

Występowanie grzybów w powietrzu budynków zabytkowych Krakowa

EWA MĘDRELA – KUDER

Katedra Higieny i Wychowania Zdrowotnego AWF Kraków,
Al. Planu 6-letniego 62 d, 31-571 Kraków

Mędrela – Kuder E.: *The occurrence of fungi in the air of the monumental buildings in the city of Kraków*. Acta Mycol. XXVII (1): 121-126, 1991-1992.

Mycological examinations have been carried out in several rooms of the seven monumental architectural complexes situated in the old city of Kraków. The results of examinations have shown considerable pollution in the investigated rooms. Species, such as: *Penicillium*, *Aspergillus* and *Aureobasidium*, have been represented in the most numerous way. In general about thirty species of fungi have been isolated from the air and from the building dividing walls.

WSTĘP

W ostatnich czasach występowanie mikroorganizmów w budynkach mieszkalnych i zabytkowych Krakowa stało się przedmiotem zainteresowania niektórych badaczy (Doleżał M., Doleżał M., Pieniążek, 1983; Mędrela, Doleżał, Szpunar, 1983; Smyk, 1979). Pozornie wydaje się, że wymienione obiekty nie powinny stanowić dogodnego podłoża dla rozwoju mikroorganizmów, w tym grzybów. Wyniki badań pozwalają przypuszczać, że sytuacja przedstawia się odmiennie (Doleżał M., Doleżał M., Pieniążek, 1983, 1990; Mędrela, Doleżał, Szpunar, 1983). Niektóre gatunki grzybów łatwo zasiedlają obiekty budowlane, w tym również zabytkowe. Oligotroficzny charakter grzybów powoduje, że w zasadzie w każdym obiekcie budowlanym znajdują one dostateczną ilość pokarmu dla swego rozwoju, natomiast mają wymagania w stosunku do wysokiej wilgotności środowiska; należy tu podkreślić, że remontowane budynki zabytkowe stwarzają optymalne warunki higro-termiczne dla rozwoju grzybów. Wadliwie prowadzone procesy rewaloryzacji przyczyniają się do nadmiernego skażenia substancji budowlanej grzybami, a następnie do powstania warunków korzystnych dla ich rozwoju. Dodatkowym czynnikiem zwiększającym zagrożenie występowaniem grzybów w tych budynkach, może być nieprawidłowa lub wręcz wadliwa eksploatacja stosowana przez użytkowników obiektów.

Celem podjętych badań była analiza mikologiczna powietrza oraz przegród budowlanych w pomieszczeniach obiektów zabytkowych.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto siedem zabytkowych zespołów architektonicznych, zlokalizowanych w obrębie starego Krakowa przy ulicach: Kanoniczej (O - I), Solskiego (O - II), Krakowskiej (O - III), Floriańskiej (O - V, O - VI, O - VII), Wita Stwosza (O - V).

Jednocześnie pobierano próbki powietrza atmosferycznego (P. Atm.) wokół badanych budynków. Pomiary mikologicznego zanieczyszczenia powietrza wykonano na poziomie parteru metodą zderzeniową przy użyciu aeroskopu S-Chirana. Pobrany materiał posiewano na pożywkach: Czapek-Doxa, Sabourauda i ziemniaczano-glukozowej. Równoległe z posiewami prób z powietrza wykonywano wymazy ze ścian z powierzchni 25 cm².

Klasyfikację grzybów przeprowadzono metodami stosowanymi w laboratoriach mikrobiologicznych (Barnett, Hunter, 1972; Ellis, 1971; Raper, Fennel, 1965; Skirgiełło, Zadara, 1979).

WYNIKI

Z powietrza oraz z powierzchni ścian badanych budynków wyizolowano zarodniki łącznie 27 gatunków grzybów. (tab. 1)

Najwięcej zarodników grzybów na 1 m³ wyodrębniono z powietrza: O - I — 5,890, a w obiektach V, IV i VII odpowiednio: O - V — 2,850; O - IV — 3,496; O - VII — 1,710 (tab. 2). W pozostałych budynkach oraz w powietrzu atmosferycznym zarodniki były mniej liczne, a ich liczba nie przekraczała 1000 komórek w 1 m³. Natomiast z powierzchni ścian wyosobniono najwięcej zarodników w obiekcie O - V — 113.

