

Grzyby występujące w pomieszczeniach klimatyzowanych. Część I

Fungi found in air-conditioned room. Part I

Elżbieta Płaskowska, Magdalena Korol, Rafał Ogórek

Zakład Fitopatologii i Mikologii, Katedra Ochrony Roślin UP we Wrocławiu

STRESZCZENIE

Wprowadzenie: Pomieszczenia użytku publicznego charakteryzują się różną koncentracją i składem gatunkowym grzybów, który zależy od rodzaju użytkowego obiektu, jego wieku oraz obecności klimatyzacji.

Cel pracy: Ocena stopnia zanieczyszczenia mikologicznego powietrza wybranych pomieszczeń użytku publicznego w zależności od włączonej lub nie klimatyzacji, przez określenie liczebności i składu gatunkowego grzybów.

Materiał i metody: Materiał do badań stanowiło powietrze pobrane z 10 pomieszczeń użytku publicznego. Analizę powietrza przeprowadzono metodą sedymentacyjną Kocha.

Wyniki: Analiza mikologiczna powietrza wykazała, że w badanych pomieszczeniach w drugim okresie badań (lipiec), gdy klimatyzacja była włączona, ogólna liczba wyizolowanych grzybów była większa niż podczas okresu pierwszego, gdy klimatyzacja nie działała (kwiecień). Najczęściej spotykanymi we wszystkich miejscach byli przedstawiciele *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* i *Cladosporium spp.* Rodzaje, takie jak: *Trichoderma*, *Phoma*, *Sclerotinia*, występowały sporadycznie. W pomieszczeniach klimatyzowanych w porównaniu z pierwszym okresem badań występowały w dużej liczbie grzyby z rodzaju *Cladosporium*.

Wnioski: Klimatyzacja przyczynia się do większego zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego zarodnikami i strzępkami grzybni grzybów strzępkowych, głównie z rodzaju *Cladosporium*. Powietrze badanych pomieszczeń klimatyzowanych nie było silnie zanieczyszczone przez grzyby strzępkowe i drożdżakowe, dlatego czystość powietrza w tych pomieszczeniach można uznać za dobrą. Uzyskane wyniki wskazują, że typ klimatyzatora lub jego marka nie mają wpływu na stan zanieczyszczenia powietrza zarodnikami grzybów.

SŁOWA KLUCZOWE: grzyby, klimatyzacja, zanieczyszczenia mikologiczne powietrza, budynki użytku publicznego

ABSTRACT

Introduction: Public rooms are characterized by different concentration and species composition a fungi, depending on the type a the public use object, its age, maintainance and the presence a air conditioning.

Aim of the study: The research objective was to evaluate the extent a mycological air pollution in selected rooms a the public use, depending on the air conditioning (AC) mode (on or af), by determining the number and species composition a fungi.

Material and methods: The study material was the air taken up from 10 distinct spaces in public building. The analysis was performed using Koch sedimentation method.

Results: Air mycological analysis showed that in the second period a research (in July), when the AC was on, the total number a fungi isolated in the studied rooms was higher than during the first period (in April), when the AC did not work. The most commonly found in all the places were representatives a *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, and *Cladosporium spp.* The types a fungi such as *Trichoderma*, *Phoma* and *Sclerotinia* occurred sporadically. In the areas a research sampled during the second study period, there occurred significantly more fungi a the genus *Cladosporium* compared to the first study period.

Conclusions: Air conditioning contributes to increased indoor air pollution by spores and scraps a mycelium a filamentous fungi, mainly a the types a *Cladosporium*. The air in the studied air-conditioned rooms was not heavily contaminated by filamentous fungi and yeasts, because clean air in these rooms can be considered good. The results also show that the model or the trademark a the air conditioner do not affect the status a air pollution by fungal spores.

KEY WORDS: air – condition, AC, mycological air pollution, public use buildings

ADRES DO KORESPONDENCJI:

Dr hab. Elżbieta Płaskowska
Zakład Fitopatologii i Mikologii
Katedra Ochrony Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy
pl. Grunwaldzki 24a
50-363 Wrocław
e-mail:
elzbieta.plaskowska@up.wroc.pl

Wprowadzenie

Czyste powietrze jest niezbędnym warunkiem do życia człowieka. W ciągu minuty wdychamy i wydychamy około 10 l powietrza. Mikroorganizmy oraz pyły znajdujące się w powietrzu są niezauważalne dla ludzkiego oka, jednak stałe przebywanie w zanieczyszczonym pomieszczeniu oraz dłuższa ekspozycja na szkodliwe cząstki, może doprowadzić do różnego rodzaju schorzeń. Badania czystości powietrza są więc bardzo ważne [1].

Obecnie urządzenia klimatyzacyjne stają się coraz częściej standardowym wyposażeniem biur, sklepów, a nawet domów. Spowodowane jest to przede wszystkim stopniową zmianą klimatu, ale duże znaczenie ma również chęć pracy i wypoczynku w lepszych warunkach. Przeciętnie człowiek spędza w pomieszczeniu zamkniętym 80% sw ojego czasu, z czego najczęściej 8 godz. w pracy. Dlatego jakość powietrza, którym oddychamy, ma duży wpływ na nasze zdrowie, samopoczucie czy też komfort pracy [2].

W ostatnich latach wielu badaczy coraz częściej interesuje się zanieczyszczeniami mikrobiologicznymi występującymi w budynkach z urządzeniami klimatyzacyjnymi. Zwłaszcza zanieczyszczeniami mikologicznymi, gdyż ponad 70% zanieczyszczeń biologicznych powietrza stanowią grzyby [1, 3, 4].

Powietrze zanieczyszczone mikroorganizmami, w szczególności grzybami, ma bezpośredni wpływ na zdrowie człowieka, co objawia się coraz częściej notowanymi alergiami i chorobami układu oddechowego [3]. Może to być związane z wieloma czynnikami, w tym również z klimatyzacją zainstalowaną w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej.

Klimatyzatory modyfikują zewnętrzne powietrze przez jego filtrację, nawilżanie, rozrzedzanie oraz chłodzenie i ogrzewanie. Z powietrza przefiltrowanego usuwane są zanieczyszczenia, m.in. mikrobiologiczne pochodzące ze środowiska zewnętrznego, które mogą być szkodliwe lub niebezpieczne dla zdrowia człowieka [5]. Zauważono jednak, że urządzenia klimatyzacyjne mogą przyczyniać się do wzrostu zanieczyszczeń pochodzenia mikologicznego, ponieważ źródłem zanieczyszczeń są same konstrukcje systemów wentylacyjnych.

