

ZAGRZYBIENIE POWIETRZA I DOKUMENTÓW ARCHIWALNYCH NA PRZYKŁADZIE ARCHIWUM MIEJSKIEGO OŚRODKA POMOCY SPOŁECZNEJ W KATOWICACH

Spośród organizmów żywych największe zagrożenie dla materiałów archiwalnych stanowią grzyby pleśniowe. Według dawnej klasyfikacji należały one do trzech grup systematycznych: Zygomycota, Ascomycota i sztucznej grupy grzybów niedoskonałych (Deuteromycotina). W najnowszej klasyfikacji grzyby pleśniowe przydzielono do gromady Ascomycota oraz czterech podgromad *incertae sedis* („o niepewnej pozycji taksonomicznej”): Mucoromycotina, Kickxellomycotina, Zoopagomycotina i Entomophthoromycotina nieprzypisanych do jakiejkolwiek gromady (Hibbett i in., 2007, s. 513-541). Liczba znanych gatunków grzybów wynosi około 120 000, a szacuje się, że obecnie na Ziemi żyje 1,5 miliona gatunków (Moore, Robson, Trinc, 2011, s. 41-42). Grzyby należą do organizmów eukariotycznych, są bezwzględni chemorganotrofami, w większości saprofitami. Występują niemal we wszystkich środowiskach: najliczniej w glebie, są obecne na lądzie, powietrzu, w wodzie słodkiej i nieliczne w słonej (Żukiewicz-Sobczak, i in., s. 141). Ciało pleśni zbudowane jest z cienkich nitkowatych tworów, zwykle mocno rozgałęzionych, zwanych strzępkami. Mocno rozwinięte strzępki tworzą mniej lub bardziej bezkształtną masę zwaną grzybnią. Grzybnia grzybów pleśniowych może rozwijać się na różnych podłożach, pokrywając je białym lub barwnym watowatym kożuszkciem.

Do masowego występowania i szerokiego rozprzestrzenienia się grzybów przyczyniły się wytwarzane przez te organizmy zarodniki, służące do ich rozmnażania, które powstają w procesie rozmnażania płciowego i bezpłciowego. Zarodniki rozsiewane są przez wiatr, wodę, owady lub zwierzęta. Liczba wytwarzanych zarodników jest olbrzymia. Nieznaczne rozmiary rzędu kilkunastu mikronów i niewielki ciężar sprawiają, że bardzo łatwo rozprzestrzeniają się w powietrzu, w którym mogą przez długi okres się unosić. Zarodniki występujące w bioaerozolu pomieszczeń po opadnię-

¹ Instytut Bibliotekoznawstwa i informacji Naukowej, Uniwersytet Śląski w Katowicach

ciu na podłoże, zaczynają kiełkować pod wpływem nawet niedużej ilości wilgoci. Formy przetrwalne grzybów, sklerocja, chlamydospory, zarodniki przetrwalnikowe odznaczają się szczególną wytrzymałością na suszę oraz znaczną odpornością na działanie innych zewnętrznych czynników środowiska. W skrajnych warunkach mogą przetrwać bardzo długo. Z kiełkujących zarodników powstaje grzybnia, która rozrastając się, tworzy kolonie o średnicy od kilku milimetrów do kilkudziesięciu centymetrów (Podbielkowski, Rejment-Grochowska, Skirgiełło, 1986, s. 358-367).

W archiwach grzyby wykorzystują konieczne do życia substancje pokarmowe poprzez enzymatyczny rozkład substancji organicznej, np. z papieru i klejów zawartych w papierze. Grzyby pleśniowe nie potrafią pobierać pokarmu w postaci związków wielkocząsteczkowych. Pokarm trawia na zewnątrz swego ciała, za pomocą enzymów hydrolitycznych, które wydzielane na zewnątrz komórki, przenikają do podłoża, rozkładając złożone substancje organiczne na związki drobnocząsteczkowe. Powstałe wówczas związki, rozpuszczalne w wodzie, są pobierane poprzez ściany komórkowe (Kunicki-Goldfinger, 2006, s. 113-132).

W pierwszej kolejności grzyby atakują te miejsca archiwaliów, do których swobodnie dociera wilgoć, czyli takie jak oprawa, grzbiet, wewnętrzne i zewnętrzne strony archiwaliów. Jako pierwszy następuje rozkład klejów znajdujących się w papierze, który prowadzi do osłabienia jego struktury. W następnym etapie strzępki grzybni wrastają do lumenu włókna celulozowego, podstawowego budulca papieru i rozpuszczają go od środka poprzez wytwarzanie enzymów celulolitycznych. Wynikiem działania tych enzymów jest obniżenie się stopnia polimeryzacji celulozy, co skutkuje naruszeniem struktury włókna i spadkiem jego wytrzymałości. Papier w miejscu, w którym rozwija się grzybnia, staje się kruchy, cienki, porowaty, a w końcu w wyniku rozwoju grzyba włókna celulozowe pękają, doprowadzając do częściowej lub całkowitej destrukcji papieru (Strzelczyk, 1997, s. 90-92).

