

Prof. dr hab. Wiesław Barabasz
Mgr Danuta Albińska
Mgr Jolanta Barabasz

Obiekty komunalne jako źródła bioaerozolu i mikroorganizmów szkodliwych dla zdrowia

1. WSTĘP

Składowiska odpadów oraz inne obiekty komunalne, takie jak kompostownie, oczyszczalnie ścieków, osady ściekowe itp., poza swą zasadniczą pozytywną rolą, służącą ochronie środowiska, mogą też oddziaływać niekorzystnie na otoczenie, w tym na powietrze atmosferyczne. Głównymi czynnikami zanieczyszczającymi powietrze są substancje chemiczne, mikroorganizmy (bioaerozole), odory-zapachy i hałas. Obiekty komunalne zlokalizowane w przeszłości poza aglomeracjami miejskimi, obecnie w wielu przypadkach, ze względu na bardzo intensywny rozwój miast, znalazły się blisko terenów przeznaczonych pod budownictwo mieszkaniowe. Dotyczy to zarówno składowisk wycofanych z eksploatacji, jak i wciąż eksploatowanych oraz kompostowni i oczyszczalni ścieków [Jurkiewicz i in. 1998, Siuta i in. 1991].

Składowiska odpadów i oczyszczalnie ścieków zlokalizowane w różnych miejscach i warunkach terenowych, niejednokrotnie niezgodnych z aktualnymi zaleceniami są poważnym źródłem emisji wielu związków chemicznych i bioaerozoli, które mogą negatywnie oddziaływać na okoliczne tereny i zdrowie ludzkie. Wśród wielu czynników szkodliwych występujących w bioaerozolach na szczególną uwagę zasługują drobnoustroje, które występując w postaci przetrwalników, zarodników, konidii, fragmentów grzybnii czy nawet form wegetatywnych (bakterie, wirusy) mogą stwarzać poważne niebezpieczeństwo chorobotwórcze dla zdrowia ludzi, zwierząt i roślin. Uwalniany bioaerozol ze składowisk i oczyszczalni ścieków w wyniku opadania pod wpływem sił grawitacyjnych, gromadzi się na powierzchni gleb, wód, roślin, a także wraz z wodą migrować może do głębszych warstw gleby, ponadto zawieszony w powietrzu atmosferycznym nie traci zjadliwych właściwości nawet przez długi okres czasu [Borowski 2001, Borrello i in. 1999, Cronholm 1980, Litwin 1977, Mancinelli i in. 1978]. Ilość drobnoustrojów w bioaerozolach zależy od wielu czynników wśród których najważniejszą rolę odgrywają czynniki klimatyczne oraz warunki składowania, sposób eksploatacji, napowietrzania komór itp. Ze względu na zdrowie ludzkie należy zwracać uwagę pracownikom na przestrzeganie podstawowych zasad bezpiecznej pracy [Gonzalez i in. 2000, Kuratowska 1997].

Wszystkie obiekty komunalne traktowane są jako zło konieczne i coraz trudniej znaleźć miejsce na ich lokalizację. Wynika to z faktu, że są one źródłem skażenia wód podziemnych, siedliskiem owadów przenoszących zarazki, gryzoni oraz drobnoustrojów chorobotwórczych. Obiekty komunalne stanowią jedno z większych potencjalnych źródeł zagrożenia dla człowieka, a wielkość zagrożenia zależy przede wszystkim od charakteru obiektów oraz sposobu ich eksploatacji i aktualnych warunków meteorologicznych i przyrodniczych. Obiekty komunalne działają na otaczające gleby, wody powierzchniowe i podziemne, zanieczyszczają atmosferę, a za jej pośrednictwem odległe tereny rolnicze, miejskie i rekreacyjne [Colakoglu 1996, Jones i in. 1983, Kock i in. 1998,

Występujące w powietrzu atmosferycznym zanieczyszczenia i drobnoustroje mają liczne i różnorodne źródła pochodzenia jak np. składowiska odpadów komunalnych, oczyszczalnie ścieków, kompostownie, powierzchnia gleby, chorzy ludzie i zwierzęta itd., które występować mogą w postaci gazów, małych cząstek stałych oraz kropelek cieczy, które znane są pod nazwami dymów, pyłów i aerozoli biologicznych [Jones i in. 1983, Krzysztofik 1992, Lundholm 1982].

