

MARLENA PIONTEK, KATARZYNA BEDNAR*

GRZYBY PLEŚNIOWE W OBIEKTACH BUDOWLANYCH PO POWODZIACH

Słowa kluczowe: grzyby pleśniowe, budownictwo mieszkaniowe, powódź

Streszczenie

Po licznych powodziach problem z występowaniem grzybów pleśniowych w budynkach stał się szczególnie ważny na terenie Europy i Polski. Grzyby pleśniowe powodują biodegradację i biodeteriorację materiałów budowlanych i są szkodliwe dla zdrowia ludzkiego, dlatego wykonuje się analizy mikologiczne przegród budowlanych w pomieszczeniach z terenów popowodziowych. Prowadzone w Instytucie Inżynierii Środowiska UZ badania mikologiczne budynków, które ucierpiały w wyniku powodzi wykazały, że występuje w nich więcej rodzajów i gatunków grzybów pleśniowych niż w obiektach zawilgoconych w inny sposób niż powódź. Wynika to z faktu, że oprócz wilgoci wraz z wodami powodziowymi na przegrrody budowlane naniesiony zostaje materiał zawierający substancje organiczne, co w istotny sposób zwiększa trofę tych przegród. Na takim podłożu występuje tyle rodzajów i gatunków grzybów pleśniowych, jak różnorodny w swoim składzie jest naniesiony materiał (żywność, gleba, odchody zwierząt, szambo, obornik, szczątki roślinne, kompost, martwe zwierzęta, ścieki, osad z oczyszczalni ścieków i inne).

Wstęp

Głównym czynnikiem powodującym wzrost grzybów pleśniowych w obiektach budowlanych jest wilgoć. Przyczyn zawilgoceń jest wiele. Mogą to być wady technologiczne obiektów budowlanych, brak wentylacji przestrzeni konstrukcyjnych stropów, podłóg, ścian i połaci dachowych, brak lub niewłaściwie wykonana izolacja przeciwwilgociowa budynku, niezgodna z przeznaczeniem użytkowym eksploatacja pomieszczeń, zaniedbana remontowa, posadowienie budowli na terenie, który nie zapewnia odprowadzenia wód powierzchniowych, błędy projektowe i wykonawcze budynku, prowadzące do braku ochrony ciepłno - wilgotnościowej, awarie wodno-kanalizacyjne i c.o., powódzie itp. [Małecki pr. zbior. 1996; Kozarski 1997; Krajewski pr. zbior. 2001]. Obecnie pro-

* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Ekologii Stosowanej

blem z występowaniem grzybów pleśniowych w obiektach budowlanych stał się szczególnie ważny na terenie Europy i Polski, jako skutek licznych powodzi [Twarużek 2005]. Jak wynika z przeglądu występowania powodzi w Polsce jest to zjawisko dość rozpowszechnione. Wezbrania rzek polskich przynoszące szkody powodziowe występują średnio co 3-3,5 roku. Powodzie występują na całym globie ziemskim, są one traktowane jako klęski żywiołowe i dlatego są przedmiotem zainteresowania wielu organizacji, w tym międzynarodowych [Mikulski 1998]. Skutkiem występowania powodzi są straty gospodarcze, a często ofiary ludzkie. Powódź na terenie województwa Lubuskiego trwała od 7 lipca do 14 sierpnia 1997 r. [Mendaluk i in. 1999]. Jak podaje Międzynarodowa Komisja Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem, na terytorium Polski w powodzi z 1997 roku zalaniu uległo 47 tysięcy mieszkań i budynków gospodarczych [MKOOpZ, 1999]. W 2001 roku wystąpiła powódź na terenie południowej i północnej Polski. Powódź w lipcu 2001r. w Gdańsku była typową miejską powodzią błyskawiczną (*urban flash flood*) spowodowaną intensywnym opadem deszczu. Całkowite straty w infrastrukturze miasta wywołane powodzią zostały ocenione na 200 mln PLN. Dobytek ponad 300 rodzin został zniszczony, wiele domów uległo zalaniu, a nawet zniszczeniu [Majewski i in. 2006].

