

Marlena PIONTEK, Izabela ŻUREK*

GRZYBY PLEŚNIOWE W BUDOWNICTWIE NA TLE WARUNKÓW FIZYCZNO – CHEMICZNYCH PODŁOŻA

Streszczenie

Analizowano występowanie pleśni na tle fizyczno – chemicznych cech, zagrybionych tynków. Badane tynki wykazały duże zróżnicowanie pod względem mykologicznym. Stwierdzono wyraźną prawidłowość pomiędzy próbami zapleśniałymi i kontrolnymi w zakresie badań fizyczno – chemicznych podłoża.

1. WSTĘP

Z biologicznego punktu widzenia rozpowszechnienie grzybów pleśniowych jest uwarunkowane produkcją bardzo licznych zarodników oraz niezwykle skromnymi wymaganiami żywieniowymi, środowiskowymi i mikroklimatycznymi.

Struktura przegród budowlanych: materiały wykończeniowe, izolacyjne a także budowlane zawierają w swoim składzie wszystkie niezbędne do rozwoju grzybów substancje, mineralne i organiczne. Jeśli te ostatnie są w minimalnych ilościach, to dla drobnoustrojów stanowią wystarczające źródło związków węgla i azotu. Stosowane aktualnie w budownictwie materiały wykończeniowe (farby, kleje poliwinylowe), jak również rozdrobnione składniki ligno - celulozowe ułatwiają wzrost i rozprzestrzenianie grzybów, [M. Doleżał i inni, 1990].

Występowanie grzybów pleśniowych w budownictwie wiąże się z pojęciem – biokorozji. Korozja jest to termin, który dawniej stosowany był przede wszystkim przy opisie zjawisk niszczenia metali. Obecnie jego znaczenie jest szersze. Używany jest do określenia procesów, zachodzących pod wpływem czynników chemicznych, fizycznych i biologicznych w różnych materiałach, [Z. Małecki i inni, 1996]. W wyniku korozyjnego oddziaływania środowiska, następuje zwykle pogorszenie ich właściwości użytkowych, a w przypadkach skrajnych całkowite zniszczenie substancji materialnej, [Z. Małecki i inni, 1996].

Najczęściej różne rodzaje korozji występują równolegle. Niszczenie substancji materialnych, znajdujących się w danym środowisku, powodowane jest selektywnym względnie synergistycznym oddziaływaniem czynników chemicznych, fizycznych i

* dr inż. Marlena Piontek - Zakład Odnowy Środowiska, Politechnika Zielonogórska
mgr inż. Izabela Żurek - Zakład Technologii Wody, Ścieków i Odpadów, Politechnika Zielonogórska

biologicznych. W przypadku materiałów budowlanych procesy korozji zachodzą głównie w środowisku atmosferycznym, ponieważ przeważająca część konstrukcji budynków jest wystawiona na działanie czynników klimatycznych oraz zanieczyszczeń powietrza. Malecki i inni (1996) wyróżniają następujące typy korozji: fizyczna, chemiczna, fizyko - chemiczna, biologiczna.

W literaturze fachowej nie napotkano prac, w których występowanie grzybów pleśniowych w obiektach budowlanych analizowanoby na tle fizyczno - chemicznych cech podłoża.

Wobec powyższego uznano za celowe przeprowadzenie stosownych badań (patrz. rozdz. 2)

2. MATERIAŁY I METODY

Badania nad występowaniem grzybów pleśniowych w budownictwie oraz ich wpływem na warunki fizyczno - chemiczne zasiedlonego podłoża prowadzono na terenie miasta Zielonej Góry i woj. zielonogórskiego w Mostkach k. Świebodzina i we wsi Wykroty. Do analiz: biologicznej i fizyczno - chemicznej pobrano próby z pięciu obiektów budowlanych:

