>Enterobacter cloacae</i> (2)	2,0 • 10 <sup>2</sup>			
	<i>Proteus mirabilis</i> (2)	1,6 • 10 <sup>2</sup>			
	<i>Klebsiella oxytoca</i> (2)	0,8 • 10 <sup>2</sup>			
	2	<i>Micrococcus spp.</i> (1)	1,2 • 10 <sup>3</sup>	<i>Candida albicans</i> (2)	3,2 • 10 <sup>2</sup>
		<i>Staphylococcus warnesi</i> (1)	3,2 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus fumigatus</i> (2)	2,8 • 10 <sup>2</sup>
		<i>Bacillus spp.</i> (1)	2,8 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus spp.</i> (1)	2,0 • 10 <sup>2</sup>
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (2)		2,0 • 10 <sup>2</sup>	<i>Penicillium spp.</i> (1)	1,6 • 10 <sup>2</sup>	
<i>Staphylococcus saprophyticus</i> (1)		2,0 • 10 <sup>2</sup>	<i>Aspergillus niger</i> (1)	1,2 • 10 <sup>2</sup>	
<i>Enterococcus faecalis</i> (2)		1,6 • 10 <sup>2</sup>	<i>Candida guilliermondii</i> (1)	1,2 • 10 <sup>2</sup>	
<i>Enterobacter cloacae</i> (2)		1,6 • 10 <sup>2</sup>			

( ) – grupa zagrożenia wg Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (5).  
group of risk as specified by the Ordinance by the Minister of Health on biological agents harmful to human health at workplace and protection of the health of workers exposed to those agents (5).

kraczały 1,3 • 10<sup>3</sup> cfu/m<sup>3</sup> (tab. 2). Najliczniej występowały w zagospodarowanej części składowisk (składowisko 1–4,8 • 10<sup>2</sup> cfu/m<sup>3</sup>, składowisko 2–1,2 • 10<sup>3</sup> cfu/m<sup>3</sup>).

Analiza mikrobiologiczna prób powietrza pobranych na terenie składowisk wykazała obecność czynników biologicznych (bakterie, grzyby) zaliczanych do 1 i 2 grupy zagrożenia, wg załącznika 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (5) (tab. 3 i 4).

Łącznie oznaczono 15 rodzajów i gatunków bakterii, z czego najliczniej reprezentowanym gatunkiem był *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli* oraz *Proteus mirabilis* (2. grupa zagrożenia), a także bakterie z rodzaju *Micrococcus*, *Bacillus*, *Sarcina* i *Staphylococcus* (1. grupa zagrożenia). W pobranych próbach oznaczono 6 gatunków grzybów, wśród których dominowały 2 gatunki grzybów pleśniowych z rodzaju *Aspergillus*: *Aspergillus fumigatus* (1. grupa zagrożenia) i *Aspergillus niger* (2. grupa zagrożenia), grzyby pleśniowe z rodzaju *Penicillium* (1. grupa zagrożenia) oraz drożdże *Candida albicans* (2. grupa zagrożenia).

## OMÓWIENIE

Przeprowadzona analiza mikrobiologiczna prób powietrza pobranych na terenie dwóch składowisk odpadów komunalnych wykazała, że zgromadzone odpady oraz

odcieki tworzące się na składowisku stanowią źródło bioaerozolu wdychanego przez pracowników wykonujących czynności zawodowe.

Poziomy czynniki biologiczne w pobranych próbach były zróżnicowane w zależności od wielkości składowiska i ilości nagromadzonych odpadów komunalnych oraz stopnia wykorzystania powierzchni użytkowej obiektów. Ogólna liczba bakterii w powietrzu na terenie składowisk wynosiła od  $2,6 \cdot 10^3$  do  $6,1 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>, zaś grzybów od  $3,2 \cdot 10^2$  do  $1,2 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>. Uzyskane wyniki są porównywalne z wynikami badań przeprowadzonych na terenie innych składowisk odpadów komunalnych w kraju (5,6).

