

# Mikroflora powietrza wokół i wewnątrz budynków dydaktycznych wyższej uczelni w Poznaniu

## *Outdoor and indoor air microflora of academic buildings in Poznań*

MARIAN FILIPIAK<sup>1</sup>, ALINA PIOTRASZEWSKA-PAJĄK<sup>1</sup>,  
MARIA STRYJAKOWSKA-SEKULSKA<sup>1</sup>, ALICJA STACH<sup>2</sup>, WOJCIECH SILNY<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra Biochemii i Mikrobiologii, Wydział Towaroznawstwa, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, kierownik Katedry dr hab. Marian Filipiak prof. AE; <sup>2</sup>Pracownia Aeropalinologii, UAM w Poznaniu; <sup>3</sup>Katedra i Klinika Dermatologii, Akademia Medyczna w Poznaniu

### **Abstract**

*Indoor and outdoor microflora in the environment of academic buildings in the centre of Poznań was investigated and presented in this paper. A high and differentiated microbiological contamination of both indoor and outdoor air was found. Dominating microflora consisted of filamentous fungi (up to 55% of the total number of microorganisms) whereas contribution of bacteria has not exceeded 40%. In the outdoor air the prevailing microorganisms included bacteria: *Micrococcus* and *Bacillus* and moulds: *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium* and *Aspergillus*. In the indoor air bacteria including *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Serratia* and *Bacillus* and moulds: *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* and *Alternaria* were dominating. Some of the fungi found are associated with several allergic diseases and they can cause different health problems.*

**Key words:** *microflora in the air, bacteria, fungi, allergens.*

### **Streszczenie**

*W pracy przedstawiono wyniki badania zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza wokół budynków uczelni wyższej, położonej w centrum miasta Poznania oraz powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach użytkowanych przez studentów i pracowników. Stwierdzono wysoki i zróżnicowany stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego w badanym powietrzu, zarówno zewnętrznym, jak i wewnętrznym. Dominującą mikroflorą były grzyby strzępkowe (do 55% ogólnej liczby drobnoustrojów), natomiast udział bakterii nie przekraczał 40%. W powietrzu zewnętrznym dominowały bakterie z rodzaju *Micrococcus* i *Bacillus* oraz pleśnie z rodzajów *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium* i *Aspergillus*, a w wewnętrznym bakterie z rodzajów *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Serratia* i *Bacillus* oraz pleśnie *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* i *Alternaria*. Niektóre z wyizolowanych rodzajów pleśni posiadają właściwości alergenne i z pewnością wywierają one negatywny wpływ na zdrowie przebywających w tych pomieszczeniach ludzi.*

**Słowa kluczowe:** *mikroflora powietrza, bakterie, grzyby, alergeny.*

(*PDiA 2004; XXI, 3: 121–127*)

### **Wstęp**

W powietrzu atmosferycznym poza stałymi składnikami znajduje się wiele innych, tworzących zanieczyszczenia powietrza, a wśród nich również zanieczyszczenia biologiczne, do których zalicza się m. in. bakterie, grzyby

strzępkowe, drożdże, wirusy, pyłki itp. Skład jakościowy i ilościowy oraz rozkład stężeń zanieczyszczeń w powietrzu są zmienne w czasie i przestrzeni, oraz podlegają ciągłym przemianom w wyniku ruchów powietrza i oddziaływań z jego cząsteczkami. Ilość drobnoustrojów w po-

Adres do korespondencji: dr inż. Maria Stryjowska-Sekulska, Katedra Biochemii i Mikrobiologii, Wydział Towaroznawstwa, Akademia Ekonomiczna, al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań

wietrze zależy od wielu czynników i podlega sezonowym wahaniom. Największą część cząstek biologicznych występujących w powietrzu atmosferycznym stanowią zarodniki grzybów, które podobnie jak pyłki roślin bardzo często są odpowiedzialne za objawy alergii powietrzno-pochodnej [1]. W ostatnich latach obserwuje się wzrost wśród ludzi schorzeń alergicznych wynikających z uczulenia na alergeny zarodników grzybów. Dużą grupę alergików stanowią osoby młode, w tym studenci, a objawy choroby występują najczęściej przez cały rok, ze zwiększonym nasileniem w miesiącach letnich i jesiennych [2].

