

ANDRZEJ BUTAREWICZ

MIKROBIOLOGICZNA JAKOŚĆ POWIETRZA W BUDYNKU
WYDZIAŁU BUDOWNICTWA I INŻYNIERII ŚRODOWISKA
POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF INDOOR AIR ON FACULTY OF BUILDING
AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING AT BIAŁYSTOK
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Katedra Biologii Sanitarnej i Biotechnologii
Politechnika Białostocka
15-351 Białystok, ul Wiejska 45E
e-mail : butarek@pb.bialystok.pl
Kierownik: prof. dr hab. S. Rosochacki

Badania jakości mikrobiologicznej powietrza wewnętrznego na terenie Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska przeprowadzono metodą sedymentacyjną. Wykonano sześć serii pomiarowych od jesieni 2002 roku do wiosny 2003 roku. Otrzymane wyniki badań wskazują na zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza wewnętrznego w badanym budynku. Przekroczenia norm jakości powietrza dotyczą przede wszystkim gronkowców i promieniowców, a także ogólnej liczby bakterii.

Słowa kluczowe: mikrobiologiczna jakość powietrza wewnątrz pomieszczeń, całkowita liczba bakterii, metoda sedymentacyjna

Key words: microbiological indoor air quality, total count of bacteria, sedimentation method

WSTĘP

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie badaniami nad występowaniem aerozolu pyłowego, bakteryjnego oraz grzybów w powietrzu pomieszczeń mieszkalnych, jak i biurowych. Zwrócono, bowiem uwagę na pojawiające się przypadki „sick building syndrom”. Tym terminem określa się grupę objawów, takich jak ból głowy, podrażnienia błony śluzowej oraz zmęczenie, których przyczyną może być między innymi mikrobiologiczne zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach [6]. „Sick building syndrom” może stanowić istotny problem zdrowotny ze względu na fakt, że większość ludzi spędza około 80 % swojego czasu w budynkach. Źródłem aerozolu bakteryjnego w pomieszczeniach są zwykle ludzie, a dokładniej – emisja bakterii zachodząca podczas mówienia, kaszlu i kichania oraz złuszczenia się naskórka. W przeciwieństwie do aerozolu bakteryjnego źródłem grzybów

występujących w powietrzu mieszkań „zdrowych” (nie zagrzybionych) jest proces ich migracji ze środowiska zewnętrznego. Zjawisko to ma znaczenie szczególnie latem i jesienią, gdy następuje wzrost stężenia zarodników grzybów w powietrzu atmosferycznym.

Bakterie i grzyby występujące w powietrzu mogą powodować nie tylko choroby zakaźne, ale również mogą posiadać właściwości alergizujące. Z badań epidemiologicznych wynika, że zachorowalność na choroby alergiczne układu oddechowego jest często związana z zanieczyszczeniem powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych przez bakterie i grzyby [8].

Polska należy do nielicznych krajów posiadających normy określające mikrobiologiczną jakość powietrza. Pomimo niedoskonałości tych norm, a także zalecanych przez nie metod badawczych zawierają one wymagania dla oceny jakości powietrza.

W celu określenia jakości powietrza w budynkach, takich jak szpitale, szkoły, przedszkola, wyższe uczelnie, biura należy prowadzić pomiary zarówno metodą sedymentacyjną jak i aspiracyjną. Wykonanie takich badań na szerszą skalę umożliwi określenie nowych precyzyjnych norm jakości powietrza. Przyczyni się to do podniesienia bezpieczeństwa osób przebywających w takich pomieszczeniach oraz poprawi jakość powietrza w budynkach.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem, w którym przeprowadzono badania był budynek Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej (WBiIŚ). Wydział ten pod względem liczby studentów jest największy w Politechnice Białostockiej. Studiuje na nim około 2000 osób na studiach dziennych i około 1500 na studiach zaocznych i wieczorowych. Liczba nauczycieli akademickich i pracowników technicznych wynosi 251 osób. WBiIŚ składa się z dwóch budynków:

- część 1 – budynek trójkondygnacyjny A, który został oddany do użytku w 1988 roku o kubaturze 30866 m³ i powierzchni użytkowej – 5266 m²,
- część 2 – budynek jednokondygnacyjny B, który został oddany do użytku w 1999 roku o kubaturze 31882 m³ i powierzchni użytkowej – 4742 m².