W powietrzu wszystkich badanych obiektów oraz w powietrzu atmosferycznym dominowali (ryc. 1) przedstawiciele rodzaju *Penicillium* (O - V — 97,2 %; O - I — 90,3 %; P. Atm. — 92,3 % ogólnej liczby grzybów), a następnie przedstawiciele rodzaju *Aspergillus* (O - III — 33,3 %; O - IV — 15,9 %; O - VII — 22,2 %). Pozostałe grzyby występowały z różną częstotliwością; należały one do rodzajów: *Cladosporium* (O - VII — 22,2 %), *Verticillium* (O - VI — 13,9 %) oraz *Aureobasidium* (O - VI — 9,3 %).

Analiza mikologiczna wymazów ze ścian (ryc. 1) wykazała, że i w tym materiale dominowały grzyby z rodzaju *Penicillium* (O - III — 83,3 %; O - VII — 71,4 % oraz O - I — 53,8 %). Natomiast w zespole architektonicznym IV i V najwięcej wyosobniono grzybów z rodzaju *Aureobasidium* (O - V — 86,7 %; O - IV — 71,4%). Również wysoki odsetek grzybów z rodzaju *Aspergillus* stwierdzono w dwóch obiektach (O - VI — 49,0 % i O - I — 46,1 %).

Tabela 1 – Table 1

Zestawienie gatunków grzybów wyizolowanych z powietrza oraz z powierzchni ścian budynków zabytkowych

A list of species of fungi isolated from the air and from the wall surfaces in the monumental buildings

Gatunek Species	Powietrze – Air								Ściana – Wall						
	0-I	0-II	0-III	0-IV	0-V	0-VI	0-VII	P.Atm.	0-I	0-II	0-III	0-IV	0-V	0-VI	0-VII
<i>Acremonium</i>															
<i>A. murorum</i> (Corda)															
Gans	—	8.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. strictum</i> W. Gans	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86.7	—
<i>Aspergillus</i>															
<i>A. fumigatus</i> Fres	—	—	16.6	—	—	—	—	11.1	—	7.6	7.1	8.3	—	—	16.6 11.1
<i>A. sydowii</i> (Thom)															
Church	3.2	—	16.6	6.0	—	—	—	—	—	15.3	7.1	8.3	6.6	—	—
<i>A. terreus</i> Thom	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.1	—	—	—	—
<i>A. versicolor</i> (Vuill.)															
Tiraboschi	6.5	2.9	—	10.0	1.0	11.6	11.1	—	—	23.0	35.7	—	10.0	—	33.3 11.1
<i>Aureobasidium</i>															
<i>A. pullulans</i> (de Barry)															
Amaudd	—	—	5.6	—	—	9.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cladosporium</i>															
<i>C. herbarum</i> Link. Fr.	—	5.7	—	—	1.0	—	22.2	7.6	—	—	14.2	—	—	6.1	— 22.2
<i>C. sphaerospermum</i>															
Penzig	—	—	—	—	—	4.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Penicillium</i>															
<i>P. chermisimum</i> Biourge	12.9	22.9	—	—	5.3	—	—	—	—	—	—	41.6	—	0.8	—
<i>P. citrinum</i> Thom	—	—	—	—	10.9	23.2	—	15.1	—	—	—	8.3	—	—	10.9
<i>P. commune</i> Thom	12.9	—	—	—	—	18.6	—	—	—	—	—	—	—	—	6.6
<i>P. cyclopium</i> Westl.	16.1	17.1	—	33.3	5.3	—	—	30.7	—	7.6	—	16.6	33.3	—	—
<i>P. expansum</i> Link	16.1	—	33.3	—	—	—	—	—	—	15.3	—	—	—	—	—
<i>P. frequentans</i> Westl.	—	—	—	16.6	—	—	—	—	—	—	—	16.6	16.6	0.8	—
<i>P. granularum</i> Bainier	—	—	—	—	—	—	—	7.6	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. lanoso-griseum</i> Thom	—	17.1	—	—	—	—	—	3.8	—	15.3	—	—	—	—	—
<i>P. lanosum</i> Westl.	16.1	17.1	—	—	—	11.6	22.2	34.6	—	15.3	—	—	—	—	22.2
<i>P. rubrum</i> Stoll	—	—	—	—	10.9	—	7.0	—	—	—	—	—	—	—	7.0
<i>P. rugulosum</i> Thom	—	—	—	—	16.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. tardum</i> Thom	16.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. viridicatum</i> Westl.	—	—	27.8	33.3	48.9	6.9	26.3	—	—	7.1	—	33.3	5.3	33.3	26.3
<i>Sporotrichum</i>															
<i>S. aureum</i> Link ex S.F.															
Gray	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.1	—	—	—	—
<i>Stemphylium</i>															
<i>S. botryosum</i> Wallroth	—	2.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trichothecium</i>															
<i>T. roseum</i> Link	—	5.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Verticillium</i>															
<i>V. lactarii</i> Peck	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.1	—	—	—	—
<i>V. malthousei</i> Ware	—	—	—	—	—	13.9	—	—	—	—	7.1	—	—	—	—
Inne – Other	0.1	0.4	0.1	0.8	0.4	0.3	0.1	0.6	—	0.6	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2 0.1