Ilość, a także skład jakościowy mikroorganizmów w bioaerozolu są kształtowane przez dwie przeciwstawne grupy czynników, jedną – sprzyjającą zwiększaniu liczebności i drugą – powodującą ich ubytek. Drobnoustroje występujące w powietrzu najczęściej osadzone są na cząstkach kurzu i różnych stałych zanieczyszczeniach, stąd wszystkie czynniki wzmagające zapylenie, jak wiatr, brak pokrywy roślinnej, duży ruch uliczny itp. powodować będą równocześnie wzrost ich ilości [Krzywicka i in. 1997,

Li i in. 1995]. Wiatr przenosi mikroorganizmy znajdujące się w powietrzu na duże odległości niejednokrotnie odległe o setki i tysiące kilometrów od miejsc ich powstania. Niektóre drobnoustroje obecne w bioaerozolu zachowują żywotność przez długi okres czasu. Do najbardziej przystosowanych form należy zaliczyć ziarniaki ze względu na stosunkowo małą powierzchnię komórki oraz bakterie wytwarzające barwniki i śluzy, które są dodatkowym czynnikiem ochronnym dla bakterii. Najbardziej ochronnie działa barwnik czerwony i żółty zabezpieczając je przed niekorzystnym wpływem promieni ultrafioletowych zawartych w promieniach słonecznych [Krzysztofik 1992, Petryka i in. 1995].

Należy zaznaczyć, że w ostatnim okresie czasu zarówno w ustawodawstwie Polskim jak i Unii Europejskiej pojawiło się kilka rozporządzeń i dyrektyw, które zwracają uwagę na czynnik biologiczny jako ten element środowiska, który emitowany z obiektów komunalnych może bezpośrednio zagrażać zdrowiu pracowników na różnych stanowiskach pracy. Wspomniane akty prawne to przede wszystkim Dyrektywa 2000/54/WE oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z 29 listopada 2002 r. i projekt Rozporządzenia Ministra Zdrowia z 2005 r., które zawierają wykaz niebezpiecznych mikroorganizmów z podaniem ich szkodliwości. Ponadto wspomniane rozporządzenia zawierają wykazy prac narażających pracowników na działanie biologicznych czynników w środowisku pracy. W powyższych wykazach zarówno praca w zakładach gospodarki odpadami jak i praca przy oczyszczaniu ścieków naraża pracowników na działanie biologicznych czynników szkodliwych dla zdrowia do których zaliczono: priony, wirusy, bakterie, grzyby, alergeny biologiczne, toksyny biologiczne oraz czynniki rakotwórcze [Cvetenić i in. 1997, Rosiek-Dulewska i in. 1996, Smyk 1996].

2. MATERIAŁ I METODY

Badania mikrobiologiczne powietrza atmosferycznego wykonano w okresie 2000 – 2004 na wybranych 11 obiektach komunalnych. Wybrane obiekty komunalne różniły się między sobą wielkością, czasem eksploatacji i lokalizacją. Natomiast punkty poboru prób były reprezentatywne i charakteryzowały w całości dany obiekt i jego najbliższą okolicę.

1. Składowisko Odpadów Komunalnych Barycz (Kraków),
2. Składowisko Odpadów Komunalnych Krzyż (Tarnów),
3. Składowisko Odpadów Komunalnych Kozodrza (Rzeszów),
4. Składowisko Odpadów Komunalnych w Mielcu,
5. Składowisko Odpadów Komunalnych w Kalwarii Zebrzydowskiej,
6. Składowisko Odpadów Komunalnych Szadółki (Gdańsk),
7. Oczyszczalnia Ścieków Płaszów (Kraków),
8. Oczyszczalnia Ścieków Kujawy (Kraków),
9. Oczyszczalnia Ścieków w Kalwarii Zebrzydowskiej,
10. Oczyszczalnia Ścieków w Proszowicach-Sieniawie
11. Kompostownia Barycz (Kraków).