Zanieczyszczenia roznoszone przez napływające powietrze osiadają na fragmentach urządzeń, gdzie znajdują dobre warunki do rozwoju. Do elementów takich można zaliczyć m.in. długo nieczyszczone przewody lub niewymieniane filtry. Z celulozowych filtrów można wyizolować wiele gatunków grzybów pleśniowych, które doskonale rozwijają się na ich wilgotnej powierzchni. Dzięki przepływającemu przez filtr powietrzu zarodniki oraz strzępki grzybnicy wielu grzybów mogą być rozprowadzane po całym pomieszczeniu [6]. Niedbanie o czystość urządzeń klimatyzacyjnych może prowadzić do skażenia mikologicznego powietrza wewnętrznego. U osób stale przebywających w takich pomieszczeniach może dojść do występowania wielu chorób dróg oddechowych, czy alergii, a także takich schorzeń, jak bóle głowy czy brak koncentracji i przemęczenie [7].

Cel pracy

Ocena stopnia zanieczyszczenia mikologicznego powietrza wybranych pomieszczeń użytku publicznego w zależności od właściwości lub nie klimatyzacji, przez określenie liczebności i składu gatunkowego grzybów.

Materiał i metody

Badania zanieczyszczenia mikologicznego powietrza wykonano w dwóch terminach. W pierwszym terminie (kwiecień 2010 r.) urządzenia klimatyzacyjne nie były uruchomione, a w drugim terminie (lipiec 2010 r.) działały.

W każdym z budynków wyznaczono pomieszczenia do wykonania pomiarów zanieczyszczenia mikologicznego powietrza:

a) Bank Spółdzielczy Lwówek Śląski – pomiary wykonano w sali głównej (53 m²), biurze (10 m²) oraz w toalecie (6 m²),

b) Bank Zachodni WBK Lwówek Śląski – pomiary wykonano w sali głównej (40 m²), sali obsługi klienta (16 m²) oraz w toalecie (6 m²),

c) Apteka „Ław Chlebowych” – pomiary wykonano w sali głównej (45 m²), magazynie (30 m²), w toalecie (8 m²) oraz w pomieszczeniu na drugim piętrze (52 m²).

Powietrze w pomieszczeniach badano metodą sedymentacyjną Kocha [8]. Czas ekspozycji szalek z pożywką PDA (*Potato Dextrose Agar*) wynosił 60 min. W tym czasie zmierzono temperaturę i wilgotność wewnątrz badanych pomieszczeń oraz na zewnątrz budynków za pomocą termohigrometru AB-171 Data Logger (Abtronic).

W badanych pomieszczeniach szalki ustawiano na wysokości metra. Liczba punktów pomiarowych zależała od powierzchni pomieszczenia. Małe pomieszczenia (1-30 m²) – 1 punkt pomiarowy, średnie (31-60 m²) – 3 punkty i duże (60-120 m²) – 4 punkty. Szalki zawsze znajdowały się możliwie naprzeciw wylotu powietrza z klimatyzatora, w każdym punkcie pomiarowym po cztery szalki. We wszystkich lokalizacjach badaniami objęto toalety (bez klimatyzacji), ponieważ są to pomieszczenia szczególnie narażone na zanieczyszczenia mikrobiologiczne (1 punkt pomiarowy, po 4 szalki).

Szalki Petriego (o średnicy 90 mm) po ekspozycji na grzyby inkubowano w temperaturze pokojowej (~22 °C) przez 14 dni. Po tym czasie przeszczepiano wyrosłe kolonie na skosy zawierające pożywkę PDA. Skosy inkubowano przez 14 dni. Wyosobnione kolonie grzybów oznaczano do gatunków według dostępnych monografii: Raper, Fennel [9], Raper, Thom [10], Sutton [11], Nelson i wsp. [12]. Do oznaczenia grzybów z rodzajów *Penicillium* i *Aspergillus* użyto podłoża malt ożowego, firmy Biocorp oraz pożywki Czapek Doxa Agar, firmy Biocorp.

Zawartości zarodników grzybów w badanym powietrzu obliczano zgodnie ze wzorem podanym przez Muszyńskiego i wsp. [8]:

$$X = a \times 100 \times 100 / \pi r^2 \times 0,2 \times t$$

gdzie:

X – liczba zarodników w metrze sześciennym [jtk/m³]; a – średnia liczba kolonii na powierzchni podłoża [jtk]; πr^2 – pole powierzchni szalki Petriego [cm²]; 0,2 – współczynnik przeliczeniowy, uwzględniający, że w ciągu 5 min na szalkę spadają wszystkie zarodniki z wysokości 1 m; t – czas ekspozycji [min].

Wyniki

W przeprowadzonych badaniach temperatura i wilgotność powietrza wewnątrz budynków była podobna w obu terminach pobierania prób (kwiecień, lipiec). Pomieszczenia różniły się pod względem roku powstania, metrażu, częstości sprzątania i liczby przebywających pracowników, co miało wpływ na jakość mikologiczną powietrza wewnątrz nich (tab. I-III).

Tabela I: Warunki panujące w badanych pomieszczeniach podczas pierwszego terminu badań

Table I: Conditions in the tested rooms during the first term of research

Nazwa instytucji <i>Name of institution</i>	Nazwa pomieszczenia <i>Name of the room</i>	Liczba wystawionych szalek <i>Number of exposed Petri plates</i>	Średnia temperatura powietrza [°C] <i>Average air temperature [°C]</i>		Średnia wilgotność względna powietrza [%] <i>Average relative humidity of air [%]</i>	
			wewnątrz <i>indoor</i>	na zewnątrz <i>outside</i>	wewnątrz <i>indoor</i>	na zewnątrz <i>outside</i>
Bank Spółdzielczy <i>Cooperative Bank</i>	Sala główna / <i>The main hall</i>	12	22	16	62	82
	Biuro / <i>Office</i>	4	22		61	
	Toaleta / <i>Toilet</i>	4	20		65	
Bank Zachodni WBK <i>West Bank WBK</i>	Sala główna / <i>The main hall</i>	12	22	16	63	82
	Obsługa klienta / <i>Customer service</i>	4	22		63	
	Toaleta / <i>Toilet</i>	4	19		65	
Apteka „Ław chlebowych” <i>Pharmacy “Lavrov bread”</i>	Drugie piętro / <i>Second Floor</i>	4	22	16	62	82
	Sala główna / <i>The main hall</i>	8	21		62	
	Magazyn / <i>Magazine</i>	4	21		60	
	Toaleta / <i>Toilet</i>	4	19		67	

Tabela II: Warunki panujące w badanych pomieszczeniach podczas drugiego terminu badań