Tabela 2 – Table 2

Występowanie zarodników grzybów w budynkach zabytkowych
The occurrence of fungi in the monumental buildings

Budynek Building	Liczba zarodników grzybów Number of the fungi		Mikroklimat Microclimate	
	w powietrzu in the air 1m ³	na ścianie on the wall 25 cm ²	temperatura temperature (°C)	wilgotność moisture (%)
0-I	5890	13	16.8	85
0-II	665	14	8.0	80
0-III	342	12	6.0	95
0-IV	2850	14	9.0	95
0-V	3496	113	6.2	94
0-VI	817	30	11.9	90
0-VII	1710	21	13.0	90
0-VII	494		9.0	60

Spośród gatunków z rodzaju *Penicillium* z największą częstotliwością występowało w powietrzu jak i w wymazach ze ścian *P. viridicatum*, a następnie *P. expansum* i *P. cyclopium* oraz w powietrzu atmosferycznym wokół budynków *P. lanosum* i *P. cyclopium* (tab. 1).

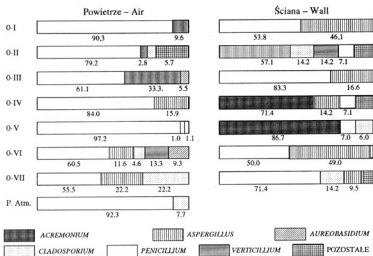
Natomiast z powierzchni ścian najczęściej wyosobniono *P. chermisinum*, *P. cyclopium* i *P. viridicatum*. Rodzaj *Acremonium* reprezentowany był w powietrzu przez *A. murorum*, a na ścianach przez *A. strictum*.

Z gatunków z rodzaju *Aspergillus* z największą częstotliwością występowały w powietrzu *A. fumigatus*, *A. sydowii* i *A. versicolor*. Natomiast na powierzchni przegród budowlanych kolejność tych gatunków była odwrotna. Najwięcej stwierdzono zarodników: *A. versicolor*, a następnie *A. fumigatus* i *A. sydowii*. Zarówno z powietrza, jak i z powierzchni ścian wyodrębniono *Cladosporium herbarum*. Spośród grzybów z rodzaju *Verticillium* dominowało *V. malthousei* zarówno w powietrzu, jak i na powierzchni przegród budowlanych.

Oprócz wymienionych grzybów izolowanych z powietrza wokół badanych zespołów architektonicznych wyosobniono w nieznacznym odsetku przedstawicieli następujących rodzajów: *Alternaria*, *Botrytis*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Paecilomyces*, *Humicola* oraz *Mycelia sterilia*.

OMÓWIENIE

W pomieszczeniach badanych zespołów architektonicznych stwierdzono występowanie znacznej liczby zarodników grzybów: od 342 do 5890 komórek w 1 m³. Wyniki badań innych autorów, przeprowadzone w budynkach i mieszkalnych również



Ryc. 1. Udział procentowy poszczególnych rodzajów grzybów w powietrzu oraz na ścianach budynków zabytkowych
Percentage of different species of fungi in the air and on the walls of monumental buildings

wskazują na znaczne stężenie zarodników grzybów, bo średnio 700 w 1 m^3 aż do ilości niepoliczalnej. Autorzy sugerują, aby przy nagromadzeniu grzybów ponad 500 zarodników w 1 m^3 przeprowadzać wnikliwą analizę takiego stanu (Doleżał M., Doleżał M., Pieniążek, 1990).

