

Marcin Cyprowski

Alina Buczyńska

Irena Szadkowska-Stańczyk

## OCENA NARAŻENIA NA BIOAEROZOLE PRACOWNIKÓW KANALIZACJI\*

### EXPOSURE ASSESSMENT TO BIOAEROSOLS AMONG SEWER WORKERS

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

#### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Celem pracy było określenie wielkości narażenia na bioaerozole pracowników kanalizacji. **Materiał i metody.** Badania przeprowadzono w okresie letnim opierając się na zapisach normy PN-EN 13098. Próby powietrza na obecność czynników biologicznych pobrano na filtry żelatynowe w trzech punktach stacjonarnych: wewnątrz kanału ściekowego, przy wlocie do kanału ściekowego podczas czyszczenia podciśnieniowego kanału oraz w punkcie zlewnym ścieków. W pobranych próbach przeprowadzono analizę ilościową i jakościową bakterii i grzybów. **Wyniki.** Oznaczone stężenia bakterii i grzybów były na stosunkowo niskich poziomach. Najwyższe stężenie bakterii – ok.  $5,0 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup> stwierdzono wewnątrz kanału ściekowego, zaś najwyższe stężenia grzybów – ok.  $1,0 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup> w punkcie zlewnym ścieków. Spośród zidentyfikowanych drobnoustrojów dominowały bakterie Gram-dodatnie ze znaczącą przewagą *Staphylococcus lentus*. Stwierdzono również obecność między innymi laseczek z rodzaju *Bacillus* oraz *Enterococcus faecalis*. Zróżnicowanie bakterii Gram-ujemnych było niewielkie. Wśród oznaczonych grzybów zidentyfikowano przedstawicieli dwóch rodzajów *Aspergillus spp.* i *Penicillium spp.*, w tym gatunku *Aspergillus fumigatus*. **Wnioski.** Spośród oznaczonych drobnoustrojów tylko bakterie, *Enterococcus faecalis* (*Enterococcus spp.*) oraz grzyb pleśniowy *Aspergillus fumigatus* w świetle obowiązujących przepisów prawnych sklasyfikowane są jako szkodliwe czynniki biologiczne (grupa ryzyka 2). Wskazane jest stosowanie przez pracowników środków ochrony indywidualnej chroniących głównie drogi oddechowe i skórę oraz przestrzeganie zasad higieny osobistej. Med. Pr., 2006;57(6):525–530

Słowa kluczowe: pracownicy kanalizacji, narażenie zawodowe, bioaerozole, bakterie, grzyby

#### ABSTRACT

**Background:** The purpose of the study was to evaluate exposure to bioaerosols among sewer workers. **Materials and Methods:** The study was carried out in the summertime, based on the standard PN-EN 13098. Air samples were collected on gelatine filters at three stationary sites: inside the sewer, next to the sewer manhole during under pressure cleaning and at effluent discharge point. In collected samples the qualitative and quantitative analysis of bacteria and fungi were performed. **Results:** Bacteria and fungi concentrations were at low levels. The highest concentration of bacteria (about  $5.0 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup>) was found inside the sewer and of fungi (about  $1.0 \cdot 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>) at effluent discharge point. Among all determined microorganisms Gram-positive bacteria were predominated, especially *Staphylococcus lentus*. Others bacteria there were also found, like rod-shaped of the genus *Bacillus* and *Enterococcus faecalis*. The diversification of Gram-negative bacteria was small. Among fungi there were determined representatives of two genera *Aspergillus spp.* and *Penicillium spp.*, including species *Aspergillus fumigatus*. **Conclusions:** According to the law in force among all determined microorganisms only bacteria *Enterococcus faecalis* (*Enterococcus spp.*) and mould *Aspergillus fumigatus* are classified as harmful biological agents (occupational risk group 2). It is suggested using by employees personal protective equipment, especially for respiratory airways and skin protection and also keeping the rules of individual hygiene. Med Pr 2006;57(6):525–30

