

Alina Buczyńska¹

Marcin Cyprowski¹

Małgorzata Piotrowska²

Irena Szadkowska-Stańczyk¹

GRZYBY PLEŚNIOWE W POWIETRZU POMIESZCZEŃ BIUROWYCH — WYNIKI INTERWENCJI ŚRODOWISKOWEJ

INDOOR MOULDS: RESULTS OF THE ENVIRONMENTAL STUDY IN OFFICE ROOMS

¹ Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź

² Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii

Politechnika Łódzka, Łódź

STRESZCZENIE

Wstęp: Celem badań była identyfikacja ilościowa i jakościowa grzybów pleśniowych występujących w powietrzu wybranych pomieszczeń biurowych. **Materiał i metody:** Badania przeprowadzono w okresie zimowym w czterech pomieszczeniach biurowych noszących ślady zawilgocenia oraz w pomieszczeniu kontrolnym. Próby powietrza pod kątem oceny zanieczyszczenia mikologicznego pobrano w trzech powtórzeniach, bezpośrednio na płytki agarowe (pożywka MEA) z wykorzystaniem pobornika firmy Burkard. Ocenę jakościową grzybów pleśniowych przeprowadzono na podstawie cech morfologicznych kolonii oraz obrazu mikroskopowego. **Wyniki:** Ogólna liczba grzybów pleśniowych oznaczonych w powietrzu pomieszczeń biurowych nie przekraczała 4×10^2 cfu/m³. Najwyższe stężenie grzybów ($3,44 \times 10^2$ cfu/m³) stwierdzono w pomieszczeniu pełniącym funkcję archiwum i było ono ponaddziesięciokrotnie wyższe od stężenia oznaczonego w pomieszczeniu kontrolnym ($0,33 \times 10^2$ cfu/m³). Analiza jakościowa wyizolowanych grzybów pleśniowych wykazała obecność 15 gatunków. Wśród nich występowały gatunki stanowiące potencjalne zagrożenie dla zdrowia pracowników ze względu na wytwarzanie mikotoksyn i działanie alergizujące. Należały do nich: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus ochraceus*, *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. i *Alternaria* spp. **Wnioski:** Tylko w jednym z badanych pomieszczeń biurowych (archiwum) stężenie grzybów pleśniowych nieznacznie przekroczyło wartość referencyjną. Ze względu na potrzebę ochrony zdrowia pracowników wykonujących czynności zawodowe w tym pomieszczeniu, dokumentacja stanowiąca miejsce bytowania i rozwoju grzybów pleśniowych powinna zostać przeniesiona do oddzielnego pomieszczenia. Zgłaszane przez pracowników dolegliwości ze strony układu oddechowego mogły być związane ze stężeniami i rodzajem pleśni w pomieszczeniach. Med. Pr. 2007;58(6):521–525

Słowa kluczowe: pomieszczenia biurowe, narażenie zawodowe, grzyby pleśniowe

ABSTRACT

Background: The aim of the study was to quantitatively and qualitatively identify moulds occurring in the air of selected office rooms. **Material and Methods:** The study was conducted in the wintertime inside four office rooms with moisture trace and one control room. To assess mycological contamination of the air, triple samples were directly collected on Petri dishes (Malt Extract Agar medium) using a Burkard air sampler. Qualitative evaluation of moulds was based on the microscopic view and morphological features of colonies. **Results:** Total number of moulds determined in the air of office rooms did not exceed the level of 4×10^2 cfu/m³. The highest concentration of moulds (3.44×10^2 cfu/m³) was found in the room that was also used as an archive. It was over tenfold higher than in the control room (0.33×10^2 cfu/m³). The qualitative analysis of moulds showed the presence of 15 species. Some of them, including *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus ochraceus*, *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. and *Alternaria* spp., are recognized as potential health hazards to workers due to the production of mycotoxins and allergic reactions. **Conclusions:** The archive was the only room, where concentration of moulds slightly exceeded the reference value. To protect the health of workers who perform their duties in this place, the documents, which are an ideal place of mould growth, should be moved to a separate room. Respiratory complaints reported by workers could be associated with concentrations and species of moulds found in the office rooms under study. Med Pr 2007;58(6):521–525

Key words: office premises, occupational exposure, moulds

Adres autora: ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: alina@imp.lodz.pl

Nadesłano: 29.10.2007

Zatwierdzono: 30.11.2007

WSTĘP

Grzyby stanowią jedną z grup czynników biologicznych powszechnie występujących zarówno w środowisku pracy, jak i środowisku komunalnym. Liczne gatunki grzybów działają na ludzi alergizująco, toksycznie bądź zakaźnie.