Budynki wyposażone są w instalacje wodno-kanalizacyjną, C.O., elektryczną, komputerową, telefoniczną, odgromową, wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej i grawitacyjnej, a także w budynku B znajduje się siłownia pomp z dźwigiem osobowym hydraulicznym.

Badania powietrza atmosferycznego na terenie budynku WBiIŚ wykonano metodą sedymentacyjną. Punkty pomiarowe znajdowały się na trzech kondygnacjach budynku A w następujących miejscach:

- na parterze – korytarz,
- na pierwszym piętrze – korytarz,
- na drugim piętrze – korytarz oraz
- w budynku B w siłowni.

Dodatkowo w dwóch ostatnich seriach przeprowadzono pomiary w hali targowej, która powstała obok budynku wydziału tylko na okres corocznych targów „Forum Budownictwa”. Analiza mikrobiologiczna powietrza obejmowała oznaczenie ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych, bakterii wskaźnikowych tj. promieniowców, bakterii z gatunku *Pseudomonas fluorescens*, gronkowców (hemolizujących, mannitolododatnich i mannitoloujemnych) oraz grzybów mikroskopowych znajdujących się w powietrzu atmosferycznym.

Do oznaczenia ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych wykorzystano podłoże agarowe. Hodowlę bakterii psychrofilnych prowadzono przez okres 48-72 godzin, w temperaturze 20°C, a bakterii mezofilnych przez 24-48 godzin, w temperaturze 37°C. Gronkowce mannitolododatnie i mannitoloujemne oznaczano na podłożu Chapmana w temp. 37°C w ciągu 24-48 godzin. Gronkowce hemolizujące typu α i typu β rosły na podłożu agarowym z krwią baranią. Gronkowce hemo-

lizujące typu α inkubowano w temperaturze 37° przez 24 godziny. Gronkowce hemolizujące typu β inkubowano w temperaturze 37°C przez 1 godzinę, a następnie w 10°C przez 18 godzin. Promieniowce – oznaczano na podłożu agarowym *Pochona* w temperaturze 26°C w ciągu 5-6 dni. Bakterie z gatunku *Pseudomonas fluorescens* oznaczano na pożywce *Kinga* B. Inkubację tych bakterii prowadzono przez pierwsze 7 dni w temperaturze 4°C, a następnie przez 5 dni w temperaturze 26°C. Oznaczenie liczebności grzybów mikroskopowych prowadzono na podłożu agarowym *Sabourauda* w temp. 26°C w ciągu 6 dni. Po inkubacji obliczono liczbę kolonii wyrosłych na płytkach, a stąd liczbę drobnoustrojów znajdujących się w 1 m³ powietrza, korzystając ze wzoru podanego przez *Omeljański* w modyfikacji *Gogoberidze* [1].

Mikrobiologiczną ocenę stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi normami [9, 10, 11]

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Badania mikrobiologiczne powietrza wewnętrznego przeprowadzono w sześciu seriach pomiarowych wykonanych od października 2002 r. do maja 2003 r. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli I. W pierwszej serii z przyczyn technicznych nie przeprowadzono badania liczebności gronkowców.

Tabela I. Wyniki mikrobiologicznych badań powietrza przeprowadzonych na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej
The results of microbiological indoor air quality on Faculty of Building and Environmental Engineering at Białystok University of Technology