Key words: sewer workers, occupational exposure, bioaerosols, bacteria, fungi

Adres autorów: św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: marc@imp.lodz.pl

Nadesłano: 12.10.2006

Zatwierdzono: 22.11.2006

## WSTĘP

Ścieki komunalne są uznawane za ważne źródło biologicznych szkodliwości zawodowych (1,2). Jako mieszanka wody, substancji organicznych (np. fekalia, resztki i odpadki produktów żywnościowych), nieorganicznych

(m.in. piasek, mydła i środki piorące), która charakteryzuje się stosunkowo stabilną temperaturą, ścieki oraz osady ściekowe stanowią bardzo dobre środowisko do życia dla różnych bakterii, grzybów, pasożytów, czy wirusów, które mogą być zagrożeniem dla zdrowia ludzi (3,4).

Wśród grup zawodowych, które są bezpośrednio narażone na te czynniki należy wymienić pracowników kanalizacji oraz oczyszczalni ścieków. Dzięki stosunkowo licznym badaniom naukowym w różnych częściach

\* Praca wykonana w ramach grantu nr 5 D43 TW000621-10 pt.: „Ocena ostrych skutków narażenia na endotoksyny i glukany ze strony układu oddechowego u pracowników oczyszczalni ścieków”, finansowanego przez Fogarty International Center, National Institutes on Environmental Health Services, National Institute of Occupational Safety and Health oraz Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Kierownik zadania: mgr M. Cyprowski.

świata, w tym także i w Polsce, należy stwierdzić, że sytuację w oczyszczalniach ścieków można uznać za rozpoznaną (5–10). Niestety ciągle niewiele jest wiadomości na temat narażenia na czynniki biologiczne pracowników kanalizacji. Nieliczne doniesienia koncentrują się przede wszystkim na ocenie stanu zdrowia przedstawicieli tej grupy zawodowej z pominięciem oceny narażenia na drobnoustroje obecnych na przykład w przestrzeni kanałów ponad lustrem płynących ścieków (11–16).

Z tych powodów zespół pracowników Pracowni Zagrożeń Biologicznych IMP w Łodzi przeprowadził badania mające na celu określenie narażenia na bakterie, grzyby, a także endotoksyny i (1→3)-β-D-glukany wśród pracowników kanalizacji. Dodatkowo wykonano również badanie kwestionariuszowe oraz badanie spirometryczne przed i po zakończonej zmianie roboczej. W niniejszej publikacji przedstawiono wyniki dotyczące ilościowej i jakościowej oceny drobnoustrojów obecnych w powietrzu środowiska pracy.

## MATERIAŁY I METODY

### Strategia pomiarowa

Badania przeprowadzono w okresie letnim, podczas wykonywania prac konserwacyjnych sieci kanalizacyjnej oraz w punkcie zlewnym ścieków.

Strategia pomiarowa została oparta na zapisach normy PN-EN 13098 (17). Do przeprowadzenia analizy jakościowej bakterii i grzybów pobrano po 3 próby stacjonarne przy pomocy pobornika MD 8 (Sartorius) w następujących miejscach:

- 1) kanał ściekowy, murowany 4 klasy, ok. 10 m od wjazdu;
- 2) właz do kanału ściekowego, podczas czyszczenia podciśnieniowego kanału o średnicy 40 cm;
- 3) punkt zlewny ścieków – podczas opróżniania wozów asenizacyjnych.

Próby pobierano na filtry żelatynowe (Sartorius), o średnicy 80 mm w czasie 3 minut przy zachowaniu przepływu 30 L/min. Po pobraniu wszystkich prób zostały one przetransportowane do laboratorium, gdzie zostały poddane dalszej analizie.