Jakość mikrobiologiczna powietrza zewnątrzdomowego wywiera również wpływ na powietrze wewnątrz pomieszczeń. Od pewnego czasu obserwuje się coraz większe zainteresowanie występowaniem zanieczyszczeń mikrobiologicznych, szczególnie grzybów, w powietrzu wewnątrz pomieszczeń [3–6]. Mikrobiologiczna jakość powietrza wewnątrzdomowego wpływa znacząco na samopoczucie i zdrowie użytkowników pomieszczeń, odgrywa też wiodącą rolę w produkcji, zwłaszcza w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym czy kosmetycznym [7].

W Polsce nie ustanowiono dotąd norm dotyczących mikrobiologicznej czystości powietrza wewnątrz mieszkań i pomieszczeń użyteczności publicznej. Wobec luki w polskich regulacjach prawnych dotyczącej tych zagadnień, powszechne jest odwoływanie się do zaleceń literaturowych (szczególnie Krzysztofika [1], który opracował propozycje standardów czystości mikrobiologicznej powietrza wewnątrz różnego rodzaju pomieszczeń) oraz norm innych krajów europejskich [8].

## Cel pracy

Celem niniejszej pracy było określenie jakości mikrobiologicznej powietrza w pomieszczeniach budynków należących do wyższej uczelni, w których pracow-

nicy i studenci przebywają przez wiele godzin dziennie. Jakość powietrza w tych pomieszczeniach może bezpośrednio wpływać na zdrowie i samopoczucie osób tam pracujących oraz uczących się.

## Materiał i metody

Badania prowadzono od kwietnia do października 2002 r. w dwóch punktach  $P_1$  i  $P_2$ , zlokalizowanych na terenie miasta akademickiego, na dwóch wysokościach. Próbkę powietrza atmosferycznego pobierano w centrum miasta na dachu budynku uczelni (80 m) i na wysokości 1 m przed budynkiem (pkt  $P_1$ ) oraz 3 km od centrum na dachu domu studenckiego (50 m) i na wysokości 1 m przed tym domem.

Próby powietrza wewnątrzdomowego zostały pobrane w wybranych salach dydaktycznych (z zamontowanym systemem wentylacyjno-klimatyzacyjnym i bez tego systemu), w laboratoriach, pomieszczeniach biblioteki, stołówki, na korytarzu i w sanitariatach. Próby pobierano rano przed rozpoczęciem zajęć i pod koniec dnia po zajęciach.

Powietrze do badań pobierano metodą sedymentacyjną Kocha z wykorzystaniem płytek Petriego (czas ekspozycji 10 min) [9]. Liczbę miejsc pobierania prób w każdym z badanych pomieszczeń zamieszczono w tab. 1.

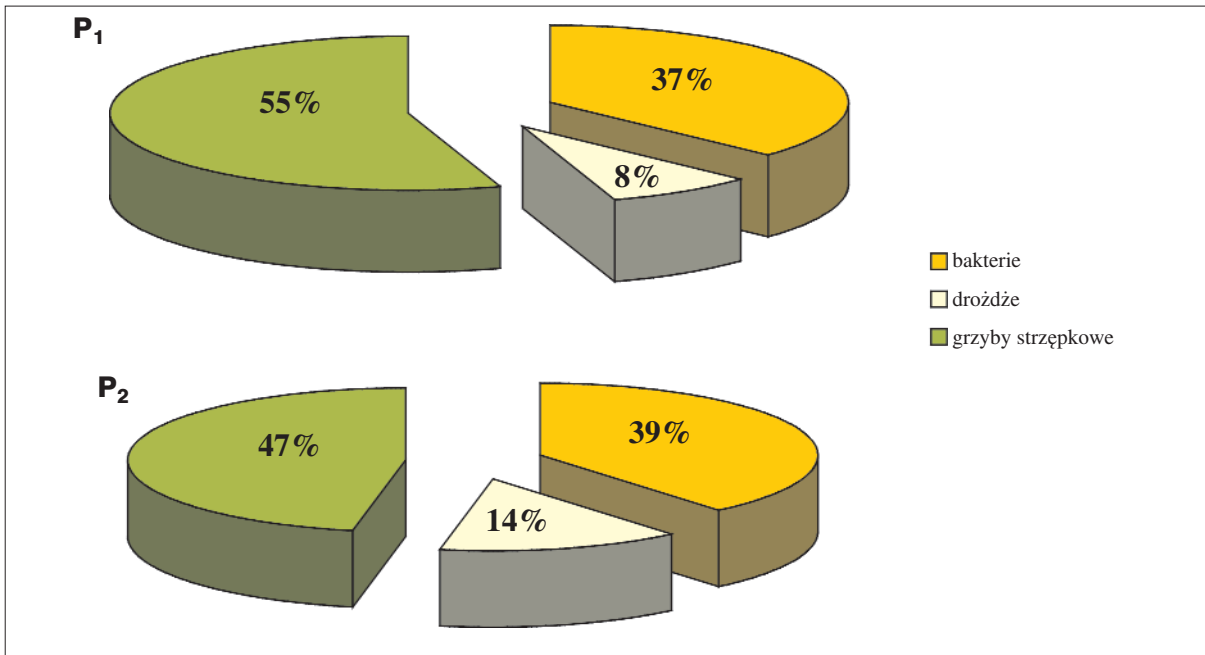
Do badań wykorzystano podłoża:

