

Elżbieta Ejdys*

**WPŁYW POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO NA JAKOŚĆ
BIOAEROSZU POMIESZCZEŃ SZKOLNYCH W OKRESIE
WIOSENNYM I JESIENNYM – OCENA MIKOLOGICZNA**

**EFFECT OF ATMOSPHERIC AIR ON THE QUALITY OF BIOAEROSOL
OF SCHOOL FACILITIES IN THE SPRING AND AUTUMN SEASON
– MYCOLOGICAL EVALUATION**

Słowa kluczowe: monitoring powietrza, grzyby.

Key words: monitoring of air, fungi.

The study was aimed at evaluating the seasonal effect of atmospheric air on the contamination of bioaerosol of school facilities with fungal spores, under urban conditions. The experimental material was collected from 49 stations with the sedimentation method by Koch, according to the Polish Standard PN-89/Z-04111/03. Research stations were set around school buildings and at rooms that served different functions. Total count of fungi and in the air, temperature and relative humidity were determined at each station. In total, the concentration of fungi in the air outside the buildings ranged from 131.05 to 11139.94 cfu/m³, whereas that in the air inside the buildings – from 148.09 to 756.23 cfu/m³. Despite a restricted effect of the atmospheric air on the quality of aerosol of the school facilities examined, constant mycological monitoring of air should be introduced around and inside school facilities.

1. WPROWADZENIE

Największą część bioaeroszlu powietrznego stanowią jednostki koloniotwórcze grzybów. Są nimi głównie różnego typu zarodniki, przetrwalniki, pojedyncze strzępki lub fragmenty grzybni. W środowisku człowieka są przeważnie kojarzone z reakcjami aler-

* *Dr Elżbieta Ejdys – Katedra Mikologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 1A, 10-857 Olsztyn-Kortowo; tel.: 89 523 42 95; e-mail: elzbieta.ejdys@uwm.edu.pl*

gicznymi, głównie wziewnymi, co nie wyklucza inicjowania innych schorzeń. W warunkach środkowoeuropejskich najczęściej za taki stan czyni się odpowiedzialne grzyby z rodzaju *Alternaria*, *Cladosporium*, rzadziej z rodzaju *Penicillium* i *Aspergillus* [Tomsikowa 1996, Lipiec 2005, Semik-Orzech i in. 2008]. Ponieważ wielkość zarodników wymienionych rodzajów grzybów mieści się w przedziale od 3 do 50(70) μm [De Hoog i in. 2000], bardzo łatwo przedostają się one do dolnych dróg oddechowych i mogą powodować alergiczny stan zapalny [Semik-Orzech i in. 2008]. Zarodniki grzybów, oprócz alergenów, mogą być wysycone produkowanymi przez siebie mikotoksynami, mogącymi działać teratogennie, mutagennie lub karcinogennie. Cząsteczki te, w większości o niskiej masie, mogą przenikać do organizmu człowieka nie tylko drogą inhalacyjną czy pokarmową, ale również przez skórę. Niektóre z toksyn grzybowych wykazują powinowactwo do ważnych narządów mięszkowych: wątroby – aflatoksyny i nerki – ochratoksyna A [Dynowska 2006].

Pozostawanie zarodników w płucach nawet przez krótki czas umożliwia wniknięcie do ludzkiego organizmu również metali ciężkich. Plecha grzybów szczególnie chłonie kadm, miedź, ołów i cynk [Zafar i in. 2007]. Obecnie wiele projektów badawczych dotyczy zastosowania grzybów, zwłaszcza pleśniowych jako sorbentów jonów tych metali [Pawlik-Skowrońska i in. 2000, Barros Junior i in. 2003].

Występowanie w powietrzu zarodników grzybów zawierających metale ciężkie stwarza niebezpieczeństwo wnikania ich z płuc do krwioobiegu, np. ołów wnika w aż 50%. Metal ten uszkadza między innymi syntezę hemoglobiny i obniża w organizmie poziom witaminy D, co skutkuje u dzieci opóźnionym rozwojem [Dutkiewicz 1974, Bezak-Mazur 1999].

Nauka w szkole podstawowej to okres szczególnie ważny w rozwoju osobniczym człowieka: obejmuje okres intensywnego wzrostu ciała i dojrzewania fizjologicznego. Dzieci przebywają w szkole i w jej najbliższym sąsiedztwie do 8 godzin dziennie. Jakość powietrza, jakim w tym czasie oddychają, jest szczególnie ważna dla ich stanu zdrowia i rozwoju.