Procesom rozkładu mikrobiologicznego archiwaliów towarzyszy także pojawienie się na powierzchni papieru kolorowych przebarwień o różnej intensywności i wielkości. W miejscu rozwijania się kolonii, powstają barwne plamy na papierze, które bardzo szpecą i są trudne do usunięcia. Przebarwienia mogą być pochodzenia mechanicznego, od barwnych zarodników i strzępek, które wnikając w strukturę papieru tworzą kolorowe plamy lub chemicznego, które są efektem wytwarzania przez grzyby barwników, które migrując na zewnątrz komórek powodują występowanie różnokolorowych zabarwień.

Wokół plam grzybowych papier jest osłabiony, charakteryzuje się niską wytrzymałością mechaniczną, a po dłuższym okresie rozwoju grzyba zanika. Najczęściej występujące zaplamienia są w kolorze białym, kremowym, różowym, oliwkowożółtym, zielonym, szarym i czarnym (Nõksa, 1994, s. 171-192).

W ogólnie przyjętej klasyfikacji grzybów izolowanych z papieru, którą opracował Ů. Nũksa (1994, s. 134-136), wyróżnia się pięć grup:

1. Regularnie występujące na papierze, penetrujące włókna celulozowe, powodujące w końcowej fazie całkowitą ich dezintegrację, np.: *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Chaetomium chartarum*, *Fusarium solani*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Trichoderma koningii*.

2. Regularnie występujące na papierze i powodujące pewne naruszenie struktury papieru; są to: *Acremonium charticola*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium roqueforti*, *Trichothecium roseu*.

3. Grzyby przyswajające specjalne składniki papieru, takie jak: воск, parafina, syntetyczne polimery, kauczuk, celofan, laki, farby. Zalicza się do nich m.in.: *Aureobasidium pullulans*, *Ceratocystis piceae*, *Epococcum nigrum*, *Myrothecium verrucaria*, *Philaphora americana*, *Trichosporium nigricans*.

4. Grzyby, których występowanie związane jest z określoną mikroflorą środowiska. Często znajdują się na papierze, chociaż ich szkodliwy efekt nie jest wysoki; zalicza się do nich m.in.: *Cladosporium hordei*, *Helminthosporium velutinum*, *Mucor plumbeus*, *Penicillium commune*, *P. ochraceum*, *Rhizopus stolonifer*.

5. Grzyby, których obecność wynika z lokalnych warunków środowiska; zalicza się do nich m.in.: *Chloridium minutum*, *Cladosporium apiculatum*, *Chaetostylum fresenii*, *Mucor flavus*, *Syncephalastrum racemosum*.

W szczególnych przypadkach (znaczne zawilgocenie przez dłuższy okres i obfity wzrost mikroorganizmów) drobnoustroje mogą doprowadzić do poważnych zniszczeń papieru, takich jak: kamienienie książek (archiwaliów), destrukcja puszysta i foksing.

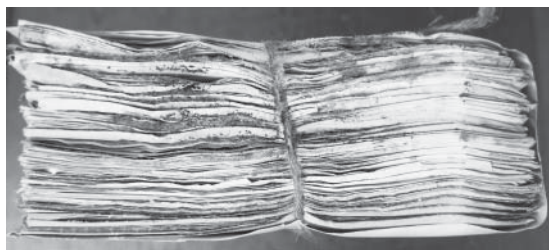
Kamienienie książek dotyczy bloku lub znacznych fragmentów papieru. Działanie drobnoustrojów doprowadza do sklejanego całego bloku przez substancje klejące (półprodukty rozkładu celulozy) oraz śluzowate, które są produktami przemian metabolicznych grzybów i bakterii. Podczas wysychania obszary te przyjmują barwę czarną, są znacznie cieńsze od normalnych archiwaliów, zmieniają się w twardy, kruchy obszar, który po dotknięciu odpada od książki.

Destrukcja puszysta papieru dotyczy dokumentów, które miały styczność z zakażonym grzybami drewnem. Oznaki zniszczenia postępują od brzegów bloku książki w głąb, niszcząc papier i oprawę. Papier staje się miękki, puszysty i wystaje poza blok, a włókna celulozowe, poprzerastane przez strzępki grzybni ulegają zniszczeniu. Destrukcji puszystej podlegają zarówno papiery czerpane, jak i drzewne. Źródłem powstawania destrukcji puszystej papieru są wyższe grzyby domowe.