Ekspozycja na te mikroorganizmy może prowadzić do wystąpienia wielu niekorzystnych i poważnych skutków zdrowotnych, np. alergii, grzybic czy reakcji toksycznych. Do grup zawodowych szczególnie narażonych na szkodliwe działanie grzybów pleśniowych należą

pracownicy przemysłu rolno-spożywczego, pracownicy muzeów, bibliotek i archiwów oraz konserwatorzy dzieł sztuki. Grupę narażoną mogą stanowić również pracownicy biurowi (1–5). W przypadku pomieszczeń biurowych źródłem zagrożeń mikologicznych mogą być zanieczyszczone przewody wentylacyjno-klimatyzacyjne, zbiory, osiadający kurz, a także drewniane regały i przegrody budowlane.

Celem badań było dokonanie oceny zanieczyszczenia powietrza grzybami pleśniowymi w pomieszczeniach biurowych na podstawie ilościowej i jakościowej analizy grzybów w pobranych próbach.

MATERIAŁ I METODY

Pomieszczenia biurowe

Do badań przystąpiło przedsiębiorstwo, którego pracownicy zgłaszali dolegliwości ze strony układu oddechowego (suchy kaszel, duszność, ucisk w klatce piersiowej), częste podrażnienie oczu, nawracające bóle głowy oraz uczucie zmęczenia niezwiązane z wysiłkiem fizycznym.

Badania przeprowadzono w czterech pomieszczeniach biurowych znajdujących się w części budynku, w której wyczuwalny był zapach charakterystyczny dla pomieszczeń zawilgoconych oraz w pomieszczeniu kontrolnym (pomieszczenie nr 5) znajdującym się w innej części tego samego budynku. Charakterystykę pomieszczeń przedstawiono w tabeli 1.

Pobór prób

Badania przeprowadzono w grudniu 2006 r. Próby powietrza pobrano w trzech powtórzeniach pobornikiem Burkard Air Sampler, bezpośrednio na płytce agarowej (pożywka MEA — Malt Extract Agar) o średnicy 90 mm, w czasie 1 i 3 min, przy zachowaniu przepływu 20 l/min, co pozwalało na pobranie odpowiednio 20 l

i 60 l powietrza. Bezpośrednio po pobraniu próby zostały przetransportowane do laboratorium analitycznego.

Analiza mikologiczna prób

Próby inkubowano przez 5 dni w temperaturze 30°C. Z kolonii wyrosłych na pożywce MEA izolowano czyste kultury grzybów pleśniowych i wysiewano je na pożywkę Czapka, a następnie inkubowano w warunkach podanych wyżej. Ocenę jakościową grzybów pleśniowych przeprowadzono na podstawie cech morfologicznych kolonii oraz obrazu mikroskopowego (6–15).

WYNIKI

Liczba grzybów pleśniowych w powietrzu badanych pomieszczeń biurowych wynosiła od $0,33 \times 10^2$ do $3,34 \times 10^2$ cfu/m³ (wartości średnie z trzech pomiarów) (tab. 2.). Zanieczyszczenie powietrza wewnątrz budynku było niższe niż na zewnątrz (powietrze atmosferyczne), gdzie liczbę pleśni oznaczono na poziomie $5,76 \times 10^2$ cfu/m³.

Najwyższe stężenie grzybów pleśniowych oznaczono w pomieszczeniu 3. ($3,44 \times 10^2$ cfu/m³), pełniącym funkcję archiwum (otwarte półki z segregatorami). Było ono ponaddziesięciokrotnie wyższe od stężenia grzybów oznaczonego w pomieszczeniu kontrolnym ($0,33 \times 10^2$ cfu/m³). W próbach powietrza pobranych w pomieszczeniach 1., 2. i 4. uzyskano porównywalne wyniki, nieprzekraczające 3×10^2 cfu/m³.

W tabeli 3. przedstawiono wyniki analizy jakościowej pobranych prób, uwzględniającej identyfikację gatunkową grzybów pleśniowych występujących w powietrzu oraz udział procentowy poszczególnych gatunków w ogólnej puli wyizolowanych grzybów.