### Analiza bakteriologiczna prób

Po przetransportowaniu filtrów do laboratorium zostały one położone na podłoże Columbia Agar + 5% krwi baraniej (gotowe płytki firmy bio-Merieux). Próby były następnie inkubowane przez 24 godziny w temperaturze 37°C. Wyrosłe kolonie były izolowane na podłożach Chapmana i McConkey'a. Przeprowadzono róż-

nicowanie bakterii Gram-ujemnych i Gram-dodatnich przy użyciu preparatów barwionych metodą Grama. Do szczegółowej identyfikacji bakterii zastosowano gotowe szeregi (testy API) ID Staph i ID 32E firmy bio-Merieux.

### Analiza mykologiczna prób

Filtry żelatynowe z pobranymi próbkami powietrza przenoszono na podłoże Sabouranda. Hodowle inkubowano 24 godziny w temperaturze 37°C i dalej przez 10 dni w temperaturze pokojowej z dostępem światła i powietrza. W celu diagnostyki grzybów drożdżopodobnych wykonywano preparaty barwione metodą Grama. Identyfikację grzybów przeprowadzano na podstawie:

- testów API 20Aux – grzyby drożdżopodobne;
- wyglądu morfologicznego kolonii (wielkość, kształt, brzeg, strukturę 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

Stężenia bakterii w analizowanych próbkach były na zróżnicowanych poziomach w zależności od miejsca pobrania, jednak nie przekraczały liczby  $4 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup> (cfu – jednostki tworzące kolonie – colony forming units). Najliczniej występowały w kanale ściekowym, zaś w punkcie zlewnym nie stwierdzono wzrostu bakterii. Stężenia grzybów były na znacznie niższym poziomie i w żadnym z punktów pomiarowych nie przekraczały  $1 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup>. Najliczniej obecne one były w punkcie zlewnym ścieków. Wyniki ogólnej liczby bakterii i grzybów w poszczególnych punktach pomiarowych przedstawiono na rycinie 1.

Analiza jakościowa wykazała największą różnorodność gatunkową bakterii wewnątrz kanału ściekowego. W sumie zidentyfikowano 6 gatunków bakterii, wśród których wykazano dominację bakterii Gram-dodatnich. Najliczniej w pobranej próbce powietrza występował *Staphylococcus lentus*, stanowiący blisko 67% wszystkich wyrosłych kolonii. W znacznie mniejszych stężeniach stwierdzono *Staphylococcus warnerii*, *Bacillus* spp., czy *Micrococcus* spp. W liczbie  $0,33 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup> stwierdzono występowanie przedstawiciela enterokoków kałowych *Enterococcus faecalis*, uznawanego za bakterię wskaźnikową higienicznej czystości powietrza. Bakterie

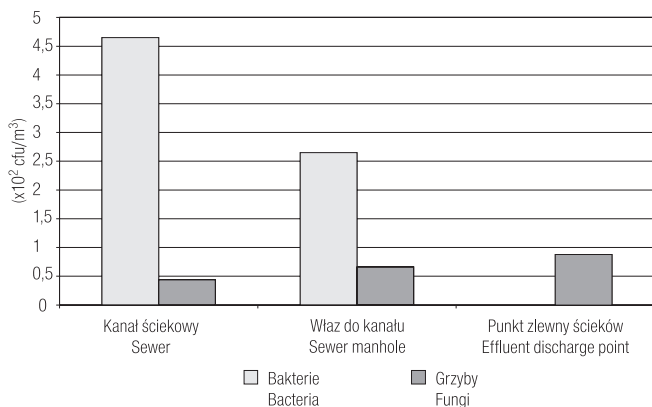
Gram-ujemne były nieliczne i w pobranej próbie reprezentowane jedynie przez *Escherichia vulneris*. Mikroflora grzybowa w kanale była niezwykle uboga. W sumie zidentyfikowano  $0,44 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup>, z czego 75% to przedstawiciele pleśni rodzaju *Penicillium* spp. Drugim oznaczonym grzybem był *Aspergillus niger*.