Oznaczenie	Miejsce poboru próbek				
	siłownia	parter	I piętro	II piętro	hala wystawowa
	liczba drobnoustrojów (jtk) w 1 m ³ powietrza (minimalna, maksymalna, średnia)				
Liczba bakterii psychrofilnych	159 – 3190 1244	1019 – 3248 1764	297 – 743 520	106 – 1444 704	1529 – 4713 3128
Liczba bakterii mezofilnych	414 - 2972 1244	616 – 2261 1200	85 – 701 368	276 – 721 428	573 – 605 589
Liczba bakterii hemolizujących typu α	0 – 127 51	0 – 191 71	0 – 106 21	0 – 21 4	64 – 127 96
Liczba gronkowców: – mannitolododatnich	21 – 212 106	0 – 255 123	21 – 170 64	0 – 85 25	42 – 85 64
– mannitoloujemnych	21-64 50	0 – 64 38	0 – 64 25	0 – 64 34	0 – 64 32
Liczba promieniowców	382 – 701 570	255 – 732 448	106 – 340 202	106 – 297 209	255 – 892 574
Liczba <i>Pseudomonas fluorescens</i>	21 – 64 37	21 – 64 37	0 – 21 10	0 – 42 10	159 – 191 175
Liczba grzybów	382 – 1210 679	340 – 1635 885	42 – 594 258	64 – 1146 350	64 – 1210 641

Jakość powietrza atmosferycznego w pomieszczeniach zamkniętych, w których przebywają ludzie bezpośrednio wpływa na komfort życia. Biologiczne aerozole w budynkach, włączając w to mieszkania, są głównie powodowane przez wilgoć i złą wymianę powietrza oraz na skutek zastosowania niewłaściwych materiałów budowlanych [13]. Ze względu na zanieczyszczenie powietrza związkami chemicznymi jak i drobnoustrojami konieczna jest przynajmniej okresowa kontrola stanu jego czystości i podejmowanie przedsięwzięć chroniących przed szkodliwym działaniem ww. czynników.

Polska należy do nielicznych krajów posiadających unormowania w zakresie jakości mikrobiologicznej powietrza. Nawet w Stanach Zjednoczonych nie opracowano norm jakości powietrza w pomieszczeniach zamkniętych, a jeśli takie normy powstają w innych wysoko rozwiniętych państwach to dotyczą zwykle oznaczania grzybów. Kanadyjskie standardy jakości powietrza wewnętrznego nie dopuszczają obecności patogennych grzybów tj. *Aspergillus fumigatus*, czy też toksycznych tj. *Stachybotrys atra*. Ponadto w m³ badanego powietrza nie może być więcej grzybów niż 50 jednostek tworzących kolonie (jtk) należących do jednego gatunku oraz poniżej 150 jtk należących do różnych gatunków i pochodzących z różnych źródeł wewnątrz pomieszczeń, a także całkowita liczba nie może przekraczać 500jtk jeśli przeważają w powietrzu pleśnie z rodzaju *Cladosporium* lub inne grzyby [14]. W kraju obowiązują jednolite normy określające dopuszczalny stopień mikrobiologicznego skażenia powietrza niezależnie, czy jest to powietrze na zewnątrz budynków, czy jest to powietrze wewnętrzne w różnego typu obiektach. O ile można przyjąć jednakowe standardy dla powietrza „zewnątrznego” to w przypadku powietrza „wewnętrznego” w pomieszczeniach takie podejście nie jest precyzyjne i stwarza szereg trudności związanych z oceną jego jakości. Trudno bowiem stosować takie same kryteria w odniesieniu do powietrza np. sal operacyjnych w szpitalach, czy pomieszczeń inwentarskich. Brak jest precyzyjnych norm, które uwzględniałyby specyfikę pomieszczeń oraz różnicowałyby oznaczenia drobnoustrojów charakterystycznych dla różnego typu pomieszczeń.

W badaniach przeprowadzonych w budynku WBiIS Politechniki Białostockiej, stwierdzono duże wahania w ogólnej liczbie bakterii w 1 m³ powietrza. Liczba komórek zawierała się w przedziale od 106 do 3248, co wskazuje, że jakość powietrza zmieniała się od czystego do silnie zanieczyszczonego. Najwięcej bakterii stwierdzono na korytarzu na parterze, a powietrze w tym miejscu było średnio i silnie zanieczyszczone. Jakość powietrza na wyższych kondygnacjach była dobra lub powietrze było średnio zanieczyszczone biorąc pod uwagę tylko ten parametr. Na uzyskane wyniki miała wpływ liczba studentów przebywających jednorazowo na korytarzu zwłaszcza w czasie przerw między zajęciami. Im więcej studentów przebywało na korytarzu tym więcej drobnoustrojów występowało w badanym powietrzu. Zależność tą najłatwiej można było zaobserwować na korytarzu na parterze. W tym miejscu okresowo przebywało najwięcej osób, co spowodowane jest położeniem niektórych obiektów wewnątrz budynku tj. szatnia, punktu ksero, biblioteki wydziałowej, dziekanatu, bufetu, a także głównego wejście do budynku. Na korytarzach wyższych pięter (I i II) przebywało znacznie mniej osób, co bezpośrednio wpływało na mniejszą liczbę drobnoustrojów w powietrzu.