Table II: Conditions in the tested rooms during the second term of research

Nazwa instytucji <i>Name of institution</i>	Nazwa pomieszczenia <i>Name of the room</i>	Liczba wystawionych szalek <i>Number of exposed Petri plates</i>	Średnia temperatura powietrza [°C] <i>Average air temperature [°C]</i>		Średnia wilgotność względna powietrza [%] <i>Average relative humidity of air [%]</i>	
			wewnątrz <i>indoor</i>	na zewnątrz <i>outside</i>	wewnątrz <i>indoor</i>	na zewnątrz <i>outside</i>
Bank Spółdzielczy <i>Cooperative Bank</i>	Sala główna / <i>The main hall</i>	12	21	27	60	74
	Biuro / <i>Office</i>	4	21		60	
	Toaleta / <i>Toilet</i>	4	20		62	
Bank Zachodni WBK <i>West Bank WBK</i>	Sala główna / <i>The main hall</i>	12	22	27	59	74
	Obsługa klienta / <i>Customer service</i>	4	22		59	
	Toaleta / <i>Toilet</i>	4	19		60	
Apteka „Ław chlebowych” <i>Pharmacy “Lavrov bread”</i>	Drugie piętro / <i>Second Floor</i>	4	21	27	57	74
	Sala główna / <i>The main hall</i>	8	21		57	
	Magazyn / <i>Magazine</i>	4	21		58	
	Toaleta / <i>Toilet</i>	4	19		61	

Tabela III: Informacje na temat wybranych pomieszczeń

Table III: Information on selected rooms

Nazwa instytucji <i>Name of institution</i>	Nazwa pomieszczenia <i>Name of the room</i>	Rok powstania budynku <i>Year of the building creation</i>	Metraż [m ²] <i>Area [m²]</i>	Data montażu klimatyzacji <i>Date of installation air conditioning</i>	Typ klimatyzacji <i>Type of conditioning</i>	Częstość sprzątania <i>Frequency of cleaning</i>	Liczba pracowników w pomieszczeniu <i>Number of employees in the room</i>
Bank Spółdzielczy <i>Cooperative Bank</i>	Sala główna / <i>The main hall</i>	1970	53	2006	Split	Codziennie / <i>Daily</i>	5
	Biuro / <i>Office</i>		10			Raz w tygodniu / <i>Once a week</i>	2
	Toaleta / <i>Toilet</i>		6			Codziennie / <i>Daily</i>	–
Bank Zachodni WBK <i>West Bank WBK</i>	Sala główna / <i>The main hall</i>	1963	40	2006	Split	Raz w tygodniu / <i>Once a week</i>	3
	Obsługa klienta <i>Customer service</i>		16	2008		Raz w tygodniu <i>Once a week</i>	2
	Toaleta / <i>Toilet</i>		6	–		Raz w tygodniu / <i>Once a week</i>	–
Apteka „Ław chlebowych” <i>Pharmacy “Lavrov bread”</i>	Drugie piętro / <i>Second Floor</i>	1514	52	2004	Split	Raz w tygodniu / <i>Once a week</i>	–
	Sala główna / <i>The main hall</i>		45			Codziennie / <i>Daily</i>	3
	Magazyn / <i>Magazine</i>		30	2009	Kompakt <i>Compact</i>	Raz w tygodniu / <i>Once a week</i>	2
	Toaleta / <i>Toilet</i>		8	–	–	Codziennie / <i>Daily</i>	–

Najwięcej jednostek tworzących kolonie w 1 m³ powietrza wyizolowano z Banku Zachodniego WBK, a najmniej z Banku Spółdzielczego (tab. IV-VI).

Analiza mikologiczna powietrza wykazała, że w badanych pomieszczeniach w drugim okresie badań (lipiec), gdy klimatyzacja była włączona, ogólna liczba izolowanych grzybów była większa niż podczas okresu pierwszego (ryc. 1-6). Występowała również duża różnorodność pod względem wyizolowanych rodzajów oraz gatunków grzybów. Najczęściej spotykanymi i notowanymi we wszystkich miejscach badań byli przedstawiciele *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* i *Cladosporium spp.* Rodzaje, takie jak: *Trichoderma*, *Phoma*, *Sclerotinia* występowały sporadycznie (tab. IV-VI). W pomieszczeniach klimatyzowanych w porównaniu z nieklimatyzowanymi znacząco wzrosła liczba grzybów z rodzaju *Cladosporium*.

W pomieszczeniach Banku Spółdzielczego we Lwówku Śląskim podczas pierwszego okresu badań dominowały grzyby z rodzaju *Penicillium*, a podczas drugiego *Cladosporium spp.*, które stanowiły ponad 60% ogółu wyizolowanych grzybów. Grzyby z rodzajów

Verticillium i *Mortierella* były izolowane tylko przy wyłączonej klimatyzacji. Grzyby z rodzajów *Candida*, *Rhizopus*, *Epicoccum* i *Alternaria* zostały natomiast wyizolowane tylko w okresie drugim badań, gdy działała klimatyzacja (tab. IV).

W pomieszczeniach Banku Zachodniego WBK w okresie, gdy była włączona klimatyzacja (drugi okres badań), najliczniej występowały grzyby z rodzaju *Cladosporium* – ponad 70% ogółu wyizolowanych kolonii. Grzyby z rodzajów *Rhodotorula*, *Rhizopus*, *Epicoccum*, *Botrytis* i *Alternaria* były izolowane z powietrza tylko podczas drugiego okresu badań, przy włączonej klimatyzacji. Natomiast przedstawiciele *Trichoderma spp.*, *Phoma spp.* i *Acremonium spp.* odnotowano tylko podczas pierwszego okresu badań (ryc. 3).