Analiza mikrobiologiczna próby powietrza pobranej przy otwartym włazie podczas czyszczenia ciśnieniowego kanałów wykazała niższe niż w samym kanale stężenia bakterii, przy równoczesnym, lecz nieznacznym, wzroście stężenia grzybów. Podobnie jak wewnątrz kanału dominowały bakterie Gram-dodatnie, jednak przy o połowę niższym stężeniu. W sumie oznaczono 5 gatunków bakterii, z czego najliczniej reprezentowanym były również *Staphylococcus lentus* stanowiący około 42% wszystkich bakterii. Ponadto stwierdzono obecność przetrwalników, laseczek z rodzaju *Bacillus*, a tak-

że bakterii *Staphylococcus saprophyticus* i *Enterococcus faecalis*. Spośród bakterii Gram-ujemnych zidentyfikowano jednego przedstawiciela rodziny *Enterobacteriaceae* (pałeczek jelitowych) – bakterie z rodzaju *Pantoea* spp. Stężenia grzybów były niewielkie i nieznacznie tylko przewyższające te odnotowane wewnątrz kanału. Także ich skład gatunkowy był skromny, charakteryzujący się występowaniem tylko dwóch rodzajów grzybów pleśniowych: *Aspergillus* spp. oraz *Penicillium* spp.

Na terenie punktu zlewnego analiza mikrobiologiczna powietrza wykazała brak wzrostu bakterii w pobranej próbie powietrza oraz dominację mikroflory grzybowej. Analiza grzybów pokazała dominację przedstawicieli rodzaju *Aspergillus*, w tym chorobotwórczego *Aspergillus fumigatus*, a także *Aspergillus niger*. Stwierdzono również obecność nielicznych przedstawicieli rodzaju *Penicillium*.

Pełną charakterystykę oznaczonych drobnoustrojów w badanych punktach przedstawiono w tabeli 1.



Ryc. 1. Stężenia bakterii i grzybów na stanowiskach pracy u pracowników kanalizacji.

Fig. 1. Bacteria and fungi concentrations at workplaces among sewer workers.

Tabela 1. Drobnoustroje oznaczone w badanych próbach powietrza  
Table 1. Microorganisms determined in collected air samples

Miejsce pobrania próby powietrza Place of air sample collection	Gatunki bakterii Bacteria species	Liczba kolonii Number of colonies x10 <sup>2</sup> cfu/m <sup>3</sup>	Gatunki grzybów Fungi species	Liczba kolonii Number of colonies x10 <sup>2</sup> cfu/m <sup>3</sup>
Kanał ściekowy Sewer	<i>Staphylococcus lentus</i>	3,11	<i>Penicillium</i> spp.	0,33
	<i>Staphylococcus warnerii</i>	0,44	<i>Aspergillus niger</i>	0,11
	<i>Bacillus</i> spp.	0,33		
	<i>Enterococcus faecalis</i>	0,33		
	<i>Micrococcus</i> spp.	0,22		
	<i>Escherichia vulneris</i>	0,22		
Właz do kanału Sewer manhole	<i>Staphylococcus lentus</i>	1,11	<i>Aspergillus</i> spp.	0,44
	<i>Bacillus</i> spp.	0,66	<i>Penicillium</i> spp.	0,22
	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	0,33		
	<i>Pantoea</i> spp.	0,33		
	<i>Enterococcus faecalis</i>	0,22		
Punkt zlewny ścieków Effluent discharge point	brak wzrostu without growth		<i>Aspergillus fumigatus</i>	0,33
			<i>Aspergillus niger</i>	0,22
			<i>Aspergillus</i> spp.	0,22
			<i>Penicillium</i> spp.	0,11

mienić m.in.: wirusy, bakterie, grzyby, endotoksyny oraz glukany (3–10), zaś do najbardziej eksponowanych stanowisk pracy należą przede wszystkim te, związane z procesem przeróbki osadów ściekowych (3,5–7,10).