Analizując wyniki badań stwierdzono, że liczba bakterii jest uzależniona od miejsca wykonania analiz i pory dnia, w której wykonano pomiar np. podczas intensywnych ćwiczeń fizycznych w powietrzu w siłowni stwierdzono wysoką liczbę drobnoustrojów. Ogólna liczba bakterii osiągnęła 3190 komórek/m³. Na wysokim poziomie kształtowały się rów-

niez pozostałe wskaźniki mikrobiologiczne za wyjątkiem grzybów. Wpływ na uzyskane wyniki miał wzmożony ruch powietrza powodowany przez grupę 30 studentów wykonujących intensywne ćwiczenia fizyczne. Przy większym wysiłku człowiek szybciej i „głębiej” oddycha, a jednocześnie wydała większą liczbę drobnoustrojów z układu oddechowego. Inną drogą jest emisja bakterii w trakcie wysiłku fizycznego razem z kropelkami potu. Gdy zajęcia się nie odbywały stwierdzono bardzo niską liczbę bakterii w powietrzu. Na wyniki badań w tym punkcie wpłynęła dodatkowo instalacja wentylacyjna, w której filtry nie były wymieniane od 1999 roku tj. od czasu oddania budynku do użytku. Nie zaobserwowano natomiast zmiany w ogólnej liczbie drobnoustrojów w powietrzu w zależności od pory roku, w której wykonano pomiary. Wpłynął na to dość stabilny mikroklimat budynku.

Podobne wyniki uzyskiwała *Stobińska* i wsp. [12] w badaniach powietrza wykonanych w budynkach Politechniki Łódzkiej. Autorka stwierdziła, że najliczniej drobnoustroje zanieczyszczały powietrze w zaludnionym korytarzu, a ogólna liczba bakterii zmieniała się w granicach od 480 do 8200 komórek bakteryjnych w 1 m³ powietrza. Zaobserwowała ona również, że ilość drobnoustrojów w powietrzu zależy od liczby osób przebywających w danej chwili w miejscu wykonania pomiaru.

W badaniach przeprowadzonych przez *Muszyńskiego* i wsp. [7] na terenie dwóch budynków, w których znajdują się pomieszczenia biurowe stwierdzono liczbę bakterii mezofilnych w granicach od 75 do 550 bakterii w 1 m³ powietrza. Wyniki badań własnych przeprowadzonych na terenie wydziału wskazują na wyższe wahania liczebności bakterii mezofilnych. Liczba bakterii mezofilnych zawierała się w granicach od 85 komórek w punkcie pomiarowym w korytarzu na I piętrze do 2972 komórek w siłowni. Pomimo, że w badanym powietrzu liczba bakterii *Pseudomonas fluorescens* nie była wysoka i wahała się w granicach od 21 do 64 komórek w 1 m³ powietrza, to dopuszczalne normy zostały już przekroczone w stopniu znacznym, a powietrze było średnio i silnie zanieczyszczone. W badaniach przeprowadzonych w budynkach edukacyjnych Politechniki Łódzkiej przez *Stobińską* i wsp. [12] stwierdzono występowanie tych bakterii, jednak autorka nie podała danych dotyczących ich liczebności. W przypadku oznaczania bakterii należących do tego gatunku w powietrzu pomieszczeń zamkniętych należy zastanowić się nad zmianą obowiązujących norm i wprowadzeniem obowiązku oznaczania bakterii z rodzaju *Pseudomonas* lub innych gatunków należących do tego rodzaju jako wskaźniki mikrobiologicznej jakości powietrza.