Foksing przejawia się występowaniem na papierze drobnych, o różnym kształcie plamek pomarańczowo-rdzawych. Uważa się, że foksing jest pochodzenia mikrobiologicznego (Strzelczyk, Karbowska-Berent, 2004, s. 105-116).

Ocena zanieczyszczenia grzybami strzępkowymi w archiwach jest przydatna w profilaktyce zagrożeń mikrobiologicznych dla trwałości zbiorów oraz zdrowia pracowników.

Celem badań przeprowadzonych w Miejskim Ośrodku Pomocy Społecznej w Katowicach (mieszczących się przy ulicach Morcinka i Orkana) było określenie poziomu i rodzaju zanieczyszczenia mikrobiologicznego w dwóch pomieszczeniach archiwalnych. Tylko pomieszczenie przy ulicy Morcinka ma zamontowany system wentylacyjny. Próby powietrza pobrano na pięciu stanowiskach badawczych usytuowanych w obrębie archiwum przy ulicy Morcinka i na trzech stanowiskach w archiwum przy ulicy Orkana. Próby z powierzchni powłok malarskich (ścian) pobrano z czterech stanowisk, dwie ze ściany przy ulicy Morcinka i dwie przy ulicy Orkana, z miejsc powłok, które nosiły wyraźne ślady występowania grzybów. Próby do badania grzybów z materiałów archiwalnych pobierano tylko z takich, które wykazywały wyraźne ślady działania mikroorganizmów, które przejawiały się występowaniem różnego rodzaju przebarwień, zaplamień, zacieków, zabrudzeń, deformacji (il. 1 i 2). Próby powietrza poddano analizie ilościowej i jakościowej, a wymazy z powłok malarskich i materiałów archiwalnych oceniono wyłącznie w aspekcie jakościowym. Identyfikację grzybów prowadzono na podstawie obserwacji makro- i mikroskopowych w oparciu o klucze taksonomiczne (Domsch, Gams, Anderson, 1993; Samson, Hoekstra, Frisvad, 2004; Fasiatiowa, 1983; Grabińska-Łoniewska, Kańska, 1990; Piontek 1999).



Il. 1., Il. 2. Materiały archiwalne wykazujące wyraźne ślady działania mikroorganizmów. Fot. T. Maciąg

Do określania liczby grzybów pleśniowych w powietrzu zastosowano metodę sedymentacyjną (zgodnie z normami PN-89/Z-04111/03 i PN-89Z-04008/08). Próby powietrza pobierano na płytki Petriego o średnicy 90 mm z podłożem mikrobiologicznym Sabourauda. Otwarte szalki pozostawiono na 30 minut. Po tym czasie szalki zamykano i przenoszono do laboratorium celem przeprowadzenia inkubacji. Próbkę inkubowano w temperaturze 25° C przez 2-6 dni. Po zakończeniu inkubacji ustalono liczbę kolonii i obliczono liczbę CFU (colony forming unit) – j.t.k. (jednostki tworzące kolonie), w przeliczeniu na 1 m³ powietrza. Liczbę kolonii grzybów wyrosłych na płytce przeliczano na 1m³ powietrza wg wzoru:

$$X = a \times 100 \times 100 / p \times t \times 0,2$$

gdzie:

X – liczba drobnoustrojów w 1m³ powietrza;

a – liczba kolonii na płytce;

p – powierzchnia płytki (πr²);

t – czas ekspozycji płytki (30 min.);

0,2 – współczynnik przeliczeniowy czasu ekspozycji.

Próbki z powierzchni powłok malarskich pobierano zamoczonym wysterylizowanym wacikiem. Po pobraniu wymazu waciki zawieszano w roztworze soli fizjologicznej, wytrząsano, a następnie wysiewano na podłoże odżywcze. Z materiałów archiwalnych (papieru) próbki pobierano poprzez odcisnięcie wilgotnego, sterylnego krążka bibuły o średnicy 5 cm w miejscach widocznej działalności mikroorganizmów. Bibułę przenoszono na szalkę Petryego o średnicy 12 cm, zawierającą pożywkę w ilości 10 cm³, przygotowaną według receptury Czapeka-Doxa (Fasatiowa, 1983, s. 32). Szalki inkubowano w cieplarni w temp. 25° C i sukcesywnie identyfikowano do gatunku.