W próbach powietrza pobranych w pomieszczeniu 1. stwierdzono obecność pięciu gatunków grzybów z dominacją *Penicillium chrysogenum* (65%) i *Cladosporium cladosporioides* (13%). Z kolei w pomieszczeniu 2. wyizolowano siedem gatunków grzybów pleśniowych,

Tabela 1. Charakterystyka pomieszczeń biurowych objętych badaniem

Table 1. Characteristics of office rooms under study

Pomieszczenie Office room	Liczba pracowników No of employees	Powierzchnia Surface [m ²]	Temperatura Temperature [°C]	Wilgotność Humidity [%]	Stężenie CO ₂ Concentration of CO ₂ [ppm]
1	1	15	26,1	50,2	900
2	6	60	22,0	54,9	1380
3	7	55	21,6	55,8	1416
4	4	26	21,2	53,7	1300
5	5	37	22,8	26,1	1370

Tabela 2. Analiza ilościowa zanieczyszczenia powietrza grzybami pleśniowymi

Table 2. Quantitative analysis of indoor moulds in office rooms

Pomieszczenie Office room	Średnie stężenie grzybów pleśniowych Average concentration of moulds [cfu/m ³]
1	$2,70 \times 10^2$
2	$2,92 \times 10^2$
3	$3,44 \times 10^2$
4	$2,92 \times 10^2$
5	$0,33 \times 10^2$

Tabela 3. Gatunki grzybów pleśniowych występujące w powietrzu pomieszczeń biurowych
Table 3. Species of indoor moulds in office rooms

Miejsce poboru próby Sampling point	Gatunki grzybów pleśniowych Species of moulds	Stężenie Concentration [cfu/m ³]	Udział % w pomieszczeniach % fraction
Pomieszczenie 1 Room 1	<i>Penicillium chrysogenum</i>	1,75×10 ²	65
	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,36×10 ²	13
	<i>Aspergillus sydowii</i>	0,23×10 ²	11
	<i>Aspergillus versicolor</i>	0,29×10 ²	9
	<i>Botrytis cinerea</i>	0,06×10 ²	2
Pomieszczenie 2 Room 2	<i>Penicillium chrysogenum</i>	1,52×10 ²	52
	<i>Aspergillus sydowii</i>	0,17×10 ²	12
	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	0,34×10 ²	12
	<i>Botrytis cinerea</i>	0,23×10 ²	8
	<i>Aspergillus versicolor</i>	0,35×10 ²	8
	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,24×10 ²	6
	<i>Aspergillus ustus</i>	0,06×10 ²	2
Pomieszczenie 3 Room 3	<i>Aspergillus versicolor</i>	1,04×10 ²	30
	<i>Penicillium chrysogenum</i>	0,70×10 ²	20
	<i>Acremonium strictum</i>	0,58×10 ²	17
	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,35×10 ²	10
	<i>Aspergillus sydowii</i>	0,29×10 ²	9
	<i>Aspergillus fumigatus</i>	0,17×10 ²	7
	<i>Aspergillus ustus</i>	0,06×10 ²	5
Pomieszczenie 4 Room 4	<i>Fusarium spp.</i>	0,24×10 ²	2
	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,59×10 ²	38
	<i>Acremonium strictum</i>	0,18×10 ²	20
	<i>Humicola grisea</i>	0,18×10 ²	14
	<i>Penicillium chrysogenum</i>	1,12×10 ²	10
	<i>Penicillium funiculosum</i>	0,40×10 ²	6
	<i>Acremonium butyrii</i>	0,29×10 ²	6
	<i>Aspergillus ochraceus</i>	0,06×10 ²	4
Pomieszczenie 5 Room 5	<i>Aspergillus sydowii</i>	0,12×10 ²	2
	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,21×10 ²	66
	<i>Acremonium butyrii</i>	0,06×10 ²	17
	<i>Penicillium chrysogenum</i>	0,06×10 ²	17

wśród których, podobnie jak w pomieszczeniu 1., dominował *Penicillium chrysogenum*, który stanowił 52% ogólnej liczby oznaczonych grzybów. W próbach powietrza pobranych w pomieszczeniu 3. wyizolowano osiem gatunków grzybów należących do rodzaju *Acremonium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, i *Cladosporium*. Wśród mikroflory stwierdzono również obecność patogenego gatunku *Aspergillus fumigatus*, który występował w liczbie 0,52×10² cfu/m³. Dominujące gatunki grzybów stanowiły: *Aspergillus versicolor* (30%), *Penicillium chrysogenum* (20%) oraz *Acremonium strictum* (17%). Analiza powietrza pobranego w pomieszczeniu 4. wykazała obecność ośmiu gatunków grzybów, wśród których

dominowały *Penicillium chrysogenum* (38%) oraz *Cladosporium cladosporioides* (20%).