- nr 1 - budynek gospodarski zbudowany z cegły w trakcie adaptacji na mieszkanie, wieś Wykroty, woj. zielonogórskie; brak izolacji poziomej i pionowej, podciąganie wody gruntowej,
- nr 2 - łazienka w bloku z cegły, Zielona Góra, ul. Podgórna; mieszkanie szczytowe, niska izolacyjność cieplna,
- nr 3 - część mieszkalna (sypialnia) w zamku z cegły w Mostkach k. Świebodzina; zniszczone orynowanie obiektu, zacieki,
- nr 4 - kuchnia w wieżowcu z płyt betonowych, Zielona Góra, Al. Wojska Polskiego; mieszkanie szczytowe, niska izolacyjność cieplna, przemarzanie ścian,
- nr 5 - komin wentylacyjny z cegły w laboratorium dydaktycznym, Budynek Budownictwa PZ, Zielona Góra, ul. Podgórna; nieszczelne i nierówne pokrycie dachu, zacieki do komina wentylacyjnego.

2.1 Analiza mykologiczna

Do analizy mykologicznej pobierano próby z widocznymi oznakami pleśnienia. Grzyby izolowano z wewnętrznych powierzchni przegród budowlanych - fragmenty murów, tynki, materiały wykończeniowe: farby, spoiny i inne. Pobrane próby wykładano na powierzchnię pożywki syntetycznej Czapek - Doxa i SNA oraz na pożywkę naturalną - agar słodowy używając płytek Petri'ego, [O. Fassatiowa, 1983, H. Kwaśna, 1991].

Próby inkubowano w temperaturze pokojowej 18° - 22° C z zachowaniem rytmu dobowego dnia i nocy. Czas hodowli i obserwacji dla wyizolowanego gatunku wynosił około 21 dni.

Grzyby oznaczano na podstawie analizy makroskopowej i mikroskopowej. Do oznaczeń używano kluczy i atlasów [K. B. Raper, Ch. Thom, 1949, S. D. Garret, 1963, H. L.

Barnett, 1965, K. B. Raper, D. J. Fennell, 1965, C. J. Alexopoulos, 1966, H. Zycha, R. Siepmann, 1969, J. I. Pitt, 1979, B. Sałata, W. Rudnicka – Jezierska, 1979, A. Skirgiełło, M. Zadara, M. Ławrynowicz, 1979, K. H. Damsch, W. Gams, Anderson Traute – Heidi, 1980, O. Fassatiowa, 1983, G. C. Ainsworth, F. K. Sparrow, A. S. Sussman, 1992, G. S. de Hogg, J. Guarro, 1995].

2.2 Analiza fizyczno – chemiczna

Materiał do analizy fizyczno – chemicznej stanowiły dwa rodzaje prób z wewnętrznych przegród budowlanych; z powierzchni 0,25 m² i grubości warstwy podłoża (tynki wewnętrzne) około 3mm, pobrano:

- w miejscach z widocznymi oznakami pleśnienia i analizowano w stanie świeżym (wilgotne) i po doprowadzeniu do stanu powietrzno suchego (próby nr 1, 2, 3, 4 i 5),
- w miejscach bez widocznych oznak pleśnienia i analizowano w stanie świeżym (wilgotne) i po doprowadzeniu do stanu powietrzno suchego (próby kontrolne nr 4₀ i 5₀).

Powietrznie suchą próbę rozcierano w moździerzu, po czym przesiewano przez sito o średnicy oczek 1 mm; [S. Kalembas, 1989].

Wykonano następujące oznaczenia:

- odczyn; metodą potencjometryczną przy stosunku (próbka : woda) 1:2,5
- zawartość substancji organicznych; metodą miareczkową Walkleya wg Grewelinga - Peecha, [O. Nowosielski, 1974],
- sód, potas, wapń, magnez, cynk, ołów, kadm, nikiel, miedź, chrom ogólny; metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS), (wg PN – 92/C – 04570/01).

3. WYNIKI

3.1 Badania mykologiczne

W próbach tynków pobranych z 5 obiektów, stwierdzono obecność 16 gatunków pleśni oraz drożdże (n. o.).

Uzyskane wyniki okazały się pod względem jakościowym wysoce zróżnicowane, bowiem każdy zidentyfikowany gatunek pojawił się w badanym materiale tylko jeden raz (Tab. 1).