W tabeli 1 przedstawiono występowanie grzybów w powietrzu na stanowiskach badawczych. Zidentyfikowane pleśnie zaliczono do 15 gatunków. Najwięcej grzybów w archiwum 1 występowało na stanowisku nr 3 i 4, a w archiwum 2 na stanowisku 1. W archiwum 1 na wszystkich stanowiskach były obecne grzyby: *Aspergillus Niger*, *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium funiculosum*, *Penicillium chrysogenum*. W archiwum 2 na wszystkich stanowiskach występowały *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor* i *Cladosporium herbarum*.

W tabeli 2 przedstawiono procentowy udział gatunków grzybów w łącznej liczbie wyodrębnionych w powietrzu archiwów szczepów grzybów.

W pomieszczeniu pierwszym archiwum najliczniej występującym w powietrzu gatunkiem był *Aspergillus versicolor* (il. 3), który stanowił 20,10% łącznej liczby wyizolowanych grzybów.

Ponad 10% stanowiły *Aspergillus niger* (il. 4) i *Penicillium expansum*. W pomieszczeniu drugim archiwum w powietrzu najliczniej występowały

Tabela 1. Ogólna liczba pleśni w powietrzu pomieszczeń archiwalnych

Miejsce poboru próby	Stężenie [jtk/m ³]
Archiwum 1 (ul. Morcinka)	
Stanowisko 1	2202
Stanowisko 2	2385
Stanowisko 3	3172
Stanowisko 4	3722
Stanowisko 5	2647
Średnia	2826
Archiwum 2 (ul. Orkana)	
Stanowisko 1	167
Stanowisko 2	131
Stanowisko 3	157
Średnia	152

Źródło: opracowanie własne

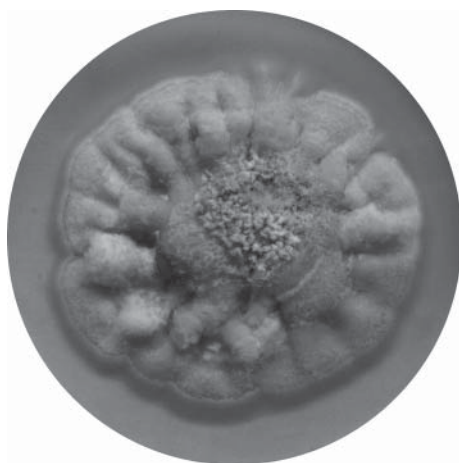
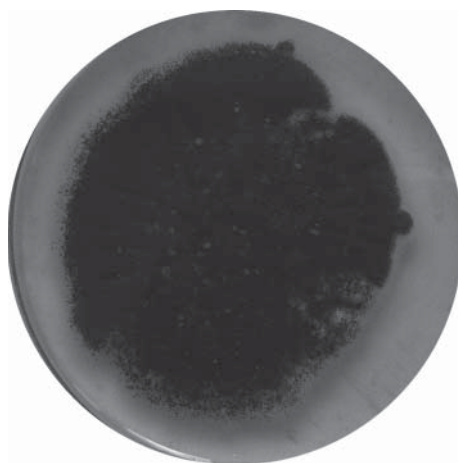
**II. 3.** *Aspergillus versicolor*. Fot. T. Maciag**II. 4.** *Aspergillus niger*. Fot. T. Maciag

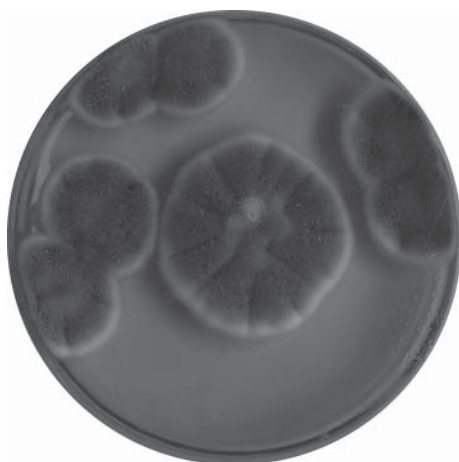
Tabela 2. Gatunki grzybów pleśniowych występujące w powietrzu pomieszczeń archiwalnych

Miejsce poboru próby	Gatunki grzybów pleśniowych	Stężenie [jtk/m ³]	Udział % w pomieszczeniach	Grupa szkodliwych czynników biologicznych
Archiwum 1 (ul. Morcinka)	<i>Acremonium charticola</i> (Lindau) W. Gams	40	1,42	1
	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	143	5,06	1
	<i>Aspergillus flavus</i> Link	161	5,70	1
	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	391	13,84	1
	<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	568	20,10	1
	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	87	3,08	1
	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	225	7,96	1
	<i>Mucor racemosus</i> Fresen.	116	4,10	1
	<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier	57	2,02	1
	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	220	7,78	1
	<i>Penicillium expansum</i> Link	294	10,40	1
	<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	241	8,53	1
	<i>Rhizopus nigricans</i> (Ehrenb.) Vuill.,	132	4,67	1
	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier,	54	1,91	1
	<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link	97	3,43	1
Archiwum 2 (ul. Orkana)	<i>Acremonium charticola</i> (Lindau) W. Gams	6	3,95	1
	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	11	7,24	1
	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	36	23,68	1
	<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	47	30,92	1
	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	29	19,08	1
	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	14	9,21	1
	<i>Rhizopus nigricans</i> (Ehrenb.) Vuill.,	9	5,92	1