- ▀ agar z ekstraktem drożdżowym (Merck) – oznaczenie ogólnej liczby bakterii,
- ▀ podłoże Sabourauda + 2% glukozy (Merck) – hodowla grzybów.

W celu określenia liczby bakterii płytki inkubowano przez 24–48 godz. w temp. 37°C oraz w temp. 25°C w czasie do 10 dni dla stwierdzenia obecności grzybów.

**Tab. 1. Charakterystyka poddanych badaniu pomieszczeń dydaktycznych i pomocniczych uczelni**

Nr	Badane pomieszczenie	Wielkość	Liczba stanowisk
1.	sala wykładowa z klimatyzacją	sala dla 230 studentów	10
2.	sala wykładowa bez klimatyzacji	sala dla 120 studentów	6
3.	laboratorium komputerowe	sala dla 30 studentów	3
4.	laboratorium analityczne	sala dla 20 studentów	3
5.	czytelnia norm		1
6.	wypożyczalnia książek		5
7.	czytelnia		10
8.	stołówka	sala dla 300 osób	15
9.	sanitariaty		3
10.	korytarz		4



Ryc. 1. Procentowy udział poszczególnych grup mikroflory w powietrzu atmosferycznym w punkcie P<sub>1</sub> i punkcie P<sub>2</sub>  
 P<sub>1</sub> – budynek uczelni w centrum miasta, P<sub>2</sub> – dom studencki 3 km od centrum miasta

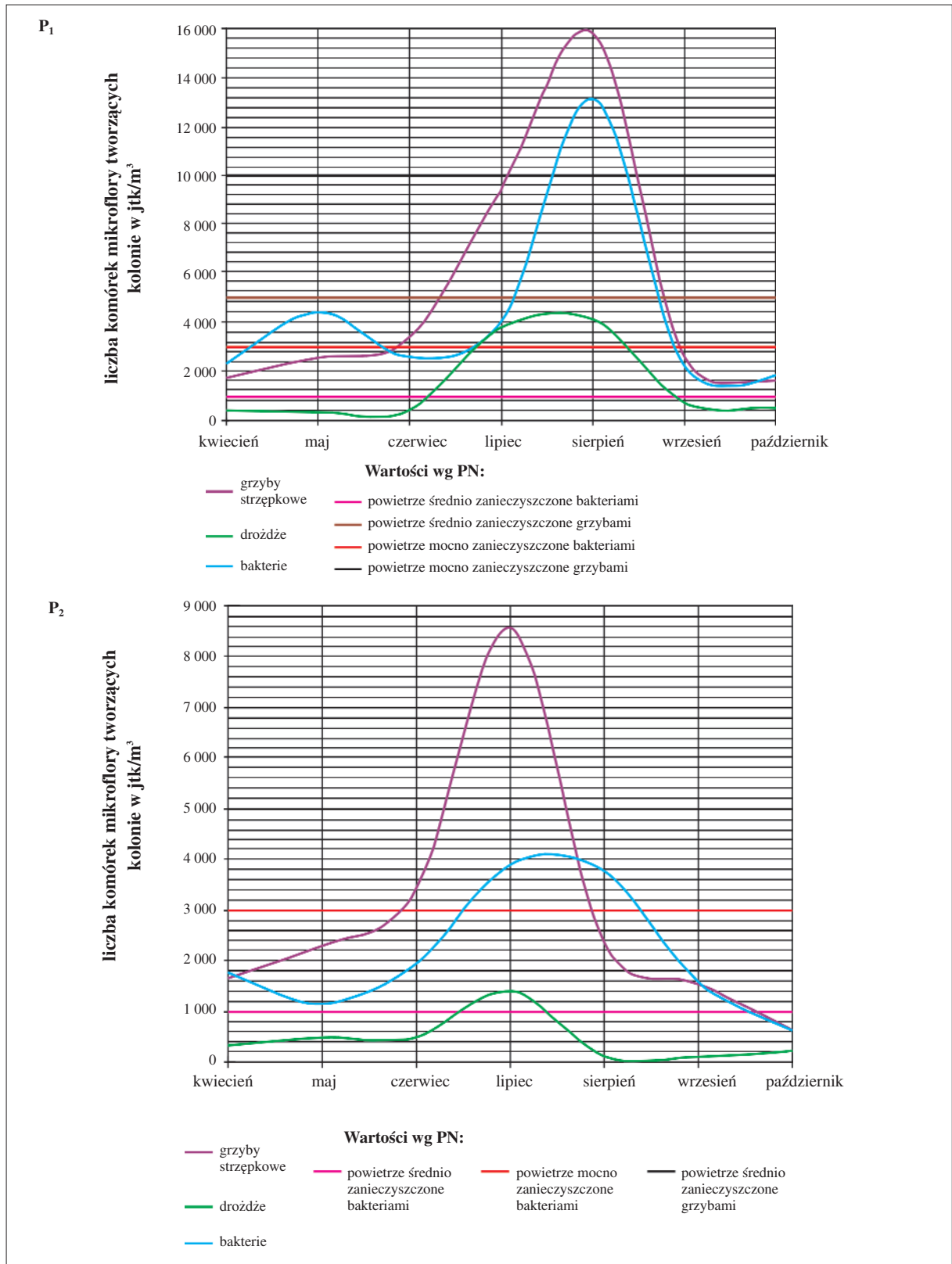
Bakterie identyfikowano na podstawie oceny makroskopowej, następnie przeprowadzono ocenę mikroskopową (barwienie metodą Grama i Schaeffera-Fultona) oraz badania biochemiczne metodami klasycznymi.