TABELA 1

Analiza mykologiczna prób tynków pobranych w pomieszczeniach mieszkalnych i budynku gospodarskim.

Numer próby	Nazwa gatunku (pleśni)
1	<i>Thamnidium elegans</i> Link <i>Penicillium notatum</i> Westling <i>Verticillium malthousei</i> Ware <i>Geotrichum candidum</i> Link <i>Fusarium solani</i> (Martius) Saccardo <i>Stachybotrys chartarum</i> Hughes Drożdże n. o.
2	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresenius) de Vries <i>Acremonium strictum</i> W. Gams <i>Mucor racemosus</i> Fresenius
3	<i>Verticillium tenerum</i> Ness <i>Penicillium expansum</i> Link Drożdże n. o.
4	<i>Trichoderma koningii</i> Oudemans <i>Alternaria tenuissima</i> (Fries) Wiltshire
5	<i>Alternaria consortiale</i> (Thümen) Hughes <i>Penicillium thomii</i> Maire <i>Mucor circinelloides</i> van Tieghem

Najwięcej grzybów wyizolowano w budynku gospodarskim z cegły we wsi Wykroty (próba nr 1), najmniej w wieżowcu zbudowanym w systemie wielko – płytowym z betonu (próba nr 4). Przegrody budowlane z cegły w pozostałych obiektach zasiedlały po 3 gatunki pleśni. W dwóch próbach (nr 1 i 3) pleśniom towarzyszyły drożdże.

3.2 Badania fizyczno – chemiczne

TABELA 2

Charakterystyka fizyczno – chemiczna tynków zagrzybionych (nr 1- 5) oraz prób kontrolnych (nr 4₀, 5₀)

Wskaźnik	Jednostka	Numer próby						
		1	2	3	4 ₀	4	5 ₀	5
Wilgotność	%	nb	nb	nb	3,1	5,1	3,2	5,3
Odczyn	pH	7,72	10,26	8,24	9,63	9,19	8,20	8,00
Substancje organiczne	%	3	0,6	0,3	0,90	1,5	0,50	0,98
Zasadowość ogólna	%CaCO ₃	47,33	nb	69,03	43,2	56,7	92,5	68,7
Makroskładniki								
Sód	g/kg s.m.	0,293	0,328	0,860	0,191	0,436	0,194	0,523
Potas	g/kg s. m.	0,506	0,451	4,015	0,306	0,396	0,691	1,591
Magnez	g/kg s. m.	1,787	7,889	7,632	13,407	13,705	13,232	13,475
Wapń	g/kg s. m.	114	82	151	93	108	302	198
Metale ciężkie								
Ołów	mg/kg s. m.	69	2341	315	963	113	56	85
Kadm	mg/kg s. m.	3,5	6,0	4,3	8	6	5	7
Miedź	mg/kg s. m.	11,4	26,0	16,0	7,9	7	9	9,9
Cynk	mg/kg s. m.	31	1181	288	21277	3542	816	664
Chrom og.	mg/kg s. m.	7	2558	35	46	11	24	39

Dostępne metody nie pozwalają na przeprowadzenie badań, określających rzeczywisty stan zagrzybionych podłoży, stąd prezentowane wyniki analiz fizyczno – chemicznych mogą w bardzo ograniczonym stopniu wyjaśnić zachodzące procesy na granicy grzybienia – podłoże.

O istnieniu oddziaływania pleśni na podłoże i odwrotnie, dowodzą wyniki badań prób zagrzybionych (nr 4 i 5) i odpowiadających im prób kontrolnych (nr 4₀ i 5₀) (Tab. 2).

Stwierdzono obecność istotnych różnic pomiędzy próbkami zapleśniałymi i kontrolnymi, które dotyczyły kilku wskaźników (oznaczeń):

- próby zapleśniałe wykazały wyższą wilgotność, wyższą zawartość substancji organicznych, sodu i potasu,

- próby kontrolne, charakteryzowały wyższe wartości odczynu i wyższe zawartości cynku (Tab. 2).