Składowisko o większym nagromadzeniu odpadów charakteryzowało się dwukrotnie wyższymi stężeniami bakterii w porównaniu ze składowiskiem o mniejszej powierzchni użytkowej i mniejszym nagromadzeniu odpadów. Tendencji takiej nie odnotowano w odniesieniu o stężeń grzybów pleśniowych.

Poziomy bakterii w powietrzu były wyższe w części użytkowej obiektów niż w części już zagospodarowanej, nieznacznie w przypadku składowiska większego oraz ponad dwukrotnie w przypadku składowiska mniejszego. W przypadku grzybów zaobserwowano odwrotną zależność.

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono obecności ewidentnych drobnoustrojów patogennych dla człowieka, jak bakterii z rodzaju *Salmonella*, *Shigella*, czy enterokrwotocznych szczepów *Escherichia coli*.

Analiza jakościowa bakterii wykazała dominację bakterii Gram-dodatnich, odpornych na działanie czynników środowiskowych. Wyizolowane gatunki to najczęściej powszechnie występujące w środowisku drobnoustroje, mogące powodować u osób z obniżoną odpornością zakażenia oportunistyczne dróg moczowych (*E. faecalis*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. cloacae*, *P. mirabilis*), dróg żółciowych (*E. faecalis*), czy skóry (*E. faecalis*) (7). Obecne w próbach ziarenkowce z rodzaju *Micrococcus* są niechorobotwórcze, zaś laseczki z rodzaju *Bacillus* są wszechobecne w środowisku i najczęściej nie stanowią zagrożenia dla ludzi (8,9).

Oznaczone nieliczne bakterie Gram-ujemne (*E. coli*, *P. mirabilis*, *E. cloacae*) są źródłem endotoksyn, które mogą działać niekorzystnie na organizm człowieka, wywołując reakcje zapalne w układzie oddechowym oraz zaburzenia immunologiczne (10–13).

Przyjmując za Górnym wartość referencyjną dla ogólnej liczby bakterii –  $10^6$  cfu/m<sup>3</sup> (14), stężenia drobnoustrojów oznaczone w pobranych próbach były średnio o trzy rzędy wielkości niższe.

Badanie czystości powietrza pod kątem obecności grzybów wykazało niskie stężenia grzybów pleśniowych. Przyjmując wartość referencyjną dla grzybów –  $10^4$  cfu/m<sup>3</sup> (14), stężenia grzybów oznaczone w pobranych próbach były znacznie niższe (o jeden rząd wielkości w przypadku składowiska 2. oraz o dwa rzędy wielkości w przypadku składowiska 1.).

Jednak analiza jakościowa wykazała, iż wśród pleśniowców z rodzaju *Aspergillus* obecny był także patogenny *Aspergillus fumigatus*, który może być przyczyną alergii oraz choroby układu oddechowego o charakterze immunotoksycznym – aspergillozy (15). Stwierdzono również obecność grzybów pleśniowych z rodzaju *Penicillium*, mogących działać alergizująco, oraz drożdży z rodzaju *Candida*, wśród których *C. albicans* może wywoływać grzybice skóry i błon śluzowych, atopowe zapalenie skóry, zapalenie jelit, a także zmiany zapalne układu oddechowego (14).

Spśród 21 drobnoustrojów obecnych w powietrzu na składowiskach objętych badaniem, bakterie *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus mirabilis* oraz grzyb pleśniowy *Aspergillus fumigatus* i drożdże *Candida albicans* są zawarte w wykazie szkodliwych czynników biologicznych w miejscu pracy (15). Zgodnie z definicją zawartą w rozporządzeniu, czynniki te mogą wywoływać choroby u ludzi, ale zazwyczaj istnieją w stosunku do nich skuteczne metody profilaktyki lub leczenia (2. grupa zagrożenia).