Wśród pracowników kanalizacji prowadzone badania oceny narażenia dotyczyły głównie czynników chemicznych, w tym szczególnie siarkowodoru (15,18). Analiza występowania czynników biologicznych była prowadzona w dwojaki sposób. Po pierwsze poprzez analizę ścieków (3,4,10,15), a po drugie poprzez badanie pracowników narażonych na obecność wybranych przeciwciał świadczących o kontakcie z konkretnymi drobnoustrojami (12,15,16). Dodatkowym źródłem informacji były również odnotowywane przypadki zachorowań u pracowników kanalizacji (13). Dostępne w ten sposób dane wskazują na wirusy WZW A, B i C, krętki *Leptospira interrogans* oraz pałeczki jelitowe z rodziny *Enterobacteriaceae* jako na główne czynniki biologiczne, które mogą stanowić zagrożenie dla pracowników kanalizacji. Dotychczasowa analiza piśmiennictwa nie wykazała natomiast danych o narażeniu na czynniki biologiczne w postaci bioaerozolu wdychanego przez pracowników. Na podstawie licznych badań (1,2,5,14,15) można uznać układ oddechowy za główną drogę narażenia w odniesieniu do czynników biologicznych obecnych w miejscu pracy. Dlatego też pozyskanie danych o stężeniach i rodzaju czynników biologicznych obecnych w powietrzu na stanowiskach pracy pracowników kanalizacji było niezwykle istotne.

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono obecności bezwzględnych drobnoustrojów patogennych dla człowieka, jak bakterii z rodzaju *Salmonella*, *Shigella*, czy enterokrwotocznych szczepów *Escherichia coli*. Analiza jakościowa bakterii wykazała natomiast 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*, *S. lentus*, *S. warnerii*), dróg żółciowych (*E. faecalis*) czy skóry (*E. faecalis*, *E. vulneris*) (19). Najnowsze badania laboratoryjne wykazują również silną aktywację makrofagów ludzkich przez *Staphylococcus lentus* (20).

Próby pobrane przy wlocie pokazały bardzo zbliżony skład gatunkowy do tego stwierdzonego wewnątrz kanału. Szczególnie obecność dominującego *Staphylococcus lentus* wskazuje ścieki płynące w kanale jako źródło bioaerozoli. Oznaczony w tym miejscu *Staphylococcus saprophyticus* jest gatunkiem notowa-

nym jako przyczyna zakażeń dróg moczowych. Obecne w obydwu próbach laseczki z rodzaju *Bacillus* są wszechobecne w środowisku i najczęściej nie stanowią zagrożenia dla ludzi.

Oznaczone nieliczne bakterie Gram-ujemne (*Escherichia vulneris* oraz *Pantoea* spp.) są źródłem endotoksyn, działających prozapalnie na układ immunologiczny człowieka (1,3,19).

Badanie czystości powietrza pod kątem grzybów wykazało niskie stężenia grzybów pleśniowych. Wśród pleśniowców przeważały gatunki z rodzaju *Aspergillus*, w tym patogenny *Aspergillus fumigatus*. Pleśń z rodzaju *Aspergillus* mogą powodować chorobę układu oddechowego o charakterze immunotoksycznym – aspergilozę, a także mogą być przyczyną alergii (1,2,4). Stwierdzono również obecność pleśni z rodzaju *Penicillium* mogących również działać alergizująco (21).

W odróżnieniu od większości czynników fizycznych i chemicznych, w skali światowej nie ma powszechnie akceptowalnych kryteriów oceny narażenia na czynniki biologiczne na stanowiskach pracy, jak również ogólnie uznanych wartości normatywnych. Obecne w piśmiennictwie licznie podawane proponowane wartości dopuszczalne mają zwykle charakter arbitralny i są pomocne w interpretacji wyników. W Polsce Międzyresortowa Komisja ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy w dniu 15 listopada 2004 r. przyjęła zalecane wartości stężeń szkodliwych czynników biologicznych (22). Na przykład dla ogólnej liczby bakterii mezofilnych wartość ta wynosi  $1,0 \cdot 10^5$ , zaś dla ogólnej liczby  $5,0 \cdot 10^4$  cfu/m<sup>3</sup>. Na podstawie wyników zawartych w tabeli 1 można stwierdzić, że oznaczone poziomy bakterii i grzybów nie przekroczyły proponowanych wartości zalecanych i były od nich niższe o 2–3 rzędy wielkości.