Na stężenie grzybów w powietrzu zewnętrznym zasadniczy wpływ mają zjawiska atmosferyczne, które mogą przemieszczać diaspory grzybów na duże odległości (wiatry), jak również strącać je z atmosfery (opady). Stężenie spor podlega wahaniom dobowym i sezonowym [Liao i in. 2004, Lipiec 2005]. Bioaerzol atmosferyczny, zwłaszcza w miesiącach o komfortowych dla człowieka temperaturach, podlega mieszanemu z powietrzem budynków. Dlatego też celem pracy była ocena sezonowego wpływu powietrza atmosferycznego na zanieczyszczenie powietrza budynków szkolnych zarodnikami grzybów, w warunkach miejskich.

2. MATERIAŁ I METODY

Wybrane do badań szkoły znajdują się w Olsztynie (165 tys. mieszkańców) i Dobrym Mieście (11 tys. mieszkańców). Oba miasta leżą na Pojezierzu Olsztyńskim, a panujące na

tym terenie warunki klimatyczne charakteryzują niższe temperatury i krótszy okres wegetacji, niż w pozostałej części kraju [Kondracki 2002].

Materiał uzyskano metodą sedymentacyjną Kocha, według wskazówek zawartych w Polskiej Normie [PN-89/Z-04111/03]. Wokół budynku szkoły i sali gimnastycznej wyznaczono 12 stanowisk w Olsztynie (szkoła nr I) i 13 stanowisk – w Dobrym Mieście (szkoła nr II). Płytki ustawiono na rogach budynków, w połowie długości ścian, w odległości 1,5 m od muru. W szkole nr II próby pobrano również z wewnętrznego patio. Czas ekspozycji wynosił 10 min.

Wewnątrz obu szkół wyznaczono 13 różniących się przeznaczeniem pomieszczeń na parterze (sala lekcyjna, toaleta damska i męska, korytarz, szatnia sportowa oraz prysznic) i w piwnicy (szatnia ogólna). Szalki Petriego z podłożami, umieszczano bezpośrednio na podłodze w dwóch narożach każdego pomieszczenia, po przekątnej. Czas ekspozycji wynosił 30 min. Po okresie inkubacji prób, oznaczono ogólną liczbę grzybów w powietrzu stosując wzór Omeliańskiego w modyfikacji Gogoberidze, wyrażoną liczbą jednostek koloniotwórczych (jtk) w 1m³ powietrza [PN-89/Z-04111/03]. Na każdym stanowisku dokonano pomiaru wilgotności i temperatury. Badanie wykonano w dwóch terminach: w maju (po zakończonym okresie grzewczym) i w listopadzie (okres grzewczy).

3. WYNIKI

Ogółem w badanym powietrzu atmosferycznym stwierdzono stężenie grzybów w przedziale od 131,05 do 11 139,94 jtk/m³. Amplituda temperatury powietrza wyniosła 25,3°C. Wilgotność wahała się od 33% do 93% (tab.1).

Średnie wartości liczby jednostek grzybowych w powietrzu oraz parametry temperatury i wilgotności powietrza różniły się w zależności od miejsca i czasu pobierania prób. Wokół szkoły nr I stwierdzono większe średnie stężenie grzybów w powietrzu jesienią, wiosną natomiast stężenie to było większe wokół budynku nr II (tab.1). W obu miejscowościach więcej zarodników grzybów występowało w sezonie wiosennym niż jesienią. Najniższe wartości stężenia grzybów w powietrzu w obu sezonach badawczych uzyskano na stanowisku usytuowanym w wewnętrznym patio w szkole nr II: 262,11 i 131,05 jtk/m³.

Zarówno w Olsztynie, jak i w Dobrym Mieście, na poszczególnych stanowiskach, nie stwierdzono zależności między zagęszczeniem grzybów a temperaturą i/lub wilgotnością powietrza. W sezonie wiosennym natomiast zanotowano różnicę w średnim stężeniu grzybów w powietrzu na stanowiskach sąsiadujących z zadrzewieniami (4030 jtk/m³), w stosunku do średniego stężenia grzybów na stanowiskach, w pobliżu których nie rosły drzewa bądź krzewy (2676 jtk/m³). Jesienią różnica ta nie była tak znacząca, wynosiła 16,7%. Odwrotną zależność zanotowano w Olsztynie na stanowiskach sąsiadujących z parkiem – jesienią różnica ta wynosiła 42,4%.