Na podstawie uzyskanych wyników, w tym głównie analizy jakościowej drobnoustrojów, można stwierdzić, że pomimo występowania stężeń nieprzekraczających proponowanych wartości referencyjnych, pracownicy zatrudnieni na składowiskach odpadów komunalnych powinni używać środków ochrony indywidualnej, właściwych dla zabezpieczenia przed drobnoustrojami z 2. grupy zagrożenia (maski, odzież ochronna, rękawice, obuwie). Należy również podkreślić, iż poza tymi środkami podstawową ochroną pracowników przed potencjalnym działaniem szkodliwych czynników biologicznych jest przestrzeganie zasad higieny osobistej. Nie mniej ważne jest zapoznanie pracowników z problematyką dotyczącą szkodliwych czynników biologicznych występujących w środowisku pracy (szkolenie, broszury informacyjne, itp.).

## WNIOSKI

1. Ogólna liczba bakterii i grzybów występujących w powietrzu na terenie składowisk odpadów komunalnych nie przekracza wartości referencyjnych.

2. Poziomy czynniki biologiczne są zróżnicowane w zależności od wielkości składowiska, ilości nagromadzonych odpadów komunalnych oraz stopnia wykorzystania powierzchni użytkowej obiektów.

3. Największe stężenie bakterii występuje w powietrzu podczas prac związanych z wyładunkiem, rozprawianiem i kompaktowaniem odpadów.

4. Stężenie grzybów pleśniowych jest większe w częściach zagospodarowanych składowisk w porównaniu z częścią aktualnie użytkowaną.

5. Stwierdzona obecność w powietrzu drobnoustrojów z drugiej grupy zagrożenia wskazuje, iż pracownicy zatrudnieni na składowiskach odpadów komunalnych powinni stosować środki ochrony indywidualnej, zabezpieczające szczególnie drogi oddechowe i skórę.

#### PIŚMIENNICTWO

1. Stan Środowiska w Polsce [raport]. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 2000
2. Poulsen O.M., Breum N.O., Ebbelohj N., Hansen A.M., Ivens U.I., Lelieveld D. i wsp.: Collection of domestic wastes. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci. Total Environ.*, 1995;170:1–19
3. Deportes I., Benoit-Guyod J.L., Zimoru D.: Hazard to men and the environment posed by the urban waste compost: A review. *Sci. Total Environ.*, 1995;172:197–222
4. Heldal K., Eduard W., Bergum M.: Bioaerosol exposure during handling of source separated household waste. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 1997;4:45–51
5. Krajewski J.A., Tarkowski S., Cyprowski M., Szarapińska-Kwaszewska J., Dudkiewicz B.: Occupational exposure to organic dust associated with municipal waste collection and management. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*, 2002;15:289–301
6. Lis D., Ulfig K., Wlazło A.: Microbial air quality in offices at municipal landfills. *J. Occup. Environ. Hyg.*, 2004;1:62–68
7. Święcicka I., Hauschild T.: Rodzaj *Bacillus* – występowanie i znaczenie w środowisku naturalnym. *Post. Mikrobiol.*, 1996;1:27–43
8. Szewczyk E.M.: Diagnostyka bakteriologiczna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005
9. Brigham K.J.: Endotoxin and the lungs. *Lung Biology in Health and Disease*. Marcel Dekker, Inc., New York 1994
10. Douwes J., Heederic D.: Epidemiologic investigations of endotoxins. *Int. J. Occup. Environ. Health*, 1997;3:26–31
11. Różalski A.: Lipopolisacharydy (LPS) bakterii Gram-ujemnych – struktura chemiczna, aktywność biologiczna i znaczenie w chorobotwórczości. *Post. Mikrobiol.*, 1995;3:339–364
12. Rylander R., Jacobs R.R.: Organic dust. Exposure, effects, and prevention. Lewis Publishers, New York 1994
13. Górny R.: Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. *Podstawy Met. Oceny Środow. Pr.*, 2004;3:17–39
14. Larone D.H.: Medically important fungi. A guide to identification. ASM Press, Washington (District of Columbia) 2002
15. Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. *DzU* 2005, nr 81, poz. 716, załącznik 1