Diagnostykę grzybów strzępkowych prowadzono na podstawie klucza Fassiatioua [10].

### Omówienie wyników

Wyniki badania mikrobiologicznego powietrza atmosferycznego w pobliżu budynków dydaktycznych uczelni i domu studenckiego oraz ogólny podział mikroflory powietrza atmosferycznego w badanych punktach przedstawiono na ryc. 1. i 2. Jak wynika z przedstawionych danych (ryc. 1.) najwyższy udział, bez względu na rejon pobierania prób powietrza, przypadła grzybom strzępkowym – średnio 52% mikroflory wyodrębnionej z powietrza. Udział bakterii natomiast wynosił średnio 38%, a drożdży 10%. Jak wynika z danych przedstawionych na ryc. 2. średnie miesięczne skażenie powietrza było zróżnicowane i wynosiło w przypadku bakterii od  $6,5 \times 10^3$  jtk/m<sup>3</sup> w październiku do  $1,3 \times 10^4$  jtk/m<sup>3</sup> w sierpniu, a pleśni od  $5,2 \times 10^2$  jtk/m<sup>3</sup> do  $1,6 \times 10^4$  jtk/m<sup>3</sup>. Przez cały okres badania liczba grzybów strzępkowych w punkcie P<sub>2</sub> utrzymywała się na nieco wyższym poziomie niż w punkcie P<sub>1</sub>. W porównaniu z wynikami badań jakości mikrobiologicznej powietrza w innych miastach, powietrze badane przez nas jest bardziej zanieczyszczone [11, 12].