Tabela 1. Ogólna liczba grzybów oraz parametry fizyczne powietrza zewnętrznego i wewnętrznego, wiosną i jesienią

Table 1. The total number of fungi and physical characteristics of outdoor/indoor air in spring and autumn

Pora roku	Wiosna				Jesień				
	Miejsce rodzaj powietrza	Zakres liczebności (jtk/m ³)	Zakres temperatury (°C)	Zakres wilgotności (%)	Średnia liczba jtk/m ³	Zakres liczebności (jtk/m ³)	Zakres temperatury (°C)	Zakres wilgotności (%)	Średnia liczba jtk/m ³
Szkoła I	zewnątrzne	550,44– 11 139,94	21,2–33,6	33–67	2931,29	969,83– 4744,30	14,2–22,7	46–65	2230,00
	wewnętrzne	148,09– 423,35	19,4–20,6	54–60	250,15	205,76– 471,81	19,1–20,6	47–60	278,41
Szkoła II	zewnątrzne	262,11– 7365,46	18,2–22,7	42–50	3217,47	131,05– 3643,41	8,3–14,2	62–93	1843,55
	wewnętrzne	214,94– 756,23	19,8–21,6	48–54	393,62	170,37– 397,12	18,4–19,7	48–50	253,79

Zaobserwowano pewną prawidłowość między ogólną liczbą grzybów w powietrzu a usytuowaniem punktu pomiarowego względem budynku szkoły. Wyższe średnie wyniki uzyskano ze stanowisk południowych i południowo-wschodnich (rys.1).

A

NW			N			NE		
I 1022 jkt/m ³	18°C	47%	I 1389 jkt/m ³	18,2°C	48%	I 3224 jkt/m ³	22,7°C	46%
II 1100 jkt/m ³	21,2°C	67%	II 5845 jkt/m ³	21,6°C	67%	II 1205 jkt/m ³	23,2°C	67%
W			BUDYNEK			E		
I 4147 jkt/m ³	20,4°C	46%	I 250 jkt/m ³	19,4°C	48%	I 3687 jkt/m ³	22,6°C	48%
II 1808 jkt/m ³	29,2°C	52%	II 393 jkt/m ³ (*262)	21,6°C (*19,5)	60% (*47)	II 3433 jkt/m ³	21,6°C	63%
SW			S			SE		
I 786 jkt/m ³	18,5°C	38%	I 2149 jkt/m ³	21,1°C	33%	I 1782 jkt/m ³	22,4°C	42%
II 7365 jkt/m ³	33,6°C	50%	II 6264 jkt/m ³	31,1°C	43%	II 2647 jkt/m ³	31,5°C	46%

B

NW			N			NE		
I 969 jkt/m ³	10,1°C	59%	I 969 jkt/m ³	14,2°C	50%	I 3931 jkt/m ³	9,9°C	62%
II 1494 jkt/m ³	15,5°C	78%	II 2411 jkt/m ³	16,2°C	62%	II 1389 jkt/m ³	14,7°C	80%
W			BUDYNEK			E		
I 1421 jkt/m ³	9,5°C	55%	I 278 jkt/m ³	18,4°C	47%	I 2769 jkt/m ³	8,3°C	63%
II 1245 jkt/m ³	20,1°C	85%	II 253 jkt/m ³ (*131)	20,6°C (*10,1)	60% (*87)	II 2455 jkt/m ³	15,2°C	92%
SW			S			SE		
I 2411 jkt/m ³	9,5°C	63%	I 3328 jkt/m ³	8,9°C	58%	I 1861 jkt/m ³	9,1°C	61%
II 3564 jkt/m ³	15,1°C	87%	II 1022 jkt/m ³	16,9°C	92%	II 2254 jkt/m ³	19,1°C	92%

* Patio w szkole II.