Grzyby pleśniowe są odpowiedzialne za biodeteriorację i biodegradację materiałów technicznych. Biodeterioracja pleśniowa obiektów budowlanych jest to proces utraty właściwości użytkowych wywołany rozwojem grzybów pleśniowych [Rymsza 2005].

Z pojęciem biodeterioracji materiału technicznego wiążą się następujące procesy [Żakowska 2006]:

- biodegradacja – najczęstsza forma w procesie biodeterioracji – występuje wtedy, gdy materiał może być wykorzystany jako źródło węgla np. celuloza, skrobia, białko, tłuszcze (chemiczna asymilacyjna biodeterioracja),
- korozja szkła, betonu, stali – materiał, pomimo iż nie jest przyswajalny, jest uszkodzony przez metabolity drobnoustrojów, których rozwój stymulowany jest materią organiczną znajdującą się na powierzchni materiałów (chemiczna dysymilacyjna biodeterioracja).

Mikroorganizmy występują we wszystkich środowiskach naturalnych, a ich ogromna zdolność przystosowania się do warunków otoczenia sprawia, iż biologiczny rozkład materiałów technicznych jest uznawany za zjawisko powszechne. Skutki trwającej biodeterioracji i czas ich ujawnienia się będzie zależał od warunków w jakich dany materiał się znajduje i w jaki sposób jest użytkowany [Żakowska 2006].

Badania zjawiska biodeterioracji obejmują analizę zmian wizualnych, fizycznych danego materiału, oraz identyfikację mikroorganizmów zasiedlających dany materiał techniczny.

Grzyby pleśniowe charakteryzują się szerokim spektrum właściwości biochemicznych, co sprawia, że mogą zasiedlać różne środowiska, powodując modyfikację ich składu chemicznego oraz składu gatunkowego zasiedlającego dany materiał. Zdolność grzybów pleśniowych do degradacji różnych substratów powoduje, że często stają się one dominującą grupą w środowisku [Libudzisz i Kowal 2000].

Grzyby pleśniowe syntetyzują metabolity wtórne. Należą do nich mikotoksyny, które mają biologiczne działanie na organizm ludzki i zwierzęcy. Dlatego ważną jest analiza mikologiczna przegród budowlanych w pomieszczeniach porażonych grzybami pleśniowymi, w tym z terenów popowodziowych.

Ekspertyzy mikologiczne wykazały, że skład gatunkowy grzybów pleśniowych występujący w obiektach budowlanych po powodzi różni się od tego, który występuje w budownictwie na skutek innych przyczyn niż powódź (przemarzanie ścian, usterki, punkt rosy). Z danych literaturowych i wcześniejszych badań własnych w zawilgoconych obiektach budowlanych, które ucierpiały w wyniku powodzi wiadomo, że występuje w nich więcej gatunków i rodzajów grzybów pleśniowych niż w obiektach zawilgoconych w inny sposób niż powódź [Piontek 1998]. Po zalaniu budynków wodą powodziową na przegrodach znajdują się związki organiczne w postaci nagromadzonej żywności, gleby, odchodów zwierząt, szamba, obornika, szczątków roślinnych, kompostu, martwych zwierząt, ścieków i osadów z oczyszczalni ścieków oraz różnego rodzaju odpadów z zalanych wysypisk. Są to elementy zasobne w związki organiczne, przez co stanowią pożywienie dla grzybów pleśniowych.

W tabeli 1 przedstawiono gatunki grzybów pleśniowych, które wg Nielsena [2002] najczęściej występują w obiektach budowlanych, które zostały uszkodzone na skutek powodzi. Gatunki te są kolonizatorami trzeciorzędowymi (hydrofilami) wymagającymi dużej wilgotności do kiełkowania i wzrostu (wskaźnik równowagi higroskopowej a_w wynosi co najmniej 0,9 ($a_w > 0,9$)).