Próbki powietrza do analiz mikrobiologicznych pobierano za pomocą automatycznego specjalistycznego **aeroskopu typu – MAS-100, produkcji Firmy MERCK**. Zastosowany aparat pobierał samoczynnie ściśle określoną objętość powietrza do głowicy aparatu, gdzie znajdowała się jałowa płytka Petriego (jednorazowego użytku) z podłożem agarowym – odpowiednim dla wybranych badanych grup fizjologicznych drobnoustrojów. Próbkę pobierano z wysokości 1,5 m nad powierzchnią gruntu. W trakcie poboru prób zwracano uwagę na to, aby zawsze otwór wlotowy aparatu był skierowany prostopadłe do kierunku wiejącego wiatru. Miało to bardzo ważne znaczenie z metodycznego punktu widzenia. W szczegółowych badaniach mikrobiologicznych do oznaczeń ilościowych i jakościowych mikroorganizmów zastosowano następujące podłoża stałe – wybiórcze, zgodnie z zaleceniami Norm Polskich:

1. Ogólna liczba bakterii - agar odżywczy MPA

2. Bakterie z rodzaju *Salmonella* i *Shigella* - agar SS
3. Gronkowce mannitolododatnie, mannitoloujemne - odłóże Chapmana
4. Promieniowce - podłóże Gausa i podłóże Pochona
5. Grzyby - agar brzeczkowy, podłóże Sabourauda i podłóże Czapek'a (ogólna liczba grzybów + diagnostyka)
6. *Pseudomonas fluorescens* - podłóże Kinga
7. Drobnoustroje hemolizujące - agar z krwią baranią
8. Podłóże Mac Conkey'a, pałeczki G (-)
9. Agar Endo

Płytki Petriego z pobranymi próbkami powietrza zawierające wybiórcze pożywki hodowano w odpowiednich warunkach zgodnie z postanowieniami zawartymi w normach: **PN-89/Z-04111/02 i PN-89/Z-04111/03**. W szczegółowych badaniach ilościowych po okresie inkubacji liczono kolonie bakterii, promieniowców i grzybów (*tzw. j.t.k = jednostki tworzące kolonie*), które wyrosły na zastosowanych podłożach. Przy pomocy odpowiednich przeliczeń podano liczbę drobnoustrojów występujących w 1 m³. Bakterie z grupy coli hodowano w różnych temperaturach.

W badaniach jakościowych tzn. diagnostyczno-taksonomicznych wyrosłe kolonie bakterii i promieniowców przenoszono na podłóże namnażające, wybiórcze oraz identyfikacyjne i za pomocą dodatkowych badań morfologicznych, fizjologicznych i biochemicznych przy zastosowaniu odpowiednich testów: clumping factor, koagulaza, testów API – Firmy Biomerieux, oznaczano przynależność systematyczną wszystkich mikroorganizmów, które dominowały w danym badanym środowisku. W badaniach diagnostyczno-taksonomicznych grzybów posługiwano się najnowszymi kluczami służącymi do określania przynależności systematycznej tej grupy drobnoustrojów (Domsch).

Wszystkie badania mikrobiologiczne, analityczne i taksonomiczno-diagnostyczne zostały przeprowadzone zgodnie z ogólnie przyjętymi wymogami i normami, przy zastosowaniu standardowych metod techniki mikrobiologicznej używanych w tego typu badaniach.

3. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W wyniku przeprowadzonych badań na terenie różnych obiektów komunalnych w województwie małopolskim, podkarpackim i pomorskim, a dotyczących występowania mikroorganizmów w powietrzu atmosferycznym wokół badanych obiektów wykazano, że są one źródłem różnych drobnoustrojów. Przeprowadzone pomiary w różnych miejscach i odległościach od wybranych obiektów komunalnych wyraźnie wskazują, że w miarę oddalania się od tzw. strefy „zerowej - ochronnej” ilość drobnoustrojów w powietrzu atmosferycznym ulegała znacznemu zmniejszeniu. Z danych ilościowych prezentowanych w Tabeli 1, 2 i 3 wynika, że niejednokrotnie na obiektach komunalnych dochodziło do przekroczenia norm ilościowych. Nasze długoletnie badania [Barabasz i in. 1998, 2001a, 2001b] wskazują, że zazwyczaj najgorsza sytuacja jest w najbliższej strefie czy to czynnego składowania, komór napowietrzania lub w pobliżu pryzm kompostowych. Wydaje się, że jest to zjawisko naturalne, bowiem składowanie odpadów ciągły ruch samochodowy oraz mieszanie ścieków w komorach napowietrzania powodują, że wraz z prądami powietrza porywane są drobnoustroje, które tworzą bioaerol i zanieczyszczają najbliższe okolice badanych obiektów komunalnych.