Spośród badanych pomieszczeń powietrze pobrane w pomieszczeniu 5. (kontrola) było najmniej zanieczyszczone przez grzyby pleśniowe. Łącznie oznaczono tylko trzy gatunki grzybów, wśród których dominował *Cladosporium cladosporioides* (66%).

Skład mikroflory powietrza zewnętrznego (tło) był bardzo bogaty. Wyizolowano łącznie 11 gatunków grzybów, wśród których w największej liczbie występował *Cladosporium cladosporioides* (40%). Rodzaj mikroflory wewnątrz pomieszczeń oraz na zewnątrz budynku był zbliżony, z przewagą tych samych gatunków grzybów.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badania środowiskowe obejmujące ocenę zanieczyszczenia powietrza grzybami pleśniowymi przeprowadzono w pomieszczeniach biurowych jednej z łódzkich spółek handlowych. Wizja lokalna pomieszczeń wykazała, że cztery pomieszczenia znajdujące się w niewentylowanej części budynku nosiły wyraźne ślady zawilgocenia sprzyjające rozwojowi pleśni (intensywne skraplanie pary na szybach, zapach stęchlizny, wilgotność powietrza powyżej 50%), co potwierdziły wyniki przeprowadzonych badań mikologicznych. Średnie stężenie grzybów pleśniowych w powietrzu pobranym wewnątrz tych pomieszczeń wahało się od $2,70 \times 10^2$ do $3,44 \times 10^2$ cfu/m³ i było około dziesięciokrotnie wyższe niż w pomieszczeniu kontrolnym (pomieszczenie biurowe, klimatyzowane, wilgotność powietrza 26%).

Ze względu na brak obowiązujących kryteriów oceny narażenia na czynniki biologiczne na stanowiskach pracy, jak również ogólnie uznanych wartości normatywnych, do interpretacji uzyskanych wyników jako wartość referencyjną dla ogólnej liczby grzybów pleśniowych przyjęto (za Krzysztofikiem i Górnym) $2,0 \times 10^2$ cfu/m³, a w przypadku dominacji *Cladosporium* — $3,0 \times 10^2$ cfu/cm³ (12,16). Wziąwszy pod uwagę wartości średnie stężenia grzybów pleśniowych oznaczonych w pobranych próbach, wartość referencyjna została nieznacznie przekroczona w pomieszczeniu pełniącym funkcję archiwum, w którym liczba grzybów pleśniowych oznaczona została na poziomie $3,44 \times 10^2$ cfu/m³ powietrza.

Z prób powietrza pobranych w pomieszczeniach biurowych wyizolowano łącznie 15 gatunków grzybów, należących do 12 rodzajów. Najwięcej gatunków grzybów oznaczono w pomieszczeniu pełniącym funkcję archiwum, w tym patogenny gatunek *Aspergillus fumigatus* ($0,52 \times 10^2$ cfu/m³), który może być przyczyną alergii oraz choroby układu oddechowego o charakterze immunotoksycznym — aspergilozy (17).

Wśród grzybów pleśniowych stwierdzono występowanie powszechnych gatunków saprofitycznych, a także gatunków stanowiących potencjalne zagrożenie dla pracowników ze względu na wytwarzanie mikotoksyn i działanie alergizujące. Do tych gatunków należą: *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus ochraceus*, *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. i *Alternaria* spp. Inne z oznaczonych grzybów mogą być przyczyną oportunistycznych mikoz (8).