Tab. 1. Grzyby pleśniowe występujące w budynkach uszkodzonych na skutek powodzi [Nielsen 2002]

Rodzaj	Gatunek	Środowisko naturalnego występowania	Budowlane materiały wykończeniowe
<i>Chaetomium</i>	<i>globosum</i>	Gleba, słoma, drewno	Drewno i materiały zawierające celulozę
<i>Stachybotrys</i>	<i>chartarum</i>	Siano i słoma, papier, gleba	Płyty gipsowe, rury izolacyjne
<i>Ulocladium</i>	<i>chartarum i atrum</i>	Gleba, obornik, trawy	Drewno, tapety, płyty gipsowe
<i>Trichoderma</i>	<i>harzianum, viride, longibrachiatum</i>	Mokre drewno, gleba	Głównie na drewnie
<i>Alternaria</i>	<i>tenuissima</i>	Saprofit na roślinach, żywności, zbożach, liściach	Tapety, gips
<i>Aureobasidium</i>	<i>pullulans</i>	Gleba, liście, zboża	Farby szczególnie w łazienkach, na ramach okiennych, obrazach
<i>Rhodotorula</i>	<i>mucilaginosa</i>	Powietrze, gleba, nabiał, rośliny, zwierzęta, woda jeziorna i oceaniczna	Farby, drewno
<i>Phoma</i>	<i>sp.</i>	Materiały roślinne, gleba	Farby, drewno, tapety, uszczelki, szczególnie w łazienkach

Materiały i metody

Do przeprowadzenia analizy mikologicznej pobrano materiał z dziewięciu domów jednorodzinnych zalanych wodą podczas powodzi na terenie miejscowości Stara Wieś koło Nowej Soli w woj. lubuskim. Próby pobrano z powierzchni przegród budowlanych. Były to fragmenty murów, tynki, materiały wykończeniowe: farby, tapety, spoiny i inne.

Próby te zostały pobrane bezpośrednio na szalki Petri'ego zawierające pożywki syntetyczne Czapek-Doxa i SNA oraz pożywkę naturalną – agar słodowy.

Pobrane próby grzybów pleśniowych inkubowano w temperaturze pokojowej 18-22 °C z zachowaniem rytmu dobowego dnia i nocy. Czas hodowli wyizolowanych gatunków grzybów pleśniowych wynosił 21 dni.

Po upływie 21 dni grzyby pleśniowe oznaczono do gatunku za pomocą mikroskopu i binokularu oraz posługując się kluczami i atlasami do oznaczeń taksonomicznych [Piontek 1998].

Wyniki

Analiza mikologiczna dziewięciu zalanych wodami powodziowymi budynków wykazała, iż dwa z nich nie posiadały widocznego zapleśnienia, w jednym występowały 2 gatunki grzybów pleśniowych tworzące na ścianach niewielkie naloty, natomiast w czterech budynkach proces porażenia pleśniowego był zaawansowany. W dwóch badanych budynkach grzyby pleśniowe pokrywały całe wnętrza i w tych budynkach liczba wyizolowanych i oznaczonych grzybów pleśniowych była największa i wynosiła ponad 20 gatunków [Piontek 1998].

Z przeprowadzonych badań wynika, iż w zalanych budynkach rozwinęły się licznie sprzężniaki (*Abisidia*, *Mucor*, *Rhizopus* i *Thamnidium*) – 9 gatunków, kropidlaki (*Aspergillus*) – 7 gatunków, pędzlaki (*Penicillium*) – 4 gatunki i sierpiki (*Fusarium*) – 4 gatunki. Ogółem wyizolowano 44 gatunki grzybów pleśniowych należących do 23 rodzajów [Piontek 1998]. Wśród wyizolowanych rodzajów znalazły się m.in. *Ulocladium* sp., *Trichoderma* sp., które zostały wymienione w tabeli 2.