Źródło: opracowanie własne

Aspergillus versicolor, *Aspergillus niger*, *Cladosporium herbarum* i *Penicillium chrysogenum* (il. 5), które stanowiły odpowiednio 30,92%, 23,68%, 19,08% i 9,21% łącznej liczby wyizolowanych grzybów. Wszystkie oznaczone grzyby zaliczają się do pierwszej grupy szkodliwych czynników biologicznych (Rozporządzenie, 2005). Grupa pierwsza to czynniki, przez które wywołanie chorób u ludzi jest mało prawdopodobne.

Obowiązujące normy, określające akceptowalny poziom zanieczyszczenia powietrza mikroorganizmami wewnątrz budynków, nie zostały jeszcze odpowiednio opracowane, dlatego wyniki porównuje się obecnie z wnio-



II. 5. *Penicillium chrysogenum* . Fot. T. Maciąg

Tabela 3. Ocena stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego grzybami (PN-89/Z-04111/03)

Ogólna liczba grzybów w 1m ³ powietrza atmosferycznego	Stopień zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego
< 3000	powietrze niezanieczyszczone
3000-5000	przeciętnie czyste powietrze atmosferyczne
5000-10000	zanieczyszczenie mogące negatywnie oddziaływać na środowisko naturalne człowieka
> 10000	zanieczyszczenie zagrażające środowisku naturalnemu człowieka

Źródło: opracowanie własne

skami zaproponowanymi przez różnych autorów i instytucje zajmujące się tą problematyką. Z tego powodu otrzymane wyniki porównano z trzema propozycjami wartości referencyjnych dla grzybów. W celu interpretacji wyników uzyskanych w trakcie badań nad zanieczyszczeniem mikrobiologicznym powietrza posłużono się wycofanymi państwowymi normami z 1989 r. (Norma 1989; 1989a; 1989b), które nie zostały zastąpione nowymi. Z tego powodu zawarte w nich informacje dotyczące granicznych liczebności zanieczyszczeń mikrobiologicznych (tabela 3), są nadal wykorzystywane do interpretacji wyników (zob. tab. 3).

Otrzymane wyniki porównano również z propozycjami zalecanych wartości dopuszczalnych stężeń szkodliwych czynników biologicznych w środowisku pracy, opracowane przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy (Chmiel, Frączek, Grzyb, 2015, s. 24) (zob. tabela 4) oraz ze standardami i propozycjami wartości normatywnych (referencyjnych) dla grzybów sformułowanych przez Komisję Europejską w 1993 r. (zob. tabela 5).

W pomieszczeniu pierwszym archiwum średnia liczba pleśni wynosiła 2826 jtk w m³ powietrza. Maksymalną liczbę pleśni, 3722 jtk w m³ powietrza zanotowano na stanowisku 4, a najmniejszą na stanowisku 1 – 2202 jtk w m³ powietrza. W pomieszczeniu drugim archiwum średnia liczba pleśni wynosiła 152 jtk w m³ powietrza.

Porównując wyniki z PN-89/Z-04111/03 i zaleceniami Zespołu Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy należy powietrze w badanych archiwach zaliczyć do kategorii powietrza niezanieczyszczonego. Natomiast, porównując dane z zaleceniami Komisji Europejskiej, należałoby powietrze w pomieszczeniu pierwszym archiwum zaliczyć do kategorii o bardzo dużym stopniu zanieczyszczenia, a powietrze w pomieszczeniu drugim archiwum do kategorii o małym stopniu zanieczyszczenia powietrza. Przeprowadzone badania wykazały stosunkowo niewielką liczbę bioaerozolu grzybowego w powietrzu pomieszczeń archiwalnych.