W pomieszczeniach Apteki „Ław Chlebowych”, głównie w pierwszym okresie badań, licznie występowały grzyby z rodzaju *Penicillium* – ponad 30% ogółu izolatów. W drugim okresie badań natomiast bardzo licznie izolowano z powietrza *Cladosporium spp.*, które stanowiło ponad 50% w wszystkich uzyskanych grzybów. Grzyby z rodzajów *Verticillium*, *Mortierella*, *Aspergillus*

Tabela IV: Ocena zanieczyszczeń mikologicznych powietrza na podłożu PDA w Banku Spółdzielczym we Lwówku Śląskim

Table IV: Evaluation of air mycological pollutions in selected rooms on Potato Dextrose Agar in Cooperative Bank Lwówek Śląski

Gatunek grzyba Fungus species	jtk/m ³ (jednostki tworzące kolonie/m ³) / CFU m ³ (colony forming unit/m ³)					
	Sala główna / The main hall		Biuro / Office		Toaleta / Toilet	
	I termin / I term	II termin / II term	I termin / term	II termin / I term	I termin / I term	II termin / II term
<i>Acremonium alternatum</i> Link	–	6	–	–	2	–
<i>Acremonium sp.</i>	5	–	–	–	–	–
<i>Alternaria alternata</i> Keissl.	–	8	–	–	–	–
<i>Aspergillus candidus</i> Link	1	–	–	–	–	–
<i>Aspergillus foetidus</i> Thom i Raper	2	3	–	–	–	–
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	6	–	6	–	–	–
<i>Candida albicans</i> Berkhout	–	6	–	–	–	1
<i>Cladosporium cladosporioides</i> de Vries	3	34	3	17	–	6
<i>Cladosporium herbarium</i> Link	–	15	–	–	–	–
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	–	–	–	–	–	16
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	–	7	–	–	–	–
<i>Mortierella pusilla</i> Oudem.	–	–	–	–	1	–
<i>Penicillium canescens</i> Sopp	–	–	4	–	–	–
<i>Penicillium commune</i> Thom	10	–	–	–	–	–
<i>Penicillium diversum</i> Raper i Fennel	9	–	–	–	–	–
<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	8	–	–	–	–	–
<i>Penicillium herquei</i> Bainier i Sartory	6	–	–	–	–	–
<i>Penicillium lanosum</i> Westling	–	–	–	1	–	–
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	10	–	1	–	–	–
<i>Penicillium restrictum</i> Gilman	9	–	–	–	–	–
<i>Penicillium tardum</i> Thom	–	1	–	1	–	–
<i>Penicillium verruculosum</i> Peyronel	3	–	–	3	1	–
<i>Rhizopus stolonifer</i> Vuill.	–	4	–	–	–	–
<i>Verticillium griseum</i> Gams	2	–	–	–	–	–
Kolnie niezarodnikujące (jasne) Non-sporulating colonies (bright)	2	–	–	–	–	2
Kolnie niezarodnikujące (ciemne) Non-sporulating colonies (dark)	–	5	–	–	–	–
Razem	72	89	14	22	4	25
Total	230					

i *Acremonium* występowały tylko w pierwszym okresie badań. Natomiast *Candida spp.*, *Sclerotinia spp.*, *Rhizopus spp.*, *Fusarium spp.* i *Alternaria spp.* były izolowane tylko w czasie, gdy była włączona klimatyzacja.

Nawięcej grzybów, w każdej instytucji izolowano z powietrza sal głównych w drugim okresie pobierania prób, najmniej natomiast w pierwszym okresie pobierania prób, w dwóch przypadkach z toalet oraz w jednej z magazynu.

Omówienie

Urządzenia klimatyzacyjne jeśli są odpowiednio serwisowane nie mają negatywnego wpływu na stan z zdrowia człowieka pod względem zanieczyszczeń mikologicznych powietrza. Jednak Charkowska [1] podaje, że źle zaprojektowana instalacja lub zanie-

dbania w jej konserwacji mogą doprowadzić do tego, że staną się one źródłem zanieczyszczeń m.in. mikologicznych.

Przeprowadzone badania nie wskazują, aby typ klimatyzatora lub jego marka miały wpływ na zanieczyszczenia mikologiczne powietrza w analizowanych pomieszczeniach. Podobnie donoszą Wu i in. [6], którzy stwierdzają, że wymienione czynniki nie mają wpływu na poziom zanieczyszczeń w klimatyzowanych pomieszczeniach.

Charkowska [1] donosi, że są elementy instalacji klimatyzacyjnej, których zanieczyszczenia mogą prowadzić do pogorszenia jakości powietrza wewnętrznego. Należą do nich m.in. powierzchnie przewodów, nawilżacze, obudowa urządzenia, a także chłodnice powietrza, wokół których odkryto duże stężenia bioaerozolu, a wśród nich zarodniki, takich grzybów jak: *Penicillium spp.*, *Cladosporium spp.* czy *Aspergillus spp.* Jak pokazały kolejne badania,

Tabela V: Ocena zanieczyszczeń mikologicznych powietrza na podłożu PDA w Banku Zachodnim WBK we Lwówku Śląskim

Table V: Evaluation of air mycological pollutions in selected rooms on *Potato Dextrose Agar* in West Bank WBK Lwówek Śląski

Gatunek grzyba Fungus species	jtk / m ³ (jednostki tworzące kolonie / m ³) / CFU / m ³ (colony forming unit / m ³)					
	Sala główna / The main hall		Obsługa klienta / Customer service		Toaleta / Toilet	
	I termin / I term	II termin / II term	I termin / I term	II termin / II term	I termin / I term	II termin / II term
<i>Acremonium alternatum</i> Link	–	–	5	–	–	–
<i>Alternaria alternata</i> Keissl.	–	4	–	5	–	–
<i>Aspergillus foetidus</i> Thom i Raper	3	–	6	–	2	–
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	4	5	–	–	–	–
<i>Aspergillus parasiticus</i> Speares	4	6	–	–	–	–
<i>Aspergillus spinulosus</i> Warcup	3	–	–	–	–	–
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	–	4	–	–	–	4
<i>Botrytis narcissicola</i> Kleb.	–	1	–	–	–	–
<i>Candida albicans</i> Berkhout	–	4	1	–	–	4
<i>Cladosporium cladosporioides</i> Vries	19	147	4	50	1	45
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	–	–	1	55	–	–
<i>Epicoecum nigrum</i> Link	–	2	–	–	–	–
<i>Fusarium culmorum</i> Sall.	20	–	–	–	–	1
<i>Mortierella humicola</i> Oudem.	–	–	–	–	3	–
<i>Mortierella monospora</i> Linnem	5	–	–	–	–	–
<i>Mortierella pusilla</i> Oudem.	8	–	–	–	–	–
<i>Penicillium adametzii</i> Zalessky	–	–	–	–	–	2
<i>Penicillium diversum</i> Raper i Fennel	–	16	–	–	–	–
<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	2	–	5	–	–	–
<i>Penicillium herquei</i> Bainier i Sartory	5	–	–	–	–	–
<i>Penicillium lanosum</i> Westling	7	–	–	–	1	–
<i>Penicillium chrysogenum</i> Westling	–	50	–	–	1	–
<i>Penicillium tardum</i> Thom	–	1	–	–	–	–
<i>Phoma chrysanthemicola</i> Hollós	–	–	4	–	–	–
<i>Phoma eupyrena</i> Oudem.	–	1	–	–	–	–
<i>Rhizopus stolonifer</i> Vuill	–	–	–	5	–	–
<i>Rhodotorula rubra</i> Harrison	–	–	–	3	–	–
<i>Trichoderma koningii</i> Oudem.	–	–	–	–	1	–
Kolnie niezarodnikujące (jasne) Non-sporulating colonies (bright)	6	–	–	–	–	–
Razem	86	241	26	118	9	56
Total	536					

przepływające przez chłodnice powietrze powoduje przesunięcie bioaerozolu na dalsze części urządzenia – węzownice.