Szczegółowe badania diagnostyczne mikroorganizmów występujących w powietrzu atmosferycznym wskazują, że na badanych obiektach komunalnych mamy głównie do czynienia z naturalną mikroflorą saprofityczną, pochodzącą z rozkładających się odpadów i fermentujących ścieków oraz z okolicznych pól, sadów, zabudowań gospodarczych, a także z mikroorganizmami charakterystycznymi dla zanieczyszczonego powietrza atmosferycznego, typowego dla obszarów wielkomiejskich i dużych aglomeracji miejskich. Większość z oznaczonych drobnoustrojów to typowe organizmy wszędobylskie (tzw. ubikwisty), które występują w bardzo różnych środowiskach. Niemniej jednak wśród wyizolowanych drobnoustrojów stwierdzono występowanie gatunków chorobotwórczych zagrażających zdrowiu ludzkiemu (Tabela 4).

Wśród wyizolowanych bakterii saprofitycznych najczęściej występowały następujące gatunki:

Alcaligenes sp.
Bacillus macerans
Bacillus megaterium
Bacillus mycoides
Bacillus brevis
Bacillus sp.
Escherichia coli
Proteus vulgaris
Staphylococcus saprophyticus
Staphylococcus sp.
Micrococcus sp.
Sarcina lutea
Sarcina maxima

a z bakterii chorobotwórczych tylko 2 gatunki :

Pseudomonas aeruginosa
Staphylococcus aureus

Trzeba jednak zaznaczyć, że nie wszystkie szczepy tych gatunku są chorobotwórcze. Wśród wyizolowanych promieniowców nie stwierdzono występowania gatunków chorobotwórczych stąd nie stanowią one większego zagrożenia dla mieszkańców okolic badanych obiektów komunalnych.

Wyniki jakościowych badań grzybów wskazują, że częstotliwość występowania poszczególnych gatunków w badanym okresie była różna. Do gatunków, które występowały najczęściej należały:

Absidia glaca
Alternaria alternata
Cladosporium herbarum
Alternaria alternata
Alternaria geophila
Fusarium nivale
Fusarium sporotrichioides
Penicillium frequentans
Penicillium notatum
Rhizopus nigricans
Verticillium celulosae
Verticillium candelabrum
Aspergillus niger
Aspergillus flavus
Aspergillus fumigatus
Aspergillus terreus
Candida albicans
Fusarium oxysporum
Rhizopus microsporus

Wśród wyizolowanych grzybów były takie, które znajdują się na liście mikroorganizmów patogennych mogących wywoływać choroby człowieka i stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi. Prawdopodobnie są one przyczyną wielu bardzo groźnych chorób jak: wady wrodzone, niska masa ciała urodzeniowa, poronienia, bóle głowy, zaburzenia czynności wątroby i dolegliwości neurologiczne, zmiany skórne, podrażnienia błon śluzowych i układu oddechowego oraz choroby

nowotworowe (np. rak wątroby, przewodu pokarmowego, płuc, pęcherza moczowego, białaczki). Ponadto występowanie i rozwój niektórych gatunków grzybów pleśniowych wiąże się z wytwarzaniem bardzo toksycznych metabolitów określanych mianem metabolitów wtórnych tzw. mykotoksyn [Hendry i in. 1993, Horner i in. 1995, Smyk 1996, Wyllie i in. 1990]. Długotrwały kontakt człowieka, a zwłaszcza dzieci, młodzieży i zwierząt z gatunkami wytwarzającymi najgroźniejsze mykotoksyny takie jak aflatoksyny – *Aspergillus flavus*, ochratoksyny – *Aspergillus ochraceus*, może doprowadzić do wielu chorób (mykotoksykozy) oraz śmierci [Barabasz i in. 2003, Cvetenić i in. 1997].

Należy zaznaczyć, że wszystkie drobnoustroje wyizolowane z powietrza atmosferycznego badanych obiektów komunalnych to mikroorganizmy szeroko rozpowszechnione w przyrodzie, które występują w powietrzu w każdych warunkach i są względnie chorobotwórcze. Oznacza to, że u osoby, której system immunologiczny jest osłabiony wywołać mogą chorobę.