Krzysztofik jako jeden z pierwszych zasugerował normy określające dopuszczalną liczbę grzybów w powietrzu pomieszczeń o różnym przeznaczeniu. Wprawdzie autor nie podaje metod badawczych, dzięki którym ustalił proponowane normy, tym niemniej mogą służyć za materiał porównawczy. Zgodnie z powyższą sugestią liczba komórek grzybów nie powinna przekraczać w pokojach 100 zarodników, a w kuchniach 300 zarodników w 1 m^3 (Krzysztofik, 1977).

W powietrzu budynków zabytkowych dominowali przedstawiciele rodzajów *Penicillium* i *Aspergillus*, natomiast na powierzchni ścian *Penicillium*, *Aureobasidium* i *Aspergillus*. Podobne wyniki otrzymano w badaniach mikologicznych przeprowadzonych w pomieszczeniach mieszkalnych. Autorzy wyizolowali znaczny odsetek grzybów z rodzajów *Penicillium* (42,8 %) oraz *Aspergillus* (28,5 %) z powietrza budynków o technologii wielkopłytywowej (Doleżał M., Doleżał M., Pieniążek Z., 1983). Ich wcześniejsze badania przegród budowlanych w budynkach zabytkowych wykazały znaczną ilość grzybów z rodzajów: *Penicillium*, *Verticillium*,

Aspergillus i *Cladosporium*. Występowanie tych grzybów w dużym namnożeniu, w miejscu zamieszkania lub pracy (obiekty te mają różne przeznaczenie) obniża estetykę wnętrz, a także zdrowotność pomieszczeń. Ponadto przy dużym zawilgoceniu grzyby są dodatkowym czynnikiem niszczącym. Długi okres remontowania zabytkowych budynków dodatkowo wpływa na wzrost wilgotności wewnątrz pomieszczeń i na intensywny rozwój grzybów o różnej przynależności systematycznej. Po zakończeniu rewaloryzacji obiektów trzeba przeprowadzić badania nad eksploatacją budynków dla otrzymania wyników porównawczych i wyciągnięcia ostatecznych wniosków.

WNIOSKI

1. Skład mikoflory powietrza badanych obiektów wskazuje na ścisły związek z mikoflorą powietrza atmosferycznego, a także z mikroorganizmami rozwijającymi się na powierzchni przegród budowlanych.
2. Rozwijające się na ścianach grzyby mogą wpływać na zwiększenie liczby zarodników w powietrzu powodując negatywne zmiany w warunkach higienicznych danego pomieszczenia.
3. Należy skrócić okres remontowania zabytkowych zespołów architektonicznych, aby ograniczyć sprzyjające warunki dla rozwoju grzybów.

LITERATURA

- Barnett H. L., Hunter B. B., 1972. Illustrated genera of Imperfect Fungi. Burgess Publ. Comp., Minneapolis, Minnesota.
- Doleżał M., Doleżał M., Pieniążek Z., 1983. Drobnoustroje w budownictwie mieszkaniowym miasta Krakowa. III Konf. Nauk. Biozanieczyszczenie w budynkach a zdrowie: 95-103 Kraków.
- Doleżał M., Doleżał M., Pieniążek Z., 1990. Grzyby pleśniowe w budynkach mieszkalnych. Praca Monogr. Inwestprojekt; 18-71, Łódź.
- Ellis M. B., 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey.
- Krzysztofik B., 1977. Mikrobiologia powietrza. Wyd. Polit. Warsz.
- Mędreła E., Doleżał M., Szpunar A., 1983. Badania nad mykoflorą zabytkowych budynków Krakowa remontowanych z zastosowaniem metody izolacji Peter Cox'a. Zesz. Nauk. AWF Nr 35: 174-179, Kraków.
- Raper K. B., Fennel D. J., 1965. The Genus *Aspergillus*. Will. and Wilk. Comp. Baltimore.
- Skirgiello A., Zadara M., 1979. Pleśniakowe (*Mucorales*). [In:] Flora Polska – Grzyby, X, PWN, Warszawa – Kraków.
- Smyk B., 1979. Udział czynnika mikrobiologicznego w degradacji zabytków architektury i dzieł sztuki. Aura: 15-17.