Porównanie mikroorganizmów obecnych w powietrzu pomieszczeń z tymi, które wyizolowano z powierzchni dokumentów archiwalnych i ścian wykazało obecność analogicznych gatunków grzybów. W tabeli 6 przedstawiono gatunki pleśni występujące na dokumentach archiwalnych i powłokach malarskich. W pomieszczeniu drugim archiwum stwierdzono występowanie mniejszej ilości gatunków w porównaniu z pomieszczeniem pierwszego archiwum. Spośród zidentyfikowanych grzybów najbardziej niebezpieczne dla dokumentów archiwalnych są: *Alternaria alternata*, *Scopulariopsis brevicaulis* (il. 7), *Acremonium charticola*, *Aspergillus flavus* (il. 8), *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium funiculosum* (il. 6), *Paecilomyces variotii* i *Trichothecium roseum*.

Tabela 4. Propozycje dopuszczalnej liczebności drobnoustrojów w powietrzu

	Dopuszczalna liczebność, jtk/m ³			
	w pomieszczeniach roboczych zanieczyszczonych pyłem organicznym		w pomieszczeniach mieszkalnych i użyteczności publicznej oraz powietrzu atmosferycznym	
	całkowita	respirabilna	całkowita	respirabilna
Bakterie mezo- filne	100000	50000	5 000	2500
Bakterie Gram-ujemne	20000	10000	200	100
Promieniowce termofilne	20000	10000	200	100
Grzyby	50000	25000	5000	2500
Czynniki z 3. i 4. grupy zagrożenia	0	0	0	0

Źródło: opracowanie Zespołu Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN

Tabela 5. Zestawienie standardów i propozycji wartości normatywnych (referencyjnych) dla grzybów

Kategoria stopień zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego	Domy (jtk/m ³)	Pomieszczenia nieprzemysłowe (jtk/m ³)
bardzo małe	<50	<25
małe	<200	<250
średnie/zwiększone	<1000	< 500
duże	<10000	<2000
bardzo duże	>10000	>2000

Źródło: standardy sanitarne dla domów i pomieszczeń nieprzemysłowych sformułowane przez Komisję Europejską w 1993 r. (Indoor Air Quality and Its impact on Man, 1993)

Wytwarzają one enzymy celulolityczne, których działanie może doprowadzić do częściowej lub całkowitej destrukcji papieru.

Omawiając zagadnienia związane z mikrobiologicznymi skażeniami zbiorów archiwalnych, należy zwrócić szczególną uwagę na niebezpieczeństwo, jakie stanowią grzyby pleśniowe dla organizmu ludzkiego. Zdecydo-

Tabela 6. Gatunki grzybów pleśniowych występujące na badanych powierzchniach

Miejsce poboru próby	Gatunki grzybów pleśniowych	Występujące na papierze	Występujące na ścianie
Pomieszczenie pierwsze	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	x	x
	<i>Aspergillus flavus</i> Link ex.S.F. Gray	x	
	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	x	x
	<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	x	x
	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	x	x
	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	x	
	<i>Mucor racemosus</i> Fresen.	x	x
	<i>Peecilomyces variotii</i> Bainier	x	
	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	x	
	<i>Penicillium expansum</i> Link	x	
	<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	x	
	<i>Rhizopus nigricans</i> (Ehrenb.) Vuill.,	x	x
	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier	x	
	<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link	x	
Pomieszczenie drugie	<i>Acremonium charticola</i> (Lindau) W. Gams		x
	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	x	x
	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.		
	<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	x	x
	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	x	x
	<i>Rhizopus nigricans</i> (Ehrenb.) Vuill.	x	x

Źródło: opracowanie własne



II. 6. *Penicillium funiculosum*. Fot. T. Maciąg II. 7. *Scopulariopsis brevicaulis*. Fot. T. Maciąg

wana większość grzybów występujących w przyrodzie nie stanowi istotnego zagrożenia dla ludzi. Są to bowiem gatunki saprofityczne, żywiące się martwą materią organiczną. Istnieje jednak pewna liczba grzybów, które są chorobotwórcze. Wśród tej grupy wyróżniamy typowe patogeny, jak i gatunki warunkowo patogenne. Grzyby warunkowo patogenne stają się chorobotwórcze w następstwie osłabienia układu odpornościowego człowieka, zachwiania równowagi kwasowo-zasadowej krwi itp.

W źle utrzymanych pomieszczeniach archiwalnych, głównie magazynowych, pracownicy są narażeni na kontakt ze znacznie większą liczbą zarodników i form przetrwalnikowych grzybów, niż normalnie spotykamy w otaczającym nas środowisku. Przebywanie w takich warunkach może stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzkiego.