Wyniki badań Miaśkiewicz-Pęski [13] wykazały, że zasiedlone przez mikroorganizmy przewody i centrale są źródłem zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego. Potwierdziły również, że rozwojowi mikroorganizmów w przewodach wentylacyjnych sprzyjają stosowane nocne i/lub w weekendowe przerwy w pracy instalacji. Nagły przepływ powietrza o dużej prędkości powoduje odrywanie nagromadzonego materiału i roznoszenie go po obsługuwanym pomieszczeniu. Takie zjawisko jest szczególnie nasilone po dłuższej przerwie niedziałania instalacji (np. po okresie zimowym).

Najczęściej izolowanymi z powierzchni filtrów rodzajami grzybów są *Alternaria*, *Acremonium*, *Cladosporium* oraz *Penicillium* [6].

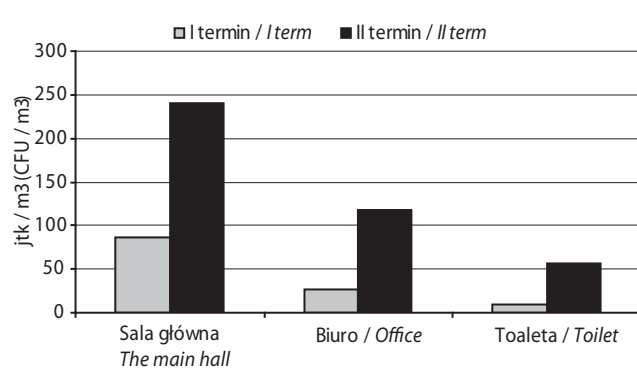
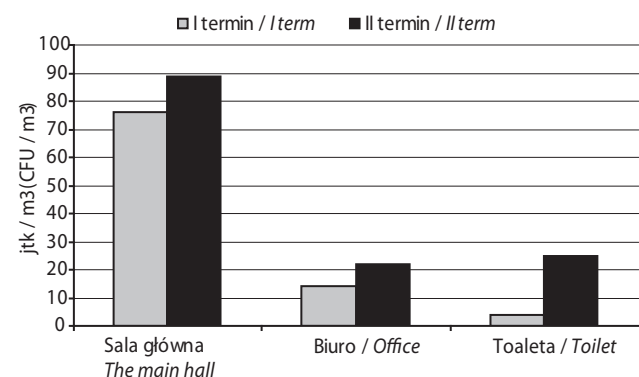
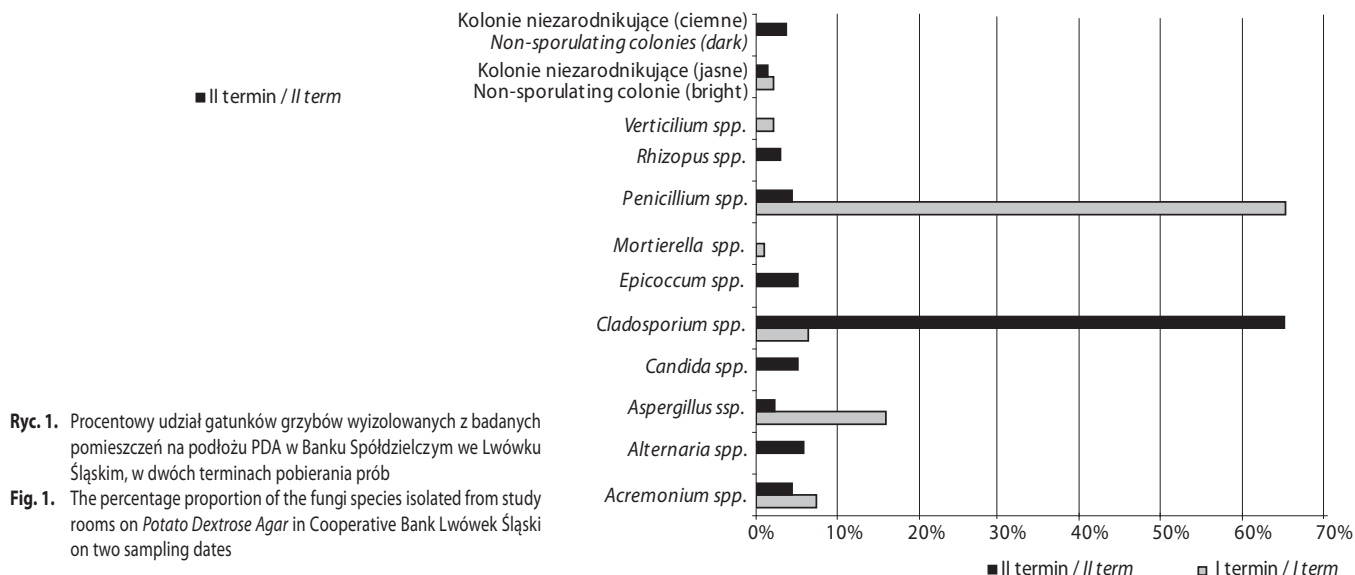
Rodzaje tych grzybów najczęściej były izolowane w badanych pomieszczeniach z włączoną klimatyzacją. Analiza wyników przeprowadzonych badań wykazała, że w czasie używania klimatyzacji wzrosła liczba zarodników w pomieszczeniach. W badanych pomieszczeniach nie stwierdzono jednak przekroczenia kryterium podanego przez WHO (*World Health Organization*), która wynosi 500 jtk/m³.