W punkcie P<sub>1</sub> kulminacyjne stężenie mikroorganizmów przypadało na lipiec, natomiast w punkcie P<sub>2</sub> stężenie maksymalne stwierdzono na przełomie lipca i sierpnia. Podobną sytuację obserwowali badacze w innych regionach kraju [11–13]. Porównując uzyskane wyniki z dopuszczalnym najwyższym zanieczyszczeniem powietrza zewnętrznego, zaobserwowano czasami przekroczenie tego poziomu nawet o 60% w przypadku stężenia grzybów strzępkowych (koniec lipca, punkt P<sub>2</sub>), natomiast stężenie bakterii w tym samym okresie przekroczyło poziom dopuszczalny 4,5-krotnie. W punkcie P<sub>1</sub> przez większą część okresu badawczego powietrze było średnio zanieczyszczone bakteriami, w przeciwieństwie do powietrza w punkcie P<sub>2</sub>, gdzie niemal przez cały okres badania, tj. od kwietnia do września powietrze było silnie zanieczyszczone. Pod względem stężenia pleśni w punkcie P<sub>1</sub>, z wyjątkiem miesięcy letnich, powietrze można uznać za przeciętnie czyste, a ogólna zawartość grzybów nigdy nie przekroczyła norm powietrza silnie zanieczyszczonego. Wyższą zawartość grzybów stwierdzono w powietrzu w rejonie punktu P<sub>2</sub>, gdzie w lipcu i sierpniu liczba pleśni przekroczyła najwyższe dopuszczalne stężenie tych mikroorganizmów. Najliczniejszą pod względem procentowym grupę stanowiły pleśnie z rodzaju *Cladosporium* (ok. 49%), w tym *Cladosporium herbarum* i *Cladosporium cladosporioides*, następnie z rodzaju *Mucor* sp. (4,5–66,7%), *Alternaria* (0–60%) w tym *Alternaria alternata*. W mniejszej ilości identyfikowano pleśnie z rodzaju *Penicillium* w tym *Penicillium glaucum*, *Penicillium*



Ryc. 2. Stężenie mikroflory w powietrzu atmosferycznym w pobliżu obiektów akademickich

P<sub>1</sub> – budynek uczelni w centrum miasta, P<sub>2</sub> – dom studencki 3 km od centrum miasta

*notatum*, *Penicillium albicans*, *Aspergillus* w tym *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus niger*, *Epicoccum* sp., *Paecilomyces* sp.

Dla każdego obszaru badawczego najczęściej występującym rodzajem pleśni, szczególnie w miesiącach letnich był rodzaj *Cladosporium*. Wyniki obserwacji prowadzonych przez nasz ośrodek zbliżone są do obserwacji prowadzonych w ostatnich latach na terenie Polski [13], jak i Europy [14–16]. Również inni autorzy, analizując jakościowy skład mikroflory powietrza potwierdzają najwyższe stężenie tych grzybów w m<sup>3</sup> powietrza. I tak, np. w Sztokholmie obecność spor tych pleśni w powietrzu w miesiącach letnich przekraczała 80% [14], a w Sofii 56,6%. Również w Grecji, Holandii i Włoszech [15, 16] stwierdzano przez cały rok naj-

wyższą koncentrację zarodników pleśni z rodzaju *Cladosporium* w powietrzu.

Analizując wyniki skażenia powietrza drobnoustrojami, w zależności od wysokości pobrania próby zaobserwowano różnice w ilości grzybów strzępkowych. Na poziomie 1 m oznaczono średnio 2–16% więcej pleśni niż na wysokości 80, czy 40 m. Ilość drożdży i bakterii pozostawała na zbliżonym poziomie, niezależnie od wysokości. Stwierdzono, że na wysokości 1 m od podłoża występowała inna mikroflora, zwłaszcza w odniesieniu do grzybów strzępkowych, niż na wyższych wysokościach. Wraz ze spadkiem wysokości zaobserwowano wzrost stężenia grzybów strzępkowych z rodzaju *Cladosporium* sp., *Mucor* sp. i *Alternaria* sp. oraz zmniejszenie ilości rodzajów *Aspergillus* sp. i *Penicillium* sp.

Tab. 2. Mikrobiologiczna czystość powietrza w pomieszczeniach dydaktycznych uczelni

Miejsce pobrania powietrza	Metoda pomiaru	Ogólna liczba w jtk/m <sup>3</sup>			
		bakterii	pleśni	drożdży	
sala wykładowa z klimatyzacją	A	met. sedym. Kocha	3,9 x 10 <sup>2</sup>	5,2 x 10 <sup>2</sup>	2,6 x 10 <sup>2</sup>
	B	met. sedym. Kocha	5,2 x 10 <sup>2</sup>	2,6 x 10 <sup>2</sup>	nb
sala wykładowa bez klimatyzacji	A	met. sedym. Kocha	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,6 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
	B	met. sedym. Kocha	3,2 x 10 <sup>2</sup>	5,2 x 10 <sup>2</sup>	nb
laboratorium komputerowe		met. sedym. Kocha	9,0 x 10 <sup>2</sup>	6,4 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
laboratorium	A	met. sedym. Kocha	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	nb
	B	met. sedym. Kocha	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	nb