Różnice dotyczące wilgotności, odczynu i zawartości substancji organicznych są zrozumiałe i uzasadnione. Różnice w przypadku sodu i potasu mogą świadczyć o zdolności kumulacyjnej tych dwóch pierwiastków przez pleśnie.

Niezrozumiałym natomiast pozostaje pojawienie się wyższych zawartości cynku w próbach kontrolnych.

4. DYSKUSJA

Grzyby potrzebują w bardzo małych ilościach określonych składników nieorganicznych, które muszą być dostarczane z pożywieniem. Najważniejszymi z nich są jony metali ciężkich. Z reguły wystarczające są stężenia rzędu miligrama na litr lub mniej (10^{-12} do 10^{-6}). Zapotrzebowanie na magnez i żelazo jest zwykle nieco większe. Niedostatek pierwiastków śladowych w pożywieniu ogranicza zwykle wzrost lub aktywność organizmów. Wyższe stężenia tych składników są często dla nich toksyczne. Stosunkowo niskie są wartości progowe dla rtęci i miedzi, poza tym dla siarki nie związanej w postaci siarczanów lub aminokwasów. Jest to wykorzystywane w niektórych preparatach grzybobójczych. Jony metali albo są silnie związane z białkiem (np. miedź lub cynk w metaloenzymach, bez grup prostetycznych, żelazo w chelatach jako porfiryny i połączenia hemowe, lub jako ugrupowania metaloflawinowe w oksydazach i dehydrogenazach. Służą też jako aktywatory różnych przemian enzymatycznych, np. magnez w glikolizie, mangan w różnych reakcjach cyklu kwasu cytrynowego i jon chlorkowy wzmagający aktywność α -amylazy [E. Müller, W. Loeffler, 1987].

Bakterie i grzyby odgrywają ważną rolę w procesach korozji, oprócz materii organicznej, występującej w przyrodzie mogą rozkładać również materiały przerobione lub użytkowane przez człowieka. [Z. Małecki, 1996].

W obiektach budowlanych występują substancje organiczne w ilościach mniejszych niż te, które mają do dyspozycji grzyby: np. glebowe. Są to materiały wykończeniowe np. powłoki malarskie, kleje, tapety, wykładziny, masy spoinowe a także drobne pyliste cząstki różnych substancji organicznych, nagromadzone w porowatych materiałach jak tynki, mury, różnego rodzaju płyty do betonowych włącznie, [E. H. Hueck – van der Plas, 1968, A. A. Lapi, 1972, W. E. Krumbein, 1972, 1973, J. Ważny, 1978, H. Kwaśna, 1995].

W obiektach budowlanych bardzo często występują grzyby z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium* oraz grzyby z rzędu pleśniakowych (*Mucorales*) – próby nr 1 – 5, pospolicie występujące w przyrodzie, w tym w glebie [M. Piontek, w druku]. W pracach innych autorów [M. Kowalik, 1994] dotyczących sukcesji pleśni w glebach inicjalnych (surowe grunty zwałowisk pokopalnianych), stwierdzono stałą obecność pleśni z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*. Wynika to stąd, że są one zdolne do zasiedlania środowisk niesprzyjających rozwojowi większości grzybów glebowych. Długotrwałe susze nie są dla nich czynnikiem ograniczającym w przeciwieństwie do pozostałych grzybów. W przedstawionej pracy rodzaj *Penicillium* występował w trzech z pięciu analizowanych prób (nr 1, 3 i 5). W okresach suszy stwierdzono zmniejszanie się lub nawet całkowitą redukcję populacji grzybów z rzędu pleśniako-

wych (*Mucorales*). Ze znaczną częstotliwością występują one w glebach uwilgotnionych na początku okresu wegetacyjnego lub po deszczach [M. Kowalik, 1994]. Często biorą udział w procesie pleśnienia materiałów budowlanych (próba nr 1 *Thamnidium*, nr 2 i 5 *Mucor*).

Korozja chemiczna i fizyczna ułatwiają zasiedlanie materiałów budowlanych organizmom żywym. Zakres pH przy którym grzyby mogą się rozwijać jest dość szeroki (od 0,5 do 11) i zróżnicowany w zależności od gatunku grzyba. Najlepszy wzrost zachodzi na podłożach lekko kwaśnych, które występują w obiektach budowlanych ulegających destrukcji dzięki obecności kwasów: siarkowego, węglowego, azotowego i innych, [Z. Stramski, 1986].