Z przeprowadzonych wyników badań wynika, że typ użytkowy pomieszczenia, jego metraż, włączenie lub nie klimatyzacji oraz liczba osób przebywających w pomieszczeniu ma wpływ na jakość mikologiczną powietrza. Najwięcej grzybów we wszystkich instytucjach izolowano z powietrza sal głównych, gdy klimatyzacja nie działała. Pomieszczenia te cechowały się największą liczbą

Tabela VI: Ocena zanieczyszczeń mikologicznych powietrza na podłożu PDA w Aptece „Ław Chlebowych” we Lwówku Śląskim

Table VI: Evaluation of air mycological pollutions in selected rooms on *Potato Dextrose Agar* in Pharmacy “Lavrov bread” in Lwówek Śląski

Gatunek grzyba <i>Fungus species</i>	jtk / m ³ (jednostki tworzące kolonie / m ³) / CFU / m ³ (<i>colony forming unit</i> / m ³)							
	Drugie piętro / <i>Second Floor</i>		Magazyn / <i>Magazine</i>		Sala główna / <i>The main hall</i>		Toaleta / <i>Toilet</i>	
	I termin <i>I term</i>	II termin <i>II term</i>	I termin <i>I term</i>	II termin <i>II term</i>	I termin <i>I term</i>	II termin <i>II term</i>	I termin <i>I term</i>	II termin <i>II term</i>
<i>Acremonium sp.</i>	3	–	–	–	–	–	–	–
<i>Acremonium strictum</i> Gams	3	–	–	–	–	–	1	–
<i>Alternaria alternata</i> Keissl.	–	2	–	–	–	9	–	4
<i>Aspergillus alliaceus</i> Thom i Church	–	–	–	–	7	–	–	–
<i>Aspergillus parasiticus</i> Speare	–	–	–	–	8	–	–	–
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	1	19	–	–	6	2	1	–
<i>Botrytis naveissicola</i> Kleb.	–	–	–	–	–	6	–	–
<i>Candida albicans</i> Berkhout	–	2	–	–	–	–	–	–
<i>Cladosporium cladosporioides</i> de Vries	6	6	–	46	12	32	–	8
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	–	11	–	–	–	12	2	12
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	–	1	–	15	–	8	–	3
<i>Fusarium poae</i> Wollenw.	–	–	–	2	–	–	–	–
<i>Mortierella humicola</i> Oudem.	–	–	3	–	–	–	–	–
<i>Mortierella monospora</i> Linnem.	–	–	–	–	2	–	–	–
<i>Mortierella pusilla</i> Oudem.	2	–	–	–	–	–	2	–
<i>Penicillium cancenses</i> Sopp	–	–	–	–	7	–	–	–
<i>Penicillium commune</i> Thom	–	–	–	–	1	–	–	–
<i>Penicillium duclauxi</i> Delacr.	–	–	–	–	2	–	–	–
<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	–	–	–	–	8	–	–	–
<i>Penicillium herquei</i> Baineir i Sartory	–	–	–	–	–	1	–	–
<i>Penicillium jenseni</i> Zalessky	–	–	3	–	–	1	–	–
<i>Penicillium purpurogenum</i> Fleroff	–	7	–	–	–	–	–	–
<i>Penicillium restrictum</i> Gilman	6	–	–	–	–	–	2	–
<i>Penicillium rugulosum</i> Thom	–	–	–	–	1	–	2	2
<i>Penicillium tardum</i> Thom	–	–	5	3	–	–	–	–
<i>Rhizopus stolonifer</i> Vuill.	–	4	–	–	–	3	–	–
<i>Rhodotorula glutinis</i> Harrison	–	2	–	–	–	–	6	–
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Purdy	–	4	–	–	–	–	–	–
<i>Verticillium griseum</i> Gams	–	–	–	–	2	–	–	–
Kolnie niezarodnikujące (jasne) <i>Non-sporulating colonies (bright)</i>	–	1	2	–	–	–	6	–
Razem Total	21	59	13	66	56	74	22	29
	311							

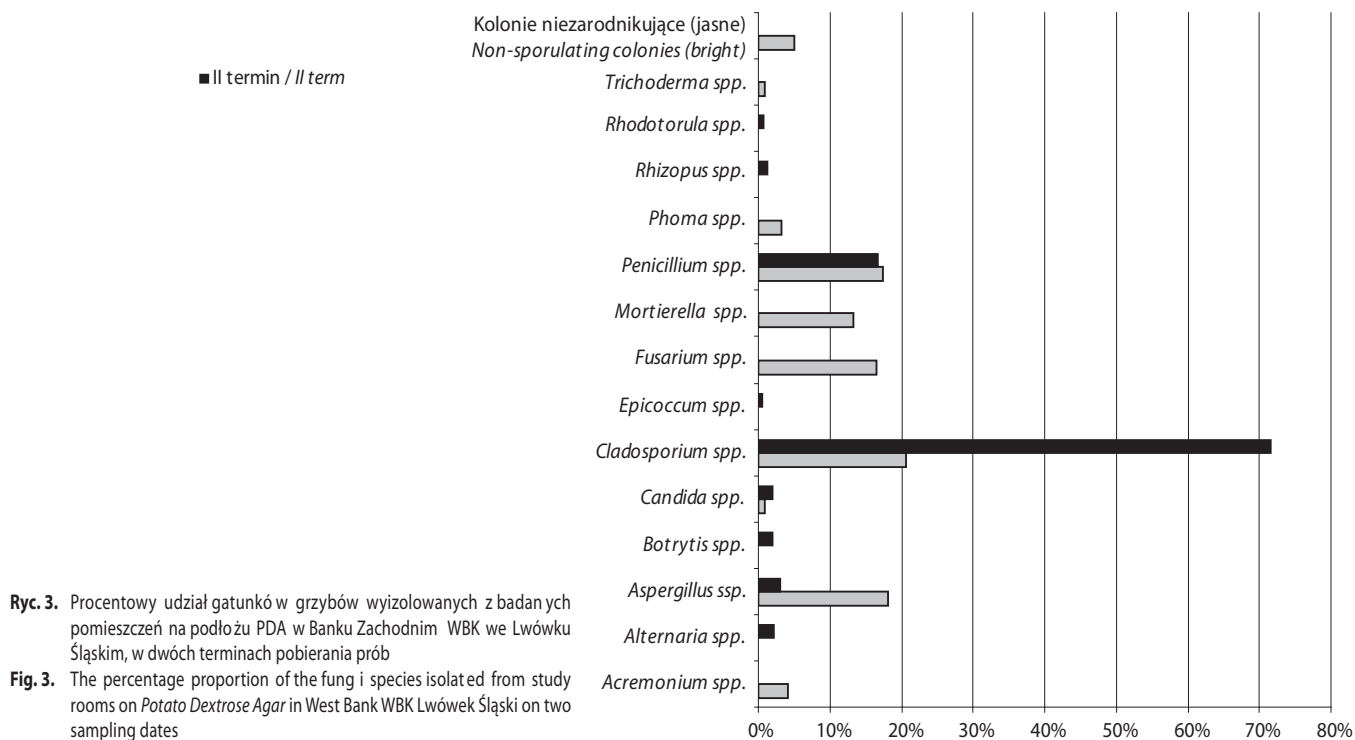


Ryc. 2. Ogólna liczba gatunków grzybów wyizolowanych z badanych pomieszczeń na podłożu PDA w Banku Spółdzielczym we Lwówku Śląskim, w dwóch terminach pobierania prób