Biorąc pod uwagę rozporządzenie ministra zdrowia (23), spośród oznaczonych drobnoustrojów tylko bakterie *Enterococcus faecalis* (*Enterococcus* spp.) oraz grzyb pleśniowy *Aspergillus fumigatus* zostały wymienione w załączniku 1 do tego rozporządzenia. Zostały one zaklasyfikowane do 2 grupy zagrożenia. Pozostałe bakterie i grzyby nie widnieją w wykazie, więc można je przypisać do grupy 1, jako czynniki, przez które wywoływanie chorób u ludzi jest mało prawdopodobne.

Na podstawie przedstawionych wyników można stwierdzić, że pomimo występowania stężeń nieprzekraczających proponowanych wartości referencyjnych pracownicy zatrudnieni przy utrzymaniu sieci kanalizacyjnej powinni używać środków ochrony osobistej.

Biorąc pod uwagę charakterystykę rozpoznanych drobnoustrojów sugerowane jest używanie masek ochronnych typu FFP2, właściwych dla zabezpieczenia przed drobnoustrojami z 2 grupy zagrożenia. Stosowanie takich masek ograniczyłoby w sposób istotny przenikanie drobnoustrojów do układu oddechowego, zapobiegając w ten sposób potencjalnym zakażeniom, a także powstawaniu schorzeń o charakterze alergicznym czy immunotoksycznym.

Niezbędne jest również stosowanie właściwej ochrony skóry (szczelne ubranie, rękawice) oraz przestrzeganie podstawowych zasad higieny osobistej. W sposób szczególny należy zwrócić także uwagę na zabezpieczenie osób, u których stwierdzono zranienia skóry. Żle ochroniona w takich przypadkach skóra może przyczynić się do jej skażenia drobnoustrojami, takimi jak *Enterococcus faecalis*, czy *Escherichia vulneris* spowalniając proces gojenia się ran (19).

## WNIOSKI

1. Oznaczone stężenia bakterii i grzybów były na stosunkowo niskich poziomach. Najwyższe stężenie bakterii – ok.  $5,0 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup> stwierdzono wewnątrz kanału ściekowego, zaś najwyższe stężenia grzybów – ok.  $1,0 \cdot 10^2$  cfu/m<sup>3</sup> w punkcie zlewnym ścieków.

2. Spośród zidentyfikowanych drobnoustrojów dominowały bakterie Gram-dodatnie ze znaczącą przewagą *Staphylococcus lentus*. Stwierdzono również obecność między innymi laseczek z rodzaju *Bacillus* oraz *Enterococcus faecalis*. Zróżnicowanie bakterii Gram-ujemnych było niewielkie.

3. Wśród oznaczonych grzybów stwierdzono występowanie przedstawicieli dwóch rodzajów *Aspergillus* spp. i *Penicillium* spp., w tym gatunku *Aspergillus fumigatus*.

4. Biorąc pod uwagę rozporządzenie ministra zdrowia, spośród oznaczonych drobnoustrojów tylko bakterie, *Enterococcus faecalis* (*Enterococcus* spp.) oraz grzyb pleśniowy *Aspergillus fumigatus* zostały wymienione w załączniku 1 do tego rozporządzenia i zaklasyfikowane do 2 grupy zagrożenia.

5. Wskazane jest stosowanie przez pracowników środków ochrony indywidualnej chroniących głównie drogi oddechowe i skórę oraz przestrzeganie zasad higieny osobistej.