Rozróżniamy trzy grupy zagrożeń: mikozy, alergie i mikotoksykozy (Kaysers, Bienz, Eckert, Zinkernagel, 2001, s. 322-343). Podstawowym zagrożeniem dla zdrowia człowieka ze strony grzybów pleśniowych jest ich zdolność do wywoływania alergii. Alergia to nieprawidłowa odpowiedź układu odpornościowego na kontakt z niektórymi substancjami, określana również nadwrażliwością. Właściwości alergenowe wykazują fragmenty strzępek oraz zarodniki grzybów. Grzyby są trzecim pod względem częstotliwości alergenem człowieka, po alergenach pyłków traw i kurzu. Wynikiem alergii może być stan zapalny błon śluzowych nosa, gardła, oczu. Alergia może doprowadzić do powstania astmy oskrzelowej i alergicznego zapalenia płuc. Najczęściej uczulające są grzyby z rodzajów *Alternaria* i *Cladosporium*.

Mikozy to choroby wywołane rozwojem grzybów w organizmie ludzkim. Mogą one powodować powierzchniowe grzybice skóry, włosów, paznokci,



II. 8. *Aspergillus flavus*. Fot. T. Maciąg

błon śluzowych lub grzybice wewnętrzne oka, ucha, przełyku czy bardzo groźną grzybicę płuc. Za grzybice wewnętrzne odpowiedzialne są głównie grzyby z rodzaju *Aspergillus*. Spośród zidentyfikowanych gatunków grzybicy skóry i paznokci wywołuje *Scopulariopsis brevicaulis*. *Chaetomium globosum* poraża układ nerwowy, a *Aspergillus flavus* i *Aspergillus niger* są odpowiedzialne za aspergilozy płuc, zatok, oka. Podobne choroby są również dziełem rodzajów *Penicillium* i *Alternaria*.

Mikotoksykoza to ostre, chroniczne lub przewlekłe zatrucie organizmu. Przyczyną choroby są mikotoksyny, które są wtórnymi produktami przemiany materii grzybów pleśniowych o różnym poziomie toksyczności dla ludzi. Mogą one być magazynowane jako endotoksyny w grzybni i zarodnikach lub też wydalane do podłoża jako egzotoksyny. Najsilniejsze toksyny wytwarzają grzyby z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium*. Najbardziej toksyczne są aflatoksyny, ponieważ wykazują działanie mutagenne, rakotwórcze. Spośród rozpoznanych gatunków producentem aflatoksyn jest *Aspergillus flavus* (il. 8). Dla archiwisty niebezpieczne może być długotrwałe przebywanie w pomieszczeniach, których powietrze wykazuje wysokie stężenia zarodników grzybów. Wdychanie zarodników zawierających mikotoksyny może doprowadzić do wystąpienia przewlekłej mikotoksykozy (Gutarowska, 2010, s. 19-28).

Analiza wyników przeprowadzonych badań wykazała, że powietrze w obu pomieszczeniach archiwum należy uznać za nieznacznie zanieczyszczone. Wszystkie oznaczone grzyby zaliczają się do pierwszej grupy szkodliwych czynników biologicznych (Rozporządzenie, 2005)². Jest więc

² Ze zmianami zgodnie z dyrektywą 2000/54/WE

mało prawdopodobne, aby mogły wywołać choroby u ludzi i praktycznie nie stanowią zagrożenia dla pracowników. Badania wskazały na potencjalne zagrożenie ze strony grzybów dla materiałów gromadzonych w archiwum. Znaczna liczba wyizolowanych gatunków charakteryzuje się podwyższoną zdolnością celulolityczną. W sprzyjających warunkach temperaturowo-wilgotnościowych grzyby te mogą rozpocząć aktywny rozkład wyrobów papierniczych. Dotyczy to zwłaszcza archiwum przy ul. Morcinka.

Bibliografia

- Chmiel, M.J., Frączek, K., Grzyb, J. (2015). Problemy monitoringu zanieczyszczeń mikrobiologicznych powietrza. *Woda-Srodowisko-Obszary Wiejskie*, 15(1), 17-27.
- Domsch, K. H., Gams, W., Anderson, T.H. (1993). *Compendium of soil fungi*. Vols. 1-2, Eching: IHW-Verlag.
- Fasatiowa, O. (1983). *Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- Grabińska-Loniewska, A., Kańska, Z. (1990). *Atlas grzybów mikroskopowych*. Warszawa: Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej.
- Gutarowska, B. (2010). *Grzyby strzępkowe zasiedlające materiały budowlane: wzrost oraz produkcja mikotoksyn i alergenów*. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.
- Hibbett, D.S. i in. (2007). A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research*, 111(5), 513-541.
- Indoor Air Quality and Its impact on Man (1993). Report No. 12. Biological Particles in Indoor Environment. Luxemburg: Commission of the European Communities.
- Kayser, F.H., Bienz, K.A., Eckert J., Zinkernagel, R.M. (2001). *Mikrobiologia lekarska*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Kunicki-Goldfinger, W. (2006). *Życie bakterii*. Warszawa: Państwowe Wydaw. Naukowe.
- Moore, D., Robson, G.D, Trinc, A.P.J (2011). *21st Century Guidebook to Fungi*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (Norma, 1989). PN-Z-04111-03:1989 Ochrona czystości powietrza – Badania mikrobiologiczne – Oznaczanie liczby grzybów mikroskopowych w powietrzu atmosferycznym (imisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną. (1989). Warszawa: PKN.
- (Norma, 1989a). PN-Z-04008-08:1989 Ochrona czystości powietrza – Pobieranie próbek – Pobieranie próbek powietrza atmosferycznego (imisja) do badań mikrobiologicznych metodą aspiracyjną i sedymentacyjną. (1989). Warszawa: PKN.
- (Norma, 1989b). PN-Z-04008-01:1989 Ochrona czystości powietrza – Badania mikrobiologiczne – Postanowienia ogólne i zakres normy. (1989). Warszawa: PKN.
- Nũksa, Ŭ.P. (1994). *Biologičeskoe povreždenie bumagi i knig*. Sankt-Peterburg: Biblioteka Rossijskoj Akademii Nauk.