Fig. 2. Total species of fungi isolated from study rooms on *Potato Dextrose Agar* in Cooperative Bank Lwówek Śląski on two sampling dates

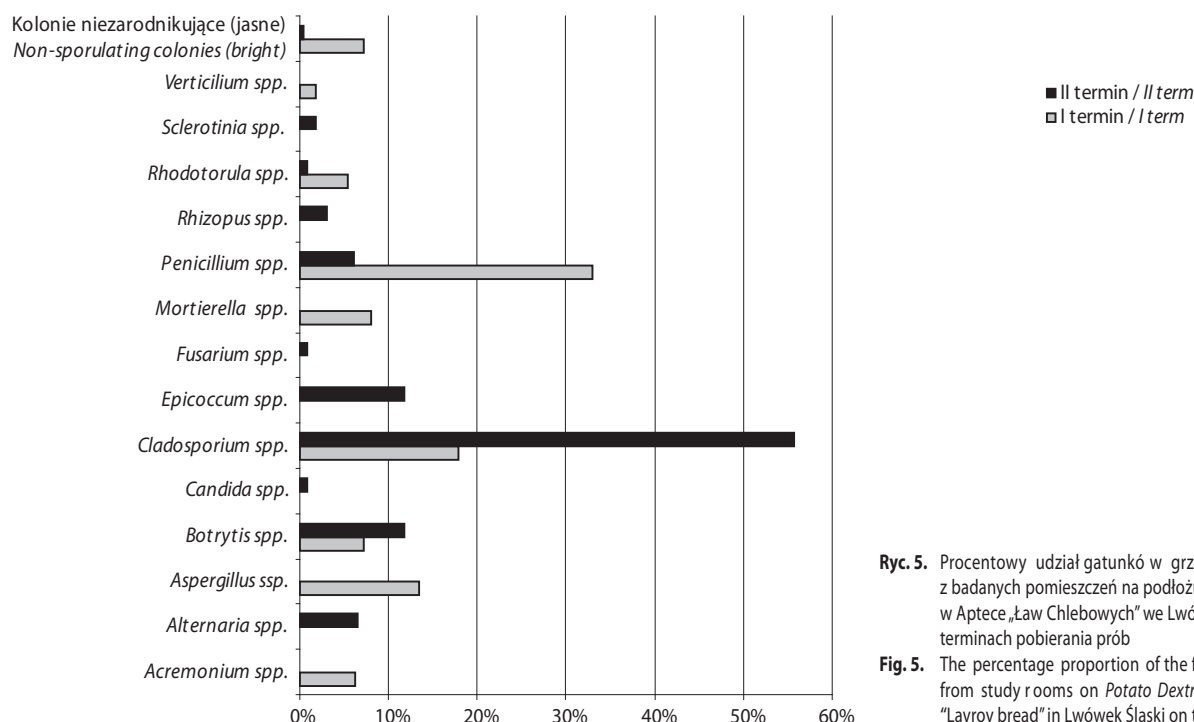
Ryc. 4. Ogólna liczba gatunków grzybów wyizolowanych z badanych pomieszczeń na podłożu PDA w Banku Zachodnim WBK we Lwówku Śląskim, w dwóch terminach pobierania prób

Fig. 4. Total species of fungi isolated from study rooms on *Potato Dextrose Agar* in West Bank WBK Lwówek Śląski on two sampling dates



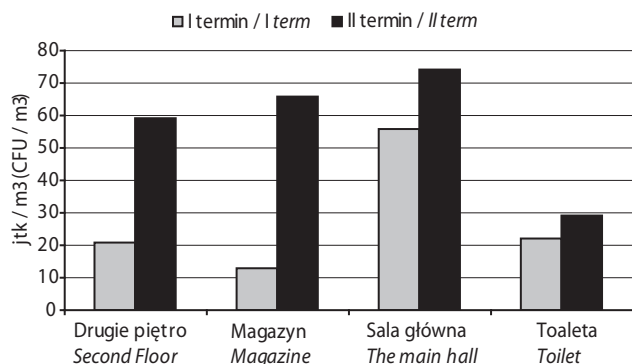
Ryc. 3. Procentowy udział gatunków w grzybów wyizolowanych z badanych pomieszczeń na podłożu PDA w Banku Zachodnim WBK we Lwówku Śląskim, w dwóch terminach pobierania prób

Fig. 3. The percentage proportion of the fungi species isolated from study rooms on *Potato Dextrose Agar* in West Bank WBK Lwówek Śląski on two sampling dates



Ryc. 5. Procentowy udział gatunków w grzybów wyizolowanych z badanych pomieszczeń na podłożu PDA na podłożu PDA w Aptece „Ław Chlebowych” we Lwówku Śląskim, w dwóch terminach pobierania prób

Fig. 5. The percentage proportion of the fungus species isolated from study rooms on Potato Dextrose Agar in Pharmacy "Lavrov bread" in Lwówek Śląski on two sampling dates



Ryc. 6. Ogólna liczba gatunków w grzybów wyizolowanych z badanych pomieszczeń na podłożu PDA w Aptece „Ław Chlebowych” we Lwówku Śląskim, w dwóch terminach pobierania prób

Fig. 6. Total species of fungi isolated from study rooms on Potato Dextrose Agar in Pharmacy "Lavrov bread" in Lwówek Śląski on two sampling dates

stałe przebywających pracowników oraz poza Apteką największym metrażem. Najmniej grzybów otrzymano w pierwszym terminie pobierania prób (z toalet w Bankach i w magazynie w Aptece). Pomieszczenia te cechowały się małą liczbą przebywających w nich osób oraz w przypadku toalet brakiem klimatyzacji. Potwierdza to doniesienia Krajewskiej-Kuśak i wsp. [14], którzy podają, że do najważniejszych czynników warunkujących czystość mikologiczną powietrza należą: obszar geograficzny, pora roku, rodzaj pomieszczenia (otwarte, zamknięte), jak i typ użytkowy pomieszczenia (pokój pracowniczy, fabryka, placówka ochrony zdrowia).

W pomieszczeniach zamkniętych najczęściej występują grzyby z rodzajów *Aspergillus*, *Cladosporium* i *Penicillium*, a w mniejszych ilościach *Acremonium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Botrytis*, *Rhizopus*, *Stachybotrys*, *Candida* oraz inne [4, 15-18]. W badanych pomieszczeniach nie występował tylko rodzaj *Stachybotrys*.