Dokładne poznanie oddziaływania obiektów odpadów komunalnych na środowisko i zdrowie człowieka jest zagadnieniem bardzo ważnym wymagającym kompleksowych interdyscyplinarnych wieloletnich badań monitoringowych (epidemiologicznych, toksykologicznych, mikrobiologicznych, chemicznych, geologicznych, klimatycznych itp.). Z uwagi na wpływ wielu czynników lokalnych i globalnych na oddziaływanie każdego obiektu, konieczne jest przeprowadzenie wieloletnich studiów i po systematycznym nagromadzeniu wyników uzyskanych w różnych warunkach, możliwe będzie ustalenie zarówno typowego jak i skrajnego poziomu zanieczyszczeń powietrza przez różne czynniki zarówno biologiczne (drobnoustroje) jak i chemiczne.

4. OGÓLNE WNIOSKI

1. Badane powietrze atmosferyczne na obiektach komunalnych i wokół nich zawiera wiele mikroorganizmów, które występują w różnej ilości oraz zmiennym składzie mikrobiocenotycznym. Ilości badanych grup fizjologicznych drobnoustrojów (**bakterie, promieniowce i grzyby**) w wybranych punktach badawczych kształtowały się różnie w zależności od: odległości od tzw. „strefy zerowej”, kierunku wiejących wiatrów, sposobu eksploatacji, warunków atmosferycznych, pory dnia i roku oraz natężenia ruchu samochodowego.
2. Największą różnorodnością i ilością gatunków drobnoustrojów szkodliwych dla zdrowia charakteryzowały się punkty zlokalizowane na: składowisku czynnym, przy komorach napowietrzania oraz w sąsiedztwie przyzmy kompostowych, ponadto duże ich ilości występowały w pobliżu szlaków komunikacyjnych i dróg dojazdowych do badanych obiektów komunalnych.
3. Z badanego powietrza atmosferycznego wokół 11 obiektów komunalnych wyizolowano i oznaczono do gatunku: 2 bakterie chorobotwórcze i 7 grzybów, które znalazły się na liście patogenów zagrażających zdrowiu ludzkiemu.
4. Badania mikrobiologiczne, a szczególnie poznanie składu gatunkowego wyizolowanych drobnoustrojów wykazały, że badane obiekty komunalne są źródłami zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego mikroorganizmami szkodliwymi dla zdrowia i chorobotwórczymi dla człowieka.

5. LITERATURA

1. Barabasz W., Marcinowska K., Bis H., Chmiel M., Galus A., Paśmionka I., Grzyb J., Frączek K., Opalińska-Piskorz J., Pawlak K., Flakowa K., Kornaś G., Kultys H., Król T.: Mikrobiologiczne skażenie powietrza atmosferycznego wokół wysypiska odpadów komunalnych w Baryczy k/Krakowa. /w/ Air Protection in Theory & Application. PAN, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska, Prace i Studia, 48, III, 145-157, 1998
2. Barabasz W., Grzyb J., Frączek K., Kultys H., Król T., Flak K., Kornaś G., Barabasz J., Pawlak K.: Pięcioletni mikrobiologiczny monitoring powietrza atmosferycznego na składowisku odpadów komunalnych Barycz w Krakowie. VII Konferencja Naukowo-Techniczna, Koszalin-Kołobrzeg 2001, 157-178, 2001