Przeprowadzone badania własne wykazały występowanie w powietrzu na terenie wydziału Politechniki Białostockiej gronkowców mannitolododatnich i mannitoloujemnych, a także gronkowców hemolizujących typu *á*. Liczba gronkowców mannitolododatnich i mannitoloujemnych w 1 m³ powietrza zawierała się w granicach od 42 do 318 komórek. We wszystkich punktach pomiarowych zaobserwowano występowanie gronkowców hemolizujących typu *á*. Najwięcej tych ziarniaków stwierdzono w powietrzu na parterze budynku oraz w siłowni.

Liczba promieniowców w powietrzu na wydziale wahała się w granicach od 106 do 892 w 1 m³, co świadczyło o silnie zanieczyszczonym powietrzu w czasie wykonywania pomiarów. Naturalnym środowiskiem życia tych bakterii jest gleba. Promieniowce mogły przedostawać się ze środowiska zewnętrznego np. wraz z kurzem i błotem lub w trakcie wymiany powietrza między budynkiem a powietrzem atmosferycznym zewnętrznym. Zupełnie odmiennie wyniki uzyskał *Muszyński* i wsp. [7] w badaniach powietrza w pomieszczeniach biurowych i otaczającym je powietrzu atmosferycznym, gdyż nie stwierdził ich obecności.

Inni autorzy uważają, że przydatność tych bakterii jako wskaźników stanu czystości powietrza jest niewielka [4]. Podobne stanowisko zajmuje autor prezentowanych badań, który uważa, że przy ocenie powietrza wewnętrznego w budynkach można zrezygnować z prowadzenia oznaczania tych organizmów.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami w badaniach własnych określono również obecność grzybów w powietrzu. Liczba tych drobnoustrojów zawierała się w przedziale od 42 komórek (na I piętrze) do 1635 komórek (na parterze) w 1 m³ powietrza. Zbliżone wyniki uzyskała *Gutarowska i wsp.* [3] w badaniach prowadzonych na Politechnice Łódzkiej, w których autorka uzyskała liczebność w przedziale od 220 do 740 komórek w 1 m³ powietrza. Utrzymujące się w powietrzu grzyby, a właściwie ich zarodniki, które wraz z wdychanym powietrzem przedostają się do oskrzeli i płuc mogą stanowić bezpośrednią przyczynę wielu chorób alergicznych. Grzybice układu oddechowego są wywołane w zasadzie przez saprofity, które stają się chorobotwórcze dopiero po wnikięciu do osłabionego organizmu [2].

Dodatkowo w celu porównania wyników badań przeprowadzonych w budynku Wydziału wykonano mikrobiologiczną analizę powietrza w hali wystawowej podczas targów „Forum Budownictwa”, które tradycyjnie odbywają się w maju każdego roku. W dwóch seriach pomiarów stwierdzono przekroczenie norm dotyczących jakości powietrza. Badane powietrze uznano za silnie zanieczyszczone. Bezpośredni wpływ na wyniki miała duża liczba osób znajdujących się w hali w czasie zwiedzania ekspozycji. Z innych przyczyn, które wpłynęły na dużą liczebność drobnoustrojów należy uwzględnić wysoką temperaturę, jaka panowała na zewnątrz i w środku hali, niską wilgotność powietrza oraz słabą wentylację hali.

WNIOSKI

Reasumując wyniki badań przeprowadzonych w budynku Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej we wszystkich seriach pomiarowych stwierdzono przekroczenie norm dotyczących jakości powietrza. Określono, że powietrze jest silnie zanieczyszczone pod względem mikrobiologicznym. Na liczebność mikroorganizmów w powietrzu pomieszczeń zamkniętych wpływ ma liczba osób przebywających w budynku, ich aktywność fizyczna oraz sprawność systemu wentylacyjno-klimatyzacyjnego. Uzyskane wyniki potwierdzają tę tezę, gdyż najbardziej zanieczyszczone powietrze znajduje się na korytarzu na parterze oraz w siłowni.