Spośród grzybów pleśniowych występujących w powietrzu badanych pomieszczeń biurowych tylko grzyb *Aspergillus fumigatus* znajduje się w wykazie szkodliwych czynników biologicznych w miejscu pracy (DzU z 2005 r.

nr 81, poz. 716). Zgodnie z definicją zawartą w rozporządzeniu, czynnik ten może wywoływać choroby u ludzi, ale zazwyczaj istnieją w stosunku do niego skuteczne metody profilaktyki i leczenia (2. grupa zagrożenia).

WNIOSKI

1. Najwyższe stężenie grzybów pleśniowych przekraczające wartość referencyjną stwierdzono w pomieszczeniu biurowym pełniącym funkcję archiwum.
2. Mając na uwadze ochronę zdrowia pracowników wykonujących czynności zawodowe w tym pomieszczeniu, zalecono, aby dokumentacja, będąca miejscem bytowania i rozwoju grzybów pleśniowych, została przeniesiona do oddzielnego pomieszczenia, w którym nie przebywają pracownicy.
3. Analiza jakościowa grzybów pleśniowych w powietrzu pomieszczeń biurowych wykazała obecność gatunków stanowiących potencjalne zagrożenie dla pracowników ze względu na wytwarzanie mikotoksyn i działanie alergizujące. Uznano, że dolegliwości zgłaszane przez pracowników mogły mieć związek z warunkami pracy w odniesieniu do jakości powietrza w pomieszczeniach.
4. Wysoka wilgotność w pomieszczeniach biurowych sprzyjająca rozwojowi grzybów pleśniowych wskazuje na konieczność zwiększenia efektywności wymiany powietrza wewnątrz pomieszczeń, np. poprzez zainstalowanie lokalnych klimatyzatorów.

PIŚMIENNICTWO

1. Dutkiewicz J., Śpiewak R., Jabłoński L., Szymańska J.: Biologiczne czynniki zagrożenia biologicznego. Klasyfikacja, narażone grupy zawodowe, pomiary, profilaktyka. *Ad Punctum*, Lublin 2007
2. Krysińska-Tokarczyk E.: Grzyby pleśniowe i mikotoksyny jako czynnik narażenia zawodowego. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 2000
3. Krysińska-Tokarczyk E.: Skażenie księgozbiorów archiwum grzybami pleśniowymi oraz ocena ich potencjalnej patogenności. *Med. Pr.* 1994;45(6):487–500
4. Morey P.R., Hodgson M.J., Sorenson W.G., Kullman G.J., Rhodes W.W., Visvesvara G.S.: Environmental studies in moldy office buildings: biological agents, sources and preventative measures. *Ann. Am. Conf. Gov. Ind. Hyg.* 1984;10:21–35
5. Krake A.M., Worthington K.A., Martinez K.F.: Evaluation of microbiological contamination in a museum. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 1999;14(8):499–509
6. Domsch K.H., Gams W., Anderson T.-H.: Compendium of soil fungi. IHW-Verlag, Eching (Niemcy) 1993

7. Fassati O.: Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1983
8. Flannigan B., Samson R.A., Miller J.D.: Microorganisms in Home and Indoor Work Environments. Harwood Academic Press, Londyn 2001
9. Hoog G.S., Guarro J.: Atlas of clinical fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn (Holandia) 1995
10. Klich M.A.: Identification of common *Aspergillus* species. CBS, Utrecht 2002
11. Kosińska I.: Grzyby w powietrzu pomieszczeń a zagrożenia zdrowotne. Konferencja nt. problemów jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 1997, Warszawa, Polska. Politechnika Warszawska, Warszawa 1998
12. Krzysztofik B.: Mikroflora powietrza. Politechnika Warszawska, Warszawa 1992
13. Samson R.A., Hoekstra E.S., Frisvad J.C., Filtenborg O.: Introduction to food-borne fungi. CBS, Baarn (Holandia) 1996
14. Singh K., Frisvad J.C., Thrane U., Mathur S.B.: An illustrated manual on identification of some seed-borne *Aspergilli*, *Fusaria*, *Penicillia* and their mycotoxins. Dept. Biotechnology, The Technical University of Denmark, Frederiksberg (Dania) 1991
15. Pitt J.I.: A laboratory guide to common *Penicillium* species. CSIRO Division of Food Processing. Academic Press, Sydney 1988
16. Górny R.L.: Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. *Podst. Met. Oceny Środ. Pr.* 2004;3(41):17–39
17. Larone D. H.: Medically important fungi. A guide to identification. ASM Press, Washington 2002