A – wyniki pomiarów wykonywanych rano

B – wyniki pomiarów wykonywanych w godzinach popołudniowych

Tab. 3. Mikrobiologiczna czystość powietrza w innych pomieszczeniach użytkowych uczelni

Miejsce pobrania powietrza	Metoda pomiaru	Ogólna liczba w jtk/m <sup>3</sup>			
		bakterii	pleśni	drożdży	
wypożyczalnia książek	A	met. sedym. Kocha	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,6 x 10 <sup>2</sup>	nb
	B	met. sedym. Kocha	2,6 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
czytelnia	A	met. sedym. Kocha	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	nb
	B	met. sedym. Kocha	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	nb
pokój z normami		met. sedym. Kocha	1,3 x 10 <sup>2</sup>	5,2 x 10 <sup>2</sup>	nb
korytarz		met. sedym. Kocha	9,1 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	5,2 x 10 <sup>2</sup>
stołówka	A	met. sedym. Kocha	2,6 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	nb
	B	met. sedym. Kocha	1,0 x 10 <sup>3</sup>	2,6 x 10 <sup>2</sup>	nb
sanitariaty	A	met. sedym. Kocha	1,4 x 10 <sup>3</sup>	2,6 x 10 <sup>2</sup>	nb
	B	met. sedym. Kocha	2,3 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	nb

A – wyniki pomiarów wykonywanych rano

B – wyniki pomiarów wykonywanych w godzinach popołudniowych

Obecność zwiększonej liczby rodzajów tych alergogen-nych pleśni na poziomie, na którym przebywają i pracują ludzie może wpływać ujemnie na ich stan zdrowotny, powodując różnego rodzaju objawy alergii powietrzno-pochodnej, np. schorzenia układu oddechowego lub skóry [7]. Z mikroflory bakteryjnej na niższym poziomie stwierdzano głównie obecność laseczek z rodzaju *Bacillus* sp., ziarniaków *Micrococcus* sp. i w mniejszej ilości paciorkowców z rodzaju *Streptococcus* sp. oraz pałeczek *Serratia* sp. i *Pseudomonas* sp.

Monitoring powietrza wewnątrz pomieszczeń prowadzono rano przed rozpoczęciem zajęć i tego samego dnia we wczesnych godzinach popołudniowych. Wyniki tych badań przedstawiono w tab. 2. i 3. Jak widać, poziom skażenia powietrza bakteriami kształtował się od  $1,3 \times 10^2$  jtk/m<sup>3</sup> w laboratorium do  $2,3 \times 10^3$  jtk/m<sup>3</sup> w sanitariatach. Liczba grzybów w powietrzu tych pomieszczeń kształtowała się odpowiednio na poziomie  $1,3 \times 10^2$  jtk/m<sup>3</sup> do  $1,0 \times 10^3$  jtk/m<sup>3</sup> w sanitariatach. Porównując wyniki badania powietrza pomieszczeń dydaktycznych z wartościami zaproponowanymi przez Krzysztofika łatwo zauważyć, że ilość mikroflory bakteryjnej powietrza tych pomieszczeń znajduje się w granicach najwyższego poziomu. Zanieczyszczenie powietrza grzybami w pomieszczeniach dydaktycznych prawie we wszystkich przypadkach przekraczało poziom  $2,0 \times 10^2$  jtk/m<sup>3</sup>, proponowany w literaturze jako najwyższy dopuszczalny. Po zakończeniu zajęć obserwowano wyższy stopień skażenia powietrza niż przed zajęciami. Dotyczyło to szczególnie mikroflory grzybowej. Wyjątek stanowiła klimatyzowana sala wykładowa, w której przed rozpoczęciem zajęć liczba grzybów była zdecydowanie wyższa niż pod koniec zajęć, kiedy to obserwowano obniżenie liczby grzybów w powietrzu. Dominującą mikroflorą w pomieszczeniach dydaktycznych były grzyby, a w sanitariatach, na korytarzach i stołówce przeważały