Na terenie województwa lubuskiego przeprowadzono analizy mikologiczne w 172 zainfekowanych grzybami pleśniowymi pomieszczeniach mieszkalnych i użytkowych. Wśród badanych pomieszczeń 14 obiektów było bardzo mokrych. Wyizolowane gatunki z tych pomieszczeń przedstawione zostały w tabeli 3.

W badanych obiektach występowały bardzo liczne kolonie bakterii, wyizolowano i oznaczono 13 gatunków grzybów pleśniowych należących do 10 rodzajów (tab. 3). Z grzybami pleśniowymi i bakteriami występowały także nicienie (*Nematoda*) oraz roztocze (*Acarina*). Z przeprowadzonych badań wynika, iż w obiektach zalanych przez powódź występuje znacznie więcej gatunków i rodzajów grzybów pleśniowych niż w obiektach mokrych zawilgoconych z innych powodów niż powódź.

Tab. 2. Wyniki analizy mikologicznej w budynkach domów jednorodzinnych uszkodzonych na skutek powodzi w województwie lubuskim w 1997 roku [Piontek 1998]

Lp.	Gatunek grzyba pleśniowego	Lp.	Gatunek grzyba pleśniowego
1.	<i>Abisidia glauca</i> Hagem	23.	<i>Curvularia lunata</i> Boedijn
2.	<i>Mucor circinelloides</i> van Tieghem	24.	<i>Doratomyces stemonitis</i> Mort. et Smith
3.	<i>M. hiemalis</i> Wehmer	25.	<i>Fusarium aquaeductum</i> Lagerheim
4.	<i>M. mucedo</i> Fresenius	26.	<i>F. culmorum</i> Saccardo
5.	<i>M. piriformis</i> Fischer	27.	<i>F. poae</i> Wollenweber
6.	<i>M. plumbeus</i> Bonorden	28.	<i>F. solani</i> Saccardo
7.	<i>M. racemosus</i> Fresenius	29.	<i>Gliomastix convoluta</i> Mason
8.	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.)Lind.	30.	<i>Humicola grisea</i> Traem
9.	<i>Thamnidium elegans</i> Link	31.	<i>Trichophyton ajelloi</i> Ajello
10.	<i>Acremonium charticola</i> W.Gams	32.	<i>Chrysonilia sitophila</i> v.Arxa
11.	<i>A. murorum</i> W. Gams	33.	<i>Paecilomyces varioti</i> Bainier
12.	<i>A. strictum</i> W. Gams	34.	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom
13.	<i>Arthrimum phaeospermum</i> Ellis	35.	<i>P. expansum</i> Link ex Gray
14.	<i>Aspergillus candidus</i> Link	36.	<i>P. funiculosum</i> Thom
15.	<i>A. clavatus</i> Desmazieres	37.	<i>P. janthinellum</i> Biourge
16.	<i>A. niger</i> van Tieghem	38.	<i>P. thomii</i> Maire
17.	<i>A. terreus</i> Thom	39.	<i>Exophiala jeanselmei</i> (Emmons)
18.	<i>A. ustus</i> Thom et Church	40.	<i>Trichoderma viride</i> Pers. Ex Fries
19.	<i>A. versicolor</i> Tiraboschi	41.	<i>Trichothecium roseum</i> L. ex Gray
20.	<i>A. wentii</i> Wehmer	42.	<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss
21.	<i>Botrytis cinerea</i> Persoon ex Fries	43.	<i>U. chartarum</i> (Preuss) Simmons
22.	<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penzig	44.	<i>Verticillium luteoalbum</i> Subramanian

Tab. 3. Gatunki grzybów pleśniowych wyizolowane z mokrych pomieszczeń na terenie województwa lubuskiego