Wyniki badań wskazują na konieczność stałego mikrobiologicznego monitoringu powietrza prowadzonego na terenie takich obiektów jak wyższe uczelnie. Istnieje również konieczność przeprowadzenia weryfikacji obowiązujących norm mikrobiologicznej jakości powietrza z uwzględnieniem specyfiki powietrza wewnętrznego w budynkach i innych podobnych obiektach.

A. Butarewicz

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF INDOOR AIR ON FACULTY OF BUILDING AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING AT BIAŁYSTOK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Summary

The investigation of microbiological rate of indoor air pollution on Faculty of Building and Environmental Engineering at Białystok University of Technology were made by sedimentation method in accordance with Polish standards (PN-89/Z-04111/01,02,03). Six series of measurements were carried out from autumn 2002 to spring 2003. The results show bad microbiological quality of indoor air on Faculty of Building and Environmental Engineering at Białystok University of Technology. It was found that the number of *Staphylococcus*, *Actinomycetales* as well as the total count of bacteria were too high and broke the Polish regulations of the clear air. Because of the students' and other workers' safety, monitoring of microbiological pollution of the indoor air must be done and existing emergency to improve the quality of the air must be lead.

PIŚMIENNICTWO

1. *Bobrowisk M., Błachno B., Butarewicz A., Kaszkowiak I.*: Biologia sanitarna. Materiały pomocnicze do ćwiczeń, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2002.
2. *Butarewicz A.*: Mikrobiologiczne zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego na terenie oraz wokół wysypisk odpadów komunalnych, w Zdrowie a skażenia środowiskowe i jego minimalizacja. Część II. Wyd. Fundacja „Życie w zdrowiu”, Białystok 1999, 235-247.
3. *Gutarowska B., Jakubowska A.*: Ocena zanieczyszczenia pleśniami powietrza pomieszczeń na uczelni. w „Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce” VI Ogólnopolska Konferencja, Warszawa 2001, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002, 103-113.
4. *Kaźmierczuk M., Kalisz L.*: Ocena warunków aerosanitarnych na terenie wysypisk odpadów komunalnych. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych nr. 21/22, 2001.
5. *Lis D.O., Pastuszka J. S., Górny R. L.*: Występowanie aerozolu bakteryjnego i grzybowego w mieszkaniach, biurach i w środowisku zewnętrznym Górnego Śląska. Wyniki wstępne. Roczniki PZH, 1997,48, 59-68.
6. *Lebkowska M.*: Zanieczyszczenia mikrobiologiczne w powietrze obiektów komunalnych i przemysłowych. Inżynieria i ochrona środowiska. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2001. T. 4 nr 3-4,335-343.
7. *Muszyński A., Wojewódka D.*: Ocena mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach biurowych. Inżynieria i ochrona środowiska. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2001. T. 4 nr 3-4, 345-353.
8. *Pastuszka J.S, Zejda J.E., Wlazło A., Lis D.O., Maliszewska J.*: Poziomy stężenie aerozoli pyłowych, bakteryjnych i grzybowych w mieszkaniach dzieci chorujących na astmę oskrzelową – wyniki badań pilotowych w Sosnowcu. V Konferencja „Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce’99” Warszawa 1999, Wyd. Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
9. PN-89/Z-04111/02. Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby bakterii w powietrzu atmosferycznym (imisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną.
10. PN-89/Z-04111/03. Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby grzybów mikroskopowych w powietrzu atmosferycznym (imisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną.

11. PN-89/Z-04008/08 Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Pobieranie próbek powietrza atmosferycznego (imisja) do badań mikrobiologicznych metodą aspiracyjną i sedymentacyjną.
12. *Stobińska H., Skrzycka A.*: Mikroflora powietrza sal wykładowych i laboratoryjnych. VI Ogólnopolska Konferencja „Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce”, Wyd. Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2002, 129-134.
13. *Stobińska H., A. Skrzycka*: Bioaerozol sal wykładowych i laboratoryjnych. II Konferencja Krajowa „Korozja i rozkład materiałów technicznych”. Łódź 2001, 119-122.
14. *WHO*, Indoor air quality: biological contaminants, WHO Regional Publications European Series No 31, WHO, 1990.
15. Exposure guidelines for residential indoor air quality. Ottawa, Health and Welfare Canada, 1987.

Otrzymano: 2004.11.02