Rys. 1. Zależność między liczbą jtk/m³ (zaokrąglone do jedności) w powietrzu budynków szkolnych (I, II) oraz wokół nich, a położeniem geograficznym stanowiska – wiosną (A) i jesienią (B)

Fig. 1. Dependence between number of CFU/m³ (rounded to unity) in air of school buildings (I,II) and around them and the geographical position of measuring station – in spring (A) and autumn (B)

Według Polskiej Normy, powietrze w Olsztynie wiosną, można uznać za czyste na dziewięciu stanowiskach (69%), ponieważ stężenie grzybów w powietrzu było niższe niż 3000 jtk/m³. Na dwóch stanowiskach (15%) powietrze oceniono jako zanieczyszczone (stężenie grzybów od 3000 do 5000 jtk/m³) i na jednym (8%) jako zagrażające środowisku naturalnemu człowieka (stężenie grzybów od 5000 do 10 000 jtk/m³). W Dobrym Mieście takich stanowisk było 33,3%, a czystych pod względem mikologicznym – 50%.

W listopadzie, w Olsztynie nie stwierdzono stanowiska, na którym liczba grzybów byłaby większa niż 5000 jtk/m³. Na dziesięciu stanowiskach (77%) była ona mniejsza niż 3000 jtk.

W Dobrym Mieście powietrze uznano w 83 procentach wyników pomiarów za czyste, a pozostałe wyniki mieściły się poniżej 5000 jtk/m³.

Łącznie w dwóch okresach badawczych stężenie grzybów w powietrzu pomieszczeń szkolnych mieściło się w granicach od 148,09 do 756,23 jtk/m³, a średnia ogólna liczba grzybów w powietrzu badanych budynków była ok. 10 razy mniejsza niż w powietrzu atmosferycznym wokół szkół, a stężenie grzybów było natomiast zbliżone do stężenia grzybów w patio w szkole nr II.

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

Na stężenie zarodników grzybów w powietrzu atmosferycznym i wewnętrznym wpływają te same czynniki. Należą do nich: ruchy aerozolu spowodowane wiatrem, poruszaniem się osób lub wymuszone wentylacją. W obu środowiskach grzyby do wzrostu grzybni, a potem do sporulacji, wymagają odpowiednich źródeł substratów pokarmowych i parametrów fizykochemicznych. Inne zakresy wspomnianych czynników dla pomieszczeń i dla środowiska zewnętrznego w naszym klimacie skutkują odrębnymi niszami ekologicznymi dostępnymi dla grzybów. To z kolei różnicuje spektra mikrobioty w obu typach siedlisk. W zdecydowanej większości pomiarów, inne gatunki grzybów są izolowane z powietrza atmosferycznego, a inne z pomieszczeń [Stern i in. 1999, Lipiec 2005, Ej dys 2009].

Badania własne autorów potwierdzają, że jeszcze bardziej różnią się miana stężeń grzybów w obu typach bioaerozolu. W budynkach zanotowano 10-krotnie mniej jednostek tworzących kolonie grzybów niż na zewnątrz, ale tyle samo co w patio, w którym parametry były bardziej zbliżone do warunków panujących wewnątrz budynku, a stąd niska ogólna liczba grzybów zanotowana na tym stanowisku.

Zadrzewienia stwarzają specyficzny mikroklimat, zmniejszając parowanie gleby, co automatycznie przeciwdziała przesuszaniu grzybni. Można tym tłumaczyć efekt zwiększonej zawartości zarodników grzybów obserwowany w powietrzu na stanowiskach sąsiadujących z drzewami przy szkole nr II. Liczne drzewa i krzewy przyczyniają się także do zmniejszenia ilości zanieczyszczeń biologicznych w powietrzu [Bis i in. 2000], ale jednocześnie opadające liście są źródłem materii organicznej dla grzybów [Zmysłowska i in. 2005]. Widać to zwłaszcza jesienią na stanowiskach sąsiadujących z parkiem przy szkole nr I. Na zwiększenie stężenia jednostek grzybowych w powietrzu mogło ponadto wpływać ukształtowanie terenu. Według Bogackiej [1996] w kotlinach, parowach i niziny lasach stężenie zarodników grzybów jest większe. Obszar, na którym znajduje się budynek szkoły w Olsztynie jest pagórkowaty, a stanowiska położone w pobliżu parku i sam park znajdują się nieco niżej niż pozostała część budynku.