## PIŚMIENNICTWO

- Dutkiewicz J., Jabłoński L.: Biologiczne szkodliwości zawodowe. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1989
- Dutkiewicz J.: Zagrożenia biologiczne w środowisku pracy. W: Indulski J. [red.]. Higiena pracy. Tom 2. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2000, ss. 219–253
- Cyprowski M., Krajewski J.A.: Czynniki szkodliwe dla zdrowia występujące w oczyszczalniach ścieków komunalnych. Med. Pr., 2003;54(1):73–80
- Gerardi M.H., Zimmerman M.C.: Wastewater pathogens. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey 2005
- Lundholm M., Rylander R.: Work related symptoms among sewage workers. Br. J. Ind. Med., 1983;40:325–329
- Laitinen S., Kangas J., Kotimaa M., Liesivuori J., Martikainen P.J., Nevalainen A. i wsp.: Workers' exposure to airborne bacteria and endotoxins at industrial wastewater treatment plants. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 1994;55(11):1055–1060
- Thorn J., Beijer L., Jonsson T., Rylander R.: Measurement strategies for the determination of airborne bacterial endotoxin in sewage treatment plants. Ann. Occup. Hyg., 2002;46(6): 49–554
- Prażmo Z., Krysińska-Traczyk E., Skórska C., Sitkowska J., Cholewa G., Dutkiewicz J.: Exposure to bioaerosols in a municipal sewage treatment plant. Ann. Agric. Environ. Med., 2003;10:241–248
- Wlazło A., Pastuszka J.S., Łudzeń-Izbińska B.: Ocena narażenia na aerozol bakteryjny pracowników niedużej oczyszczalni ścieków. Med. Pr., 2002;53: 09–114
- Cyprowski M., Szarapińska-Kwaszewska J., Dudkiewicz B., Krajewski J.A., Szadkowska-Stańczyk I.: Ocena narażenia pracowników oczyszczalni ścieków na czynniki szkodliwe występujące w miejscu pracy. Med. Pr., 2005;56(3):213–222
- Dean R.B.: Assessment of disease rates among sewer workers in Copenhagen, Denmark. EPA 600-1-78-007. Environmental Health Effects Research Series, Cincinnati 1978
- De Serres G., Levesque B., Higgins R., Major M., Laliberte D., Boulianne N. i wsp.: Need for vaccination of sewer workers against leptospirosis and hepatitis A. Occup. Environ. Med., 1995;52:505–507
- Brautbar N., Navizadeh N.: Sewer workers: Occupational risk for hepatitis C – report of two cases and review of literature. Arch. Environ. Health, 1999;54(5):328–330
- Friis L.: Health of municipal sewage workers. Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala 2001
- Mulloy K.B.: Sewage workers: toxic hazards and health effects. Occup. Med., 2001;16:23–38
- Ambekar A.N., Bhardawaj R.S., Joshi S.A., Kagal A.S., Bal A.M.: Sero surveillance of leptospirosis among sewer workers in Pune. Indian J. Public Health, 2004;48(1):27–29
- PN-EN 13098: Powietrze na stanowiskach pracy – wytyczne dotyczące pomiaru zawieszonych w powietrzu mikroorganizmów i endotoksyn. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2002
- Richardson D.B.: Respiratory effects of chronic hydrogen sulfide exposure. Am. J. Ind. Med., 1995;28(1):99–108
- Szewczyk E.M. [red.]: Diagnostyka bakteriologiczna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005
- Larsson B.M., Larsson K., Malmberg P., Palmberg L.: Gram-positive bacteria induce IL-6 and IL-8 production in human alveolar macrophages and epithelial cells. Inflammation, 1999;23(3): 217–230

- 
21. Larone D.H.: Medically important fungi. A guide to identification. Wyd. 4. ASM Press, Washington 2002
22. Górny R.L.: Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. Podstawy Met. Oceny Środow. Pr., 2004;3(41):17-39
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 2005, nr 81, poz. 716