- Piontek, M. (1999). *Grzyby pleśniowe: atlas*. Zielona Góra: Wydaw. Politechniki Zielonogórskiej.
- Podbielkowski, Z., Rejment-Grochowska, I., Skirgiełło, A. (1986). *Rośliny zarodnikowe*. Warszawa: Państwowe Wydaw. Naukowe.
- (Rozporządzenie, 2005). Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 (Dz.U. 2005, nr 81, poz. 716 ze zmianami: Dz.U. 2008, nr 48, poz. 288) w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki.
- Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C. (2004). *Introduction to food- and airborne fungi*. Utrecht: Central Bureau voor Schimmelcultures.
- Strzelczyk, A.B. (1997). Mikrobiologiczne zniszczenia zbiorów bibliotecznych. Przyczyny i objawy destrukcji. *Studia Bibliologiczne*, 10, 81-92.
- Strzelczyk, A.B., Karbowska-Berent, J. (2004). *Drobnoustroje i owady niszczące zabytki i ich zwalczanie*. Toruń: Wydaw. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
- Żukiewicz-Sobczak, W., Sobczak, P., Imbor, K., Krasowska, E., Zwoliński, J., Horoch, A., Wojtyła, A., Piątek, J. (2012). Zagrożenia grzybowe w budynkach i w mieszkaniach – wpływ na organizm człowieka. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 18(2), 141-146.

Tadeusz Maciąg

***Zagrzybienie powietrza i dokumentów archiwalnych na przykładzie
archiwum Miejskiego Ośrodka Pomocy Społecznej w Katowicach***

Streszczenie

Ocena zanieczyszczenia grzybami strzępkowymi w archiwach jest przydatna w profilaktyce zagrożeń mikrobiologicznych dla trwałości zbiorów oraz zdrowia pracowników. Celem badań było określenie poziomu i rodzaju zanieczyszczenia mikrobiologicznego w dwóch pomieszczeniach archiwalnych Miejskiego Ośrodka Pomocy Społecznej w Katowicach mieszczących się przy ulicach Morcinka i Orkana. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że stężenie aerozolu grzybowego w powietrzu atmosferycznym w obydwu badanych archiwach nie przekroczyło wymagań normy PN-89/Z-04111/03. Z materiałów archiwalnych wyizolowano gatunki grzybów *Alternaria alternata*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Acremonium charticola*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium funiculosum*, *Paecilomyces variotii* i *Trichothecium roseum*, które poprzez produkcję enzymów celulolitycznych mogą być niebezpieczne dla papieru.

Słowa kluczowe: mikrobiologiczna jakość powietrza wewnątrz pomieszczeń, grzyby pleśniowe, archiwa

Tadeusz Maciag

***Fungal air pollution and archival documents on the example of the archives
of the Municipal Social Welfare Center in Katowice***

Abstract

Evaluation of filamentous fungal filament contamination in archives is useful for preventive treatment for microbiological hazards for book collection sustainability and workers' health. The aim of the study was to determine the level and type of microbial contamination in two archive rooms of the Municipal Social Assistance Center in Katowice, located at Morcinka and Orkana Streets. The conducted research has shown that the concentration of fungal aerosol in the ambient air in both examined archives did not exceed the requirements of PN-89 /Z-04111/03. The species of *Alternaria alternata*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Acremonium charticola*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium funiculosum*, *Paecilomyces variotii* and *Trichothecium roseum*, which produce cellulolytic enzymes, may be dangerous for paper.

Key words: microbiological indoor air quality, filamentous fungi, archives