Wspomniane już ruchy powietrza wpływają na występowanie zarodników grzybów w powietrzu wieloaspektowo. W środowisku zewnętrznym, w okresach wietrznych i suchych, grzyby ulegają rozproszению i są przenoszone z wiatrem na duże odległości

[Gniadek i in. 2005; Rolka i in. 2006]. Gwałtowne podmuchy wiatru przyczyniają się do wzrostu liczby zarodników, stąd w miejscach narażonych na nie stwierdza się więcej różnych mikroorganizmów niż w miejscach osłoniętych [Krzysztofik 1992; Tuszyński, Satora 2003]. Potwierdzają to badania własne. W patio (szkoła nr II), które było osłonięte od wiatru i nieużytkowane, zanotowano najmniej jednostek grzybowych. Chociaż, może to być również spowodowane brakiem ruchu osób, na co zwróciła uwagę Mędreła-Kuder [2006], według której obecność osób na badanym terenie przyczynia się do wzrostu liczby jednostek grzybowych w powietrzu. W warunkach miejskich, w wyniku powstających prądów powietrza, zarodniki wcześniej osiadające mogą unosić się na wysokość >1,5 m [Kurnatowska 1999]. Dzieci przebywające na terenie szkoły i boiskach sportowych, przemieszczając się szybko, powodują unoszenie zarodników, które zostają zawieszane w powietrzu. W odniesieniu do dzieci ze szkół podstawowych 1,5 metra to wysokość zbliżona do ich wzrostu. Obecność różnego typu diaspor, a zwłaszcza zarodników grzybów na wysokości ust i nosa dzieci, może prowadzić do zwiększonej ich inhalacji, a w konsekwencji do obniżenia samopoczucia dzieci i wszelkich negatywnych następstw wywołanych obecnością grzybów w ontocenozach narządowych.

Grzybowe kontaminanty bioaerozoli, przenoszone drogą powietrzno-pyłową lub powietrzno-kropelkową, dostając się do organizmu człowieka mogą wywołać lekkie dolegliwości, ale i trudne do leczenia mikoalergozy, mikozy czy toksykozy na tle grzybiczym [Bogacka 1996; Bogacka i Matkowski 2001; Mędreła-Kuder 2006].

Grzyby występujące w powietrzu budynków szkolnych i wokół nich mogą wpływać na zdrowie dzieci tam przebywających i ćwiczących na boiskach szkolnych. Dyscypliny sportowe związane ze zwiększoną wentylacją płuc (biegi, gry zespołowe) są zaliczane do najbardziej astmogennych [Mędreła-Kuder 2006]. Dlatego też tak ważna jest stała kontrola mikologiczna jakości powietrza wokół i wewnątrz obiektów edukacyjnych.

5. WNIOSKI

1. Powietrze atmosferyczne wokół badanych szkół określono jako przeciętnie czyste, a wiosną, na kilku stanowiskach oceniono je jako zanieczyszczone.
2. Sąsiedztwo zadrzewień jak również usytuowanie stanowiska pomiarowego po stronie południowej/południowo-wschodniej budynku wpływało na zwiększenie liczby jednostek grzybów w powietrzu.
3. Według norm zaproponowanych przez Krzysztofika bioaerozol wewnętrzny uznano za czysty.
4. Pomimo ograniczonego wpływu powietrza atmosferycznego na jakość aerozolu pomieszczeń badanych szkół, wskazany byłby jego stały monitoring mikologiczny, ze względu na dużą zmienność ekologiczną i fizjologiczną grzybów oraz rozszerzanie się spektrum schorzeń na tle grzybiczym.