bakterie, których liczba w godzinach popołudniowych wzrastała znacząco, w szczególności w sanitariatach. Charakterystyka jakościowa grzybów strzępkowych, izolowanych z powietrza pozwoliła wskazać na dominujący udział rodzajów *Cladosporium* oraz *Penicillium* w ogólnej florze grzybowej, w tym silnie alergizujące gatunki *Cladosporium herbarum* i *Penicillium notatum*. Z sal wykładowych w godzinach popołudniowych oraz w stołówce izolowano również pleśnie z rodzaju *Alternaria*. Podobne badania prowadzono na Politechnice Łódzkiej w Łodzi [17]. Tam dominującą mikroflorą, obecną w powietrzu pomieszczeń uczelni były bakterie, w tym również hemolizujące. Grzyby strzępkowe stanowiły do 39% populacji wyhodowanych drobnoustrojów, a ich liczba w zależności od czasu i miejsca pobrania próby wahała się od  $1,6 \times 10^2$  jtk do  $8,2 \times 10^3$  jtk w 1 m<sup>3</sup> powietrza. Dominującą mikroflorą złożoną z grzybów w powietrzu wewnątrzdomowym były pleśnie z rodzajów *Penicillium* i *Fusarium*, natomiast nie stwierdzono, w przeciwieństwie, do rezultatów naszych badań, obecności pleśni z rodzajów *Cladosporium* i *Alternaria*.

W tab. 4. przedstawiono rodzaje mikroflory występującej w powietrzu w pomieszczeniach uczelni.

*European Confederation of Medical Mycology* klasyfikuje gatunki grzybów do czterech grup. Podstawę klasyfikacji stanowi stopień zagrożenia zdrowotnego dla organizmu ludzkiego. Zidentyfikowane w powietrzu pleśnie w zdecydowanej większości należały do klasy pierwszej, która obejmuje organizmy saprofityczne, mogące wywołać jedynie łagodne powierzchowne zakażenia. Stwierdzono jednak, szczególnie w godzinach popołudniowych, dużą ilość mikroflory złożonej z grzybów, potencjalnie alergogennych, której obecność w powietrzu wewnętrznym pomieszczeń może być przyczyną licznych chorób układu oddechowego, skóry i spojówek. Również mikotoksyny wytwarzane przez pleśnie mogą wnikać do organizmu wraz z wdychanym powietrzem, poprzez skórę i błony śluzowe [18].

**Tab. 4. Rodzaje mikroflory zanieczyszczającej powietrze badanych pomieszczeń użytkowych**

Bakterie	Grzyby strzępkowe	Drożdże
<i>Micrococcus</i> sp.	<i>Monilia</i> sp.	<i>Rhodotorula</i> sp.
<i>Sarcina</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.	<i>Torulopsis</i> sp.
<i>Enterococcus</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Candida</i> sp.
<i>Streptococcus</i> sp.	<i>Penicillium</i> pp.	
<i>Staphylococcus</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	
<i>Escherichia coli</i>	<i>Scopulariopsis</i> sp.	
<i>Serratia</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	
<i>Pseudomonas</i> sp.		
<i>Bacillus</i> sp.		

## Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań czystości powietrza zewnątrzdomowego można stwierdzić, że stopień skażenia mikrobiologicznego powietrza atmosferycznego w okolicy uczelni i domów studenckich jest wysoki, szczególnie w miesiącach letnich. Dominującą mikroflorę stanowiły ziarniaki z rodzaju *Micrococcus* i laseczki rodzaju *Bacillus*. Grzyby strzępkowe reprezentowane były przez takie rodzaje, jak *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Mucor* i *Aspergillus*, a więc i grzyby powodujące objawy alergii powietrzno-pochodnej u ludzi. W miesiącach letnich obecność zarodników pleśni wytwarzających silne alergeny w 1 m<sup>3</sup> powietrza zewnętrznego przekraczała stężenie progowe, odpowie-

działne za występowanie objawów chorobowych u ludzi uczulonych.

W pomieszczeniach dydaktycznych uczelni ogólna liczba drobnoustrojów obecna w 1 m<sup>3</sup> zbadanego powietrza znacznie przekraczała proponowane maksymalne stężenie 5,0 x 10<sup>2</sup> jtk/m<sup>3</sup>. Oznacza to, że mikrobiologiczna czystość powietrza wewnętrznego uczelni nie spełnia europejskich standardów. Natomiast stopień zanieczyszczenia powietrza florą grzybową znacznie przekraczał poziom 2,0 x 10<sup>2</sup> jtk/m<sup>3</sup>. Oznacza to, że powietrze badanych pomieszczeń charakteryzuje się silnym skażeniem grzybami strzępkowymi. Dominującą mikroflorę powietrza pomieszczeń dydaktycznych stanowiły pleśnie, reprezentowane głównie przez rodzaje *Cladosporium* i *Penicillium*, rzadziej przez rodzaj *Alternaria*. Wśród bakterii dominowały gramododatnie ziarniaki z rodzajów *Micrococcus*, *Staphylococcus* i *Sarcina* oraz tlenowe laseczki przetrwalnikujące z rodzaju *Bacillus*, a w powietrzu sanitariatów również pałeczki Gram-ujemne np. z rodzaju *Escherichia*. Zaobserwowano, że ilość mikroflory, jak i jej skład jakościowy zależą od stanu mikrobiologicznego powietrza zewnątrzdomowego, liczby studentów uczestniczących w zajęciach i częstotliwości ich przemieszczania się oraz obecności systemu wentylacyjno-klimatyzacyjnego w pomieszczeniu.