3. Barabasz W., Jaśłowska M., Kultys H., Flak K.: Składowiska odpadów a bioróżnorodność mikroorganizmów w powietrzu atmosferycznym aglomeracji krakowskiej. [w] Red. M. J. Kotarba. *Przemiany Środowiska naturalnego a ekorozwój*. Wyd. Geosfera TBPS, Kraków, 2001, 155-170, 2001
4. Barabasz W., Albińska D., Frączek K., Grzyb J., Barabasz J., Kosińska B.: Mikrobiologiczne i zdrowotne zagrożenia ludzi wokół składowisk odpadów i oczyszczalni ścieków. IX Konferencja Naukowo-Techniczna Kołobrzeg-Kopenhaga-Oslo 2003, 155-168, 2003
5. Borowski S.: Rola wysypisk odpadów komunalnych i oczyszczalni ścieków w kształtowaniu bioaerozolu powietrza atmosferycznego. II Konferencja Naukowa, Łódź-2001, Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych. 142-147, 2001
6. Borrello P., Gucci P.M., Musmeci L., Pirrera A.: The microbiological characterization of the bioaerosol and leachate from an urban solid refuse dump: preliminary data. *Ann. Ist. Super Sanita.* 35,3,467-471, 1999
7. Colakoglu G.: Fungal spore concentrations in the atmosphere at the Anatolia quarter of Istanbul, Turkey. *J Basic Microbiol.* 36,3,155-162, 1996
8. Cronholm L.S.: Potential health hazards from microbial aerosole in densely populated urban region. *Appl. & Environm. Microbiol.*, 39,6-12, 1980
9. Cvetenić Z., Pepeljnjak S.: Distribution and mycotoxin-producing ability of some fungal isolates from the air. *Atmospheric Environment.* 30,3,491-495, 1997
10. Gonzalez C.A., Kogevinas M., Gadea E., Huici A., Bosch A., Papke O.: Biomonitoring study of people living near or working at a municipal solid-waste incinerator before and after two years of operation. *Arch.Environ.Health.* 55,259-267, 2000
11. Hendry K.M., Cole E.C.: A review of mycotoxins in indoor air. *J.Toxicol.Environ. Health.* 38,2,183-198, 1993
12. Horner W.E., Helbling A., Salvaggio J.E., Lehrer S.B.: Fungal allergens. *Clinical Microbiology Reviews.* 8,2,161-179, 1995
13. Jones B.L., Cookson J.T.: Natural atmospheric microbial conditions in a typical suburban area. *Appl. Environ. Microbiol.* 45,3,919-934, 1983
14. Jurkiewicz G., Markiewicz P., Skorupski W.: Zorganizowane składowisko odpadów komunalnych jako źródło zanieczyszczeń powietrza. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna.* Opole, 5,7,583-593, 1998
15. Kock M., Schlacher R., Pichler-Semmelrock F.P., Reinthaler F.F., Eibel U., Marth E., Friedl H.: Air-borne microorganisms in the metropolitan area of Graz, Austria. *Cent.Eur.J.Public Health.* 6,1,25-28, 1998
16. Krzysztofik B.: *Mikrobiologia powietrza*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1992
17. Kuratowska A.: Rezerwuary chorobotwórczych czynników biologicznych w aerosferze, hydrosferze i litosferze. /w/ *Ekologia - jej związki z różnymi dziedzinami wiedzy*. PWN, Warszawa-Łódź, 1997
18. Krzywicka H., Janowska J., Zarzycka E.: Działanie promieniowania UV na drobnoustroje znajdujące się w powietrzu. *Rocz. PZH*, 48,3,269-274, 1997
19. Li D.W., Kendrick B.: A year-round study on functional relationships of airborne fungi with meteorological factors. *Int.J.Biometeorology.* 39,2,74-80, 1995
20. Litwin B.: Zanieczyszczenie powietrza w otoczeniu wysypisk odpadów komunalnych. *Człowiek i środowisko.* 1/4, 1977

21. Lundholm M.: Comparison of methods for quantitative determination of air-born bacteria and evolution of total viable counts. *Appl. & Environm. Microbiol.* 44,179-183, 1982
22. Mancinelli R.L., Shulls W.A.: Airborn bacteria in an urban environment. *Appl. & Environm. Microbiol.* 35,1095-1101, 1978
23. Petrycka H., Godlewska-Zabłocka E., Kolasa M.: Mikroflora powietrza atmosferycznego na obszarze oczyszczalni ścieków w Tychach-Urbanowicach. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna.* 8,272-274, 1995
24. Rosiek-Dulewska B., Karwaczyńska U.: Ocena oddziaływania odpadów komunalnych w Kępie koło Opola na środowisko przyrodnicze. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna.* Opole, 3/5,631-634, 1996
25. Siuta J., Wasiak G.: Zasady gospodarki odpadami bytowymi w środowisku przyrodniczym. Wyd. IOŚ, Warszawa 1991
26. Smyk B.: Grzyby toksynotwórcze a zagrożenia ekotoksykologiczne środowisk przyrodniczych Krakowa. *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej.* PAN Kraków, 24, 113-144, 1996
27. Wyllie T., Morehouse L.G.: *Mycotoxic Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses.* Marcel Dekker Inc. New York and Basel, 1990

Prof. zw. dr hab. Wiesław Barabasz
Katedra Mikrobiologii
Akademia Rolnicza w Krakowie
30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 24/28

Tabela 1

Stopień mikrobiologicznego zanieczyszczenia bakteriami powietrza
atmosferycznego wokół wybranych obiektów komunalnych