PIŚMIENNICTWO

- BARROS JÚNIOR L.M., MACEDO G.R., DUARTE M.M.L., SILVA E.P., LOBATO A.K.C.L. 2003. Biosorption of cadmium using the fungus *Aspergillus niger*. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* 20(3): 2–15.
- BEZAK-MAZUR E. 1999. Elementy toksykologii środowiskowej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Kielce.
- BIS H., GRZYB J., MARCINKOWSKA K., FRĄCZEK K. 2000. Występowanie grzybów toksynotwórczych w powietrzu atmosferycznym i glebie w okolicach wysypiska odpadów komunalnych w Baryczy k/Krakowa. VI Krajowy Kongres Ekologiczny EKO-MED, Tarnów'2000: 179–183.
- BOGACKA E. 1996. Charakterystyka grzybów biorących udział w reakcjach alergicznych u człowieka. *Mikologia Lekarska* 3(3): 193–197.
- BOGACKA E., MATKOWSKI K. 2001. Wpływ grzybów na zdrowie ludzi. *Mikologia Lekarska* 8(3–4): 175–178.
- DEHOOG G.S., GUARRO J., GENE J., FIGUERAS M.J. 2000. Atlas of Clinical Fungi. Ed.2. Centraalbureall voor Schimmelcultures/ Universitat Rovira i Virgili.
- DUTKIEWICZ T. 1974. Chemia toksykologiczna. PZWL, Warszawa.
- DYNOWSKA M. 2006. Kliniczne aspekty zakażeń grzybami pleśniowymi. W: J. Grajewski (red.) Mikotoksyny i grzyby pleśniowe – zagrożenie dla człowieka i zwierząt. Wyd. UKW, Bydgoszcz.
- EJDYS E., MICHALAK J., SZEWCZYK K. M. 2009. Yeast-like fungi isolated from indoor air in school buildings and the surrounding outdoor air. *Acta Mycol.* 44 (1).
- GNIADK A., MACURA A.B., NOWAK M. 2006. Mikoflora pomieszczeń oddziału położniczo-noworodkowego. *Mikologia Lekarska* 13(4): 273–279.
- KONDRACKI J. 2002. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KRZYSZTOFIK B. 1992. Mikrobiologia powietrza. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- KURNATOWSKA A. 1999. Rezerwuary chorobotwórczych czynników biotycznych w atmosferze, hydrosferze i litosferze. W: A. Kurnatowska (red.). Ekologia. Jej związki z różnymi dziedzinami wiedzy. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Łódź.
- LIAO CH., LUO W., CHEN SZ., CHEN J., LIANG H. 2004. Temporal/seasonal variations of size-dependent airborne fungi indoor/outdoor relationships for a wind-induced naturally ventilated airspace. *Atmospheric Environment* 38: 4415–4419.
- LIPIEC A. 2005. *Alternaria alternata* – aerobiologia, charakterystyka alergenów i aspekt kliniczny. *Alergia* 2(24): 39–42.
- MĘDRELA-KUDER E. 2006. Występowanie alergenów grzybiczych w powietrzu tunelu lekkoatletycznego. *Mikologia Lekarska* 13(4): 262–264.

PAWLIK-SKOWROŃSKA B., PIRSZEL J., SKOWROŃSKI T. 2000. Biosorpcja i usuwanie Cd, Cu, Pb oraz Zn z roztworów wodnych przez sorbenty uzyskane z grzyba pleśniowego *Rhizopus nigricans* i odpadowej biomasy drożdży *Saccharomyces uvarum*. *Archiwum Ochrony Środowiska* 26(1): 39–53.

Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby grzybów mikroskopowych w powietrzu atmosferycznym (imisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedimentacyjną. Polska Norma PN-89/Z-04111/03.

ROLKA H., KRAJEWSKA-KUŁAK E., SZEPIETOWSKI J., ŁUKASZUK C., KOWALCZUK K., KLIMASZEWSKA K., BARANOWSKA A., JANKOWIAK B., KAJEWSKA K. 2006. Analiza występowania grzybów w pomieszczeniach bloku operacyjnego. *Mikologia Lekarska* 13(4): 301–305.

SEMIK-ORZECHA., BARCZYKA., PIERZCHAŁA W. 2008. Wpływ występowania nadwrażliwości na alergeny grzybów na rozwój i przebieg chorób alergicznych układu oddechowego. *Pneumonologia i Alergologia Polska* 76: 29–36.

STERN M.A., ALLIT U., CORDEN J., MILLINGTON W. 1999. The investigation of fungal spores in intramural air using a burkard continuous recording air sampler. *Indoor and Built Environment* 8: 40–48.

TOMŠIKOVÁ A. 1996. Pathogenicity of some *Penicillium* species. *Mikologia Lekarska* 3(2): 83–86.

TUSZYŃSKI T., SATORA P. 2003. Microbiological characteristic of the Węgierka Zwykła plum orchard in submountain region. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 12(53): 43–48.

ZAFAR S., AQIL F., AHMAD I. 2007. Metal tolerans and biosorption potential of filamentous fungi isolated from metal contaminated agricultural soil. *Bioresource Technology* 98: 2557–2561.

ZMYŚŁOWSKA I., JACKOWSKA B., KONOPELSKA A. 2005. Microbiological quality of the air in the vicinity of Lake Kortowskie. *Polish Journal of Natural Sciences* 19(2): 371–383.