Grzybami chorobotwórczymi najczęściej izolowanymi z powietrza w badanych lokalizacjach były *Alternaria alternata*, *Aspergillus*

spp., *Cladosporium spp.*, *Penicillium spp.* i *Rhizopus stolonifer*. Stanowiły one w badanych pomieszczeniach znaczną większość izolowanych grzybów. Większość tych rodzajów powoduje infekcje dopiero przy obniżonej odporności organizmu gospodarza. Ze względu na to, iż zarodniki grzybów są mniejsze niż np. pyłki roślinne, mają one większą zdolność penetracji w głąb dróg oddechowych, powodując różnego rodzaju choroby układu oddechowego. Charkowska [1] wykazała, że zawarte w powietrzu zarodniki i strzępki grzybów zawierają nie tylko różnego rodzaju toksyny, ale również antybiotyki i halucynogeny, które są przyczyną wielu chorób. Wdychanie tych fragmentów może prowadzić do zaburzeń w działaniu układu immunologicznego, neurologicznego czy też do różnego rodzaju zatrucia.

Zyska [15] podaje, że niektóre gatunki grzybów występujące w powietrzu wewnętrznym, na materiałach technicznych oraz w żywności mogą wytwarzać mikotoksyny. W badanych pomieszczeniach występowały także rodzaje grzybów, które mogą potencjalnie wytwarzać toksyny, np. *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*.

Bardzo ważne jest utrzymywanie urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych w czystości. Jak twierdzi Charkowska [1], systematyczne usuwanie zanieczyszczeń w elementach klimatyzacji pozwoli na ograniczenie nasilenia występowania grzybów w powietrzu wewnętrznym. Wydaje się również, że praca urządzeń klimatyzacyjnych w trybie ciągłym, a więc bez przerw, może ograniczyć emisję drobnoustrojów do wnętrza pomieszczenia [13]. W praktyce ciągła praca urządzenia nie jest jednak możliwa, ponieważ wiąże się z ogromnymi kosztami i znacznym zużyciem energii elektrycznej.

Wnioski

1. Klimatyzacja przyczynia się do większego zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego zarodnikami i strzępkami grzybów strzępkowych, głównie z rodzaju *Cladosporium*.
2. Powietrze badanych pomieszczeń klimatyzowanych nie było silnie zanieczyszczone przez grzyby strzępkowe i drożdżako-

wych, dlatego czystość powietrza w tych pomieszczeniach można uznać za dobrą.

3. Uzyskane wyniki wskazują, że typ klimatyzatora lub jego marka nie mają wpływu na stan zanieczyszczenia powietrza zarodnikami grzybów.

Piśmiennictwo

1. Charkowska A.: *Zanieczyszczenia w instalacjach klimatyzacyjnych i metody ich usuwania*. Wyd. IPPU MASTA, 2003, 1-60.
2. Ogórek R., Pląskowska E.: *Analiza mikologiczna powietrza wybranych pomieszczeń użytku publicznego. Doniesienie wstępne*. Mikol. Lek., 2011, 18, 24-29.
3. Rapijko P.: *Aerobiologia medyczna, Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2003*. Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji, Warszawa, 2003, 273-283.
4. Miklaszewska B., Grajewski J.: *Patogenne i alergogenne grzyby pleśniowe w otoczeniu człowieka*. Alergeny 2/05. Wyd. Alergologiczne „Zdrowie”, 2005, 45-50.
5. Wu P.C., Li Y., Lee C.: *Changing microbial concentrations are associated with ventilation performance in Taiwan's air-conditioned office buildings*. Indoor Air 15, 2005, 19-25.
6. Price D.: *Mold colonization during use of preservative-treated and untreated air filters, including HEPA filters from hospitals and commercial locations over an 8-year period (1996-2003)*. J. Ind. Microbiol. Biotechnol., 2005, 32, 319-321.
7. Lebkowska M.: *Rola mikroorganizmów w niszczeniu materiałów użytkowych, Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2003*. Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji, Warszawa, 2003, 141-159.
8. Muszyński A., Czerwińska A., Chruślińska I.: *Ocena jakości powietrza wewnętrznego pod względem mikrobiologicznym w pomieszczeniach dydaktycznych Wydziału Inżynierii Środowiska PW*. Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2005, Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji, Warszawa, 2005, 141-150.
9. Raper K.B., Fennel D.: *The genus Aspergillus*. The Williams and Wilkins Company, Baltimore, 1965, 1-450.
10. Raper K.B., Thom C.: *A manual of Penicillia*. Hefner Publishing Company, New York and London, 1968, 1-800.
11. Sutton B.C.: *Coleomyces*, Commonwealth mycological Institute, KEW SURREY, England, 1980, 1-400.
12. Nelson P.E., Toussoun T.A., Marasas W.F.O.: *Monografia Fusarium Species. An Illustrated Manual for Identification*, The Pennsylvania State University, 1972, 1-80.
13. Miśkiewicz-Peska E.: *Mikroorganizmy w osadach występujących w instalacjach wentylacyjno-klimatyzacyjnych, Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2007*. Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji, Warszawa, 2007, 159-168.
14. Krajewska-Kulak E., Gniadek A., Kantor A. i wsp.: *Analiza występowania patogenów grzybiczych w powietrzu oddziału opieki dermatologicznej. Doniesienie wstępne*. Mikol. Lek., 2010, 17, 21-29.
15. Zyska B.: *Mikologiczne środowisko budynków mieszkalnych i gmachów użyteczności publicznej oraz pomieszczeń wybranych gałęzi przemysłu, ze szczególnym uwzględnieniem taksonomii grzybów, Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2003*. Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji, Warszawa, 2003, 381-412.
16. Mędrała-Kuder E.: *Znaczenie wentylacji w rozprzestrzenianiu zarodników grzybów w powietrzu w sali ćwiczeń, Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2007*. Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji, Warszawa, 2007, 145-157.
17. Ogórek R., Kalinowska K., Pląskowska E., Baran E., Moszczyńska E.: *Mycological air pollutions on different culture mediums in selected rooms a dermatology department. Part I*. Mikol. Lek., 2011, 18, 30-38.
18. Ogórek R., Kalinowska K., Pląskowska E., Baran E., Matkowski K.: *Mycological air pollutions on different culture mediums in selected rooms a dermatology department. Part II*. Mikol. Lek., 2011, 18, 79-86.

Praca wpłynęła do Redakcji: 2011.11.16.

Zaakceptowano do druku: 2011.11.25.