Obiekt komunalny	Ilość pomiarów	Ilość bakterii w 1 m ³		Ilość przekroczeń norm ilościowych
		Kontrola	Maksymalna ilość	
Składowisko Barycz (Kraków),	1154	120	17500	138
Składowisko Krzyż (Tarnów),	36	220	9500	4
Składowisko Kozodrza (Rzeszów),	24	190	14800	3
Składowisko w Mielcu,	24	100	7800	3
Składowisko w Kalwarii Zebrzydowskiej,	12	110	6500	2
Składowisko Szadółki (Gdańsk),	24	300	14600	4
Oczyszczalnia Ścieków Płaszów (Kraków),	15	200	23000	5
Oczyszczalnia Ścieków Kujawy (Kraków),	15	170	24000	6
Oczyszczalnia Ścieków w Kalwarii Zebrzydowskiej,	12	100	1800	3
Oczyszczalnia Ścieków w Proszowicach	12	80	2000	3
Kompostownia Barycz (Kraków).	15	110	3500	2

Dolna granica normy = 1000 j.t.k./m³

Tabela 2

Stopień mikrobiologicznego zanieczyszczenia promieniocwami powietrza
atmosferycznego wokół wybranych obiektów komunalnych

Obiekt komunalny	Ilość pomiarów	Ilość promieniowców w 1 m ³		Ilość przekroczeń norm ilościowych
		Kontrola	Maksymalna ilość	
Składowisko Barycz (Kraków),	1154	7	170	540
Składowisko Krzyż (Tarnów),	36	9	150	12
Składowisko Kozodrza (Rzeszów),	24	5	280	8
Składowisko w Mielcu,	24	5	70	9
Składowisko w Kalwarii Zebrzydowskiej,	12	2	30	5
Składowisko Szadółki (Gdańsk),	24	7	175	11
Oczyszczalnia Ścieków Płaszów (Kraków),	15	8	200	7
Oczyszczalnia Ścieków Kujawy (Kraków),	15	6	190	5
Oczyszczalnia Ścieków w Kalwarii Zebrzydowskiej,	12	7	80	3
Oczyszczalnia Ścieków w Proszowicach	12	7	70	2
Kompostownia Barycz (Kraków).	15	9	170	5

Dolna granica normy = 10 j.t.k/m³

Tabela 3

Stopień mikrobiologicznego zanieczyszczenia grzybami powietrza
atmosferycznego wokół wybranych obiektów komunalnych

Obiekt komunalny	Ilość pomiarów	Ilość grzybów w 1 m ³		Ilość przekroczeń norm ilościowych
		Kontrola	Maksymalna ilość	
Składowisko Barycz (Kraków),	1154	300	30000	96
Składowisko Krzyż (Tarnów),	36	450	17600	5
Składowisko Kozodrza (Rzeszów),	24	600	16000	7
Składowisko w Mielcu,	24	480	10500	9
Składowisko w Kalwarii Zebrzydowskiej,	12	200	5000	2
Składowisko Szadółki (Gdańsk),	24	400	8600	7
Oczyszczalnia Ścieków Płaszów (Kraków),	15	1200	4500	2
Oczyszczalnia Ścieków Kujawy (Kraków),	15	1500	6500	5
Oczyszczalnia Ścieków w Kalwarii Zebrzydowskiej,	12	900	3500	1
Oczyszczalnia Ścieków w Proszowicach	12	500	4000	2
Kompostownia Barycz (Kraków).	15	300	9500	6

Dolna granica normy = 3000 j.t.k./m³

Tabela 4

Występowanie drobnoustrojów zagrażających zdrowiu ludzkiemu
na badanych obiektach komunalnych

Obiekt komunalny	Grupa drobnoustrojów		
	Bakterie	Promienowce	Grzyby
Składowisko Barycz (Kraków),	++	0	+++++
Składowisko Krzyż (Tarnów),	++	0	++++
Składowisko Kozodrza (Rzeszów),	+	0	++++
Składowisko w Mielcu,	+	0	+++
Składowisko w Kalwarii Zebrzydowskiej,	+	0	+
Składowisko Szadółki (Gdańsk),	++	0	+++++
Oczyszczalnia Ścieków Płaszów (Kraków),	++	0	++
Oczyszczalnia Ścieków Kujawy (Kraków),	+	0	+
Oczyszczalnia Ścieków w Kalwarii Zebrzydowskiej,	+	0	+
Oczyszczalnia Ścieków w Proszowicach	++	0	++
Kompostownia Barycz (Kraków).	+	0	++++

Bakterie – 2 gatunki chorobotwórcze

Grzyby – 7 gatunków szkodliwych dla zdrowia