Lp.	Gatunek grzyba pleśniowego	Frekwencja występowania (%)
1.	<i>Mucor racemosus</i> Fres.	50
2.	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom.	43
3.	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	43
4.	<i>Aspergillus flavus</i> Link	28
5.	<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tiraboschi	14
6.	<i>Ulocladium chartarum</i> (Preuss) Simmons	14
7.	<i>Penicillium commune</i> Thom	14
8.	<i>Tritirachium oryzae</i> (Vinces) de Hoog	14
9.	<i>Acremonium strictum</i> W.Gams	7
10.	<i>Aureobasidium pullulans</i> (De Bary) Arnaud	7
11.	<i>Cladosporium macrocarpum</i> Preuss	7
12.	<i>Doratomyces stemonitis</i> (Person ex Fries) Morton et Smith	7
13.	<i>Fusarium aquaeductum</i> Lagerheim	7

Dyskusja

Na terenie województwa lubuskiego analizowano porażenie pleśniowe w 172 pomieszczeniach mieszkalnych, które były zainfekowane grzybami pleśniowymi z innych przyczyn niż powódź [Piontek 2004]. Wśród wyizolowanych i oznaczonych grzybów pleśniowych z badanych obiektów nie pojawiło się 9 gatunków grzybów, które wystąpiły w budynkach po powodzi. Są to: *Aspergillus candidus*, *A. wentii*, *Curvularia lunata*, *Fusarium poae*, *Gliomastix convoluta*, *Humicola grisea*, *Trichophyton ajelloi*, *Chrysonilia sitophila*, *Exophiala jeanselmei*. Potwierdza to fakt, iż w budynkach popowodziowych, występuje większe bogactwo grzybów pleśniowych pod względem liczby gatunków i rodzajów, ze względu na dostęp do substancji organicznych naniesionych wraz z wodami powodziowymi. Wśród analizowanych pomieszczeń mieszkalnych 13 obiektów było bardzo mokrych, jednak skład gatunkowy grzybów pleśniowych w takich obiektach był dużo niższy niż w obiektach popowodziowych.

W celu określenia zagrożenia toksycznego rok po powodzi na rzece Wiśle w 2002 roku zespół mikologów uniwersytetu z Bydgoszczy przeprowadził badania zapleśniałych materiałów budowlanych pobranych z domów popowodziowych Południowej (Zembrzyce, Budzów, Baczyn, Maków Podhalański) i Północnej (Gdańsk) Polski.

Z przeprowadzonych badań wynika, że na ścianach występowało 8 (na Północy) i 15 (na Południu) różnych rodzajów grzybów pleśniowych, włączając rodzaj *Stachybotrys*. Wyizolowane grzyby pleśniowe należały głównie do rodzajów: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Acremonium* i *Aspergillus*. Surowe ekstrakty siedmiu z dwunastu prób badanych okazały się cytotoksyczne. Wyniki te korelują z obecnością roridyny A i świadczą o obecności makrocyklicznych trichotecen w zapleśniałych obiektach z terenów popowodziowych [Twarużek i in. 2004].

Wnioski

1. W budynkach popowodziowych występuje inny skład gatunkowy grzybów pleśniowych, niż w budynkach porażonych grzybami pleśniowymi z innych powodów. Różnica ta wynika z tego, że z wodami powodziowymi zostaje naniesiony różnorodny materiał organiczny, co pozwala na szeroki i bogaty rozwój grzybów pleśniowych przejawiający się znaczną ilością rodzajów i gatunków grzybów pleśniowych.
2. Grzyby pleśniowe poprzez zarodniki, fragmenty grzybni oraz syntezę mikotoksyn stwarzają potencjalne zagrożenie dla zdrowia mieszkańców zainfekowanych pomieszczeń, dlatego ważnym jest szybkie przystąpienie do remontu i konserwacji budynku uszkodzonego na skutek powodzi.