Obserwowano zmiany w układzie jakościowym mikroflory, szczególnie złożonej z grzybów. W godzinach rannych dominowały rodzaje *Penicillium*, *Mucor* i *Aspergillus*, a pod koniec zajęć dydaktycznych wzrosła stężenie zarodników rodzajów *Cladosporium* i *Alternaria*. Liczba zarodników poszczególnych pleśni w powietrzu wewnątrz pomieszczeń nigdy nie przekroczyła stężenia progowego, ale suma grzybów strzępkowych często przekraczała proponowaną w literaturze dopuszczalną ilość pleśni w 1 m<sup>3</sup> powietrza, co może mieć wpływ na zdrowie i samopoczucie studentów oraz wykładowców, przebywających w tych pomieszczeniach.

## Piśmiennictwo

1. Krzysztofik B: Mikrobiologia powietrza. Wyd. Politechnika Warszawska, Warszawa, 1992.
2. Lipiec A: Grzyby pleśniowe – ważny antygen środowiskowy. *Terapia*, 1997, 3: 27-30.
3. Doleżał M: Grzyby pleśniowe w budownictwie a zdrowotność pomieszczeń. *Biuletyn informacyjny: użytkowanie, konserwacja, remonty*, 1989, 1-2: 62-70.
4. Lis DO, Pastuszka JS, Górny RL: Występowanie aerozolu bakteryjnego i grzybowego w mieszkaniach, biurach i środowisku zewnętrznym Górnego Śląska. *Roczniki PZH*, 1997, 48 (1): 59-68.
5. Zyska B: Mikologia powietrza wewnętrznego budynków. *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 99*. Wyd. Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2000, 305-22.
6. Flannigan B: Microbiological aerosols in buildings: origins, health implications and controls. II Konferencja Naukowa Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych, Łódź, 2001, 11-3.
7. Kosińska I: Grzyby w powietrzu pomieszczeń a zagrożenie zdrowotne. *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 97*. Wyd. Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1998, 99-109.
8. Gutarowska B, Jakubowska A.: Ocena zanieczyszczenia pleśniami powietrza pomieszczeń na uczelni. *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2001*. Wyd. Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2002, 103-12.
9. Polska Norma, PN 89/Z04111 01-03. Ochrona czystości powietrza. *Badania mikrobiologiczne*.
10. Fassiatova O: Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej. WNT Warszawa, 1983.
11. Raport o stanie środowiska w województwie kujawsko-pomorskim w 2002 roku. Biblioteka monitoringu środowiska, Bydgoszcz, 2003, 59-62.
12. Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 1999. Biblioteka monitoringu środowiska, Łódź, 2000, 97-8.
13. Stępańska D: Zawartość spor *Cladosporium* i *Alternaria* w powietrzu atmosferycznym w pięciu punktach pomiarowych w Polsce w latach 1995-1996. I Ogólnopolska Konferencja Naukowa, Biologia kwitnienia, nektarowania i zapylania roślin. Lublin, 1997, 254-61.
14. Rubulis J: Airborne fungal spores in Stockholm and Eskilstuna, central Sweden. *Nordic Aerobiology*, 1984, 85-93.
15. Baka G, Syrigou E, Manoussakis M: Airborne fungus spores in Athens area 1995-1997. *European Journal of Allergy and Clinical Immunology, Supplement*, Kopenhaga, 1998, 53, 43: 21-2.
16. Nikkels AH, Terstege P, Spieksma FThM: Ten types of microscopically identifiable airborne fungal spores at Leiden. *The Netherlands. Aerobiologia*, 1996, 12: 107-12.
17. Stobińska H, Skrzycka H: Bioaerozol sal wykładowych i laboratoryjnych. II konferencja naukowa Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych, Łódź, 2001, 111-22.
18. Flannigan B: Mycotoxins in the air. *International Biodeterioration*, 1987, 23, 2: 73-8.