Literatura

1. KOZARSKI P.: *Konserwacja domu*. Wyd. II. Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, ss. 341, Wrocław 1997
2. KRAJEWSKI K.J.: *Zwalczanie korozji biologicznej w budynkach*. W: pr. zbior. Ważny J, Karyś J. Ochrona budynków przed korozją biologiczną. Arkady, ss.374, Warszawa 2001
3. LIBUDZISZ Z., KOWAL K.: pr. zbior. *Mikrobiologia techniczna*. T.2. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, ss. 337, Łódź 2000
4. MAJEWSKI W., JASIŃSKA E., KOLERSKI T., OLSZEWSKI T. *Zagrożenia powodziowe Gdańska oraz proponowane zabezpieczenia w świetle powodzi w lipcu 2001 r.* Gospodarka Wodna. Nr 7/2006, ss. 260-267, 2006
5. MAŁECKI Z., pr. zbior.: *Destrukcja obiektów i materiałów budowlanych [Destruction of the objects and building materials]*. Problemy sozologiczne aglomeracji miejsko – przemysłowych. Komitet Inżynierii Środowiska PAN, Biuletyn 1, 1996

6. MENDALUK J., SZENFELD M.: *Stan Środowiska w Województwie Lubuskim w latach 1997-1998*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, s. 235-259, Zielona Góra - Gorzów Wlkp. 1999
7. MKOOpZ.: *Międzynarodowa Komisja Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem. Dorzecze Odry. Powódź 1997*. KORAB, ss.150, Wrocław 1999
8. MIKULSKI Z.: *Gospodarka wodna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, ss. 202, Warszawa 1998
9. NIELSEN K.F.: *Mould growth on building materials. Secondary metabolites, mycotoxins and biomarkers*. Ph.D. thesis. Hørsholm DK, By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut, Danish Building and Urban Research, ss. 106, 2002
10. PIONTEK M.: *Grzyby pleśniowe i ocena zagrożenia mikotoksycznego w budownictwie mieszkaniowym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Zielonogórskiego, ss. 174, Zielona Góra 2004
11. PIONTEK M.: *Grzyby pleśniowe w obiektach budowlanych nad Odrą po letniej powodzi 1997 roku. Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry. Sytuacja po powodzi 1997 roku*, s. 436-443, Zielona Góra 1998
12. RYMSZA B.: *Biodeterioracja pleśniowa – nieszczęście, którego można uniknąć*. Alergia. Nr 1/23, s.39-43, 2005
13. TWARUŻEK M.: *Wykorzystanie biologicznych testów (MTT, Premi®Test) w ocenie skażeń pomieszczeń mieszkalnych mikotoksynami grzybów pleśniowych*. Praca doktorska. Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, ss. 119, Bydgoszcz 2005
14. TWARUŻEK M., GRAJEWSKI J., GAREIS M., DIETRICH R., MIKLA-SZEWSKA B., KUMIŃSKA K.: *Toksyczne skażenie grzybami i mikotoksynami uszkodzonych wodą mieszkań*. [W:] Mikotoksyny i patogenne pleśnie w środowisku. VII Międzynarodowa Konferencja Naukowa. Akademia Bydgoska, s.103-108, Bydgoszcz 2004
15. ŻAKOWSKA Z.: *Mikroorganizmy w procesie biodeterioracji i biodegradacji materiałów technicznych*. W: Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa. Politechnika Łódzka, s. 12-15, Łódź 2006

MOULDS IN HOUSING BUILDINGS AFTER FLOODS

Key words: moulds, housing buildings, flood

S u m m a r y

Problem of moulds in buildings is especially important in Europe and Poland territory as effect of many floods. There are performed mycological buildings partitions analysis in buildings from floods area because moulds caused biodegradation and biodeterioration of buildings materials and are harmful to people health. Mycological analysis experimented in Institute of Environmental Engineering showed that in such building are much more species of moulds than in buildings with dampness from another reasons. It is because floods water contain organic materials what caused such number of moulds as various is this material (foods, soil, wastes, cesspit, plant products, compost, dead animals, sediment from sewage treatment plant and other).