Jedynym czynnikiem, którego brak w środowisku może ograniczyć zdolność rozwoju i namnażania grzybów, jest wysoka wilgotność podłoża niezbędna do rozwoju grzyba, zwłaszcza w początkowym okresie – kiełkowania zarodników, wytwarzania pierwszych strzępek, [M. Doleżal, 1990]. W dalszych etapach wzrostu grzyba, zapewnienie wilgoci nie jest już tak niezbędne ponieważ procesy przemian własnego metabolizmu dostarczają dalszej wilgoci do środowiska. Wyrazem tych przemian metabolicznych są obserwowane w zagrzybionych budynkach zawilgocenia oraz charakterystyczny odór stęchlizny.

5. LITERATURA

- [1] AINSWORTH G. C., Sparrow F. K., Sussman A. S.: *The fungi. A Taxonomical Review with Keys: Ascomycetes and Fungi Imperfecti*. Acad. Press., N.Y., London, 1992.
- [2] ALEXOPOULOS C. J.: *Einführung in die Mykologie*. Gustav Fisher Verlag. Jena, 1966.
- [3] BARNETT H. L.: *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publ. Co., Minneapolis, 1965.
- [4] DAMSCH K. H., Gams W., Anderson Traute – Heidi.: *Compendium of soil fungi*. Acad. Press., London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco, 1980.
- [5] DOLEŻAL M. i inni.: *Grzyby pleśniowe w budynkach mieszkalnych*. SOS PGM „Inwestprojekt”, Łódź, 1990.
- [6] FASSATIOVA O.: *Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej*. WNT. Wa-wa, 1983.
- [7] GARRET S. D.: *Soil fungi and soil fertility*. Pergamon Press, New York, 1963
- [8] HOGG de G. S., Guarro J.: *Atlas of Clinical Fungi*. Centralbureau voor Schimmelcultures. Baarn and Delft. The Netherlands, 1995.
- [9] HUECK – VAN DER PLAS E. H.: *The micro – biological deterioration of porous building materials*. Int. Biodeterior. Bull., 4(1), 1968.
- [10] KALEMBAS S., Kalembras D., Żołądek J.: *Gleboznawstwo i chemia rolnicza*, WSRP Siedlce, 1989.
- [11] KOWALIK M.: *Grzyby gleby inicjalnej rekultywowanego zwałowiska kopalni siarki „Machów”*, Arch. Ochr. Środ. 1 – 2, 1994.
- [12] KRUMBEIN W. E.: *Role des microorganismes dans la genese la diagenese et la degradation des roches en place*. Rev. Biol. Ecol. Sol., 9, 1972.

- [13] KRUMBEIN W. E.,: *Über den Einfluss von Microorganismen auf die Bausystem verwitterung eine ökologische Studie*. Deutsche Kunst und Denkmalpflege, 31, 1973.
- [14] KWAŚNA H. i inni.,: *Grzyby (Mycota), Tom XXII, Sierpik (Fusarium)*. PAN, Inst. Bot., Warszawa – Kraków, 1991.
- [15] KWAŚNA H.,: *Mykoflora występująca na zaprawie gipsowej ruin zespołu pałacowego w Lednogórze*. Ochrona Zabytków, 1, 1995.
- [16] LAPIDI A. A., Schippo G.,: *Some aspects of the growth of chemotrophic microorganisms on calcareous surfaces*. In: 1 er Colloque International sur la Deterioration des Pierres en Oeuvre. La Rochelle, 8, 1972.
- [17] MÜLLER E., Loeffler W.,: *Zarys mikologii dla przyrodników i lekarzy*. PWRiL, Warszawa, 1987.
- [18] NOWOSIELSKI O.,: *Metody oznaczania potrzeb nawożenia*. PWRiL, Warszawa, 1974.
- [19] PIONTEK M.,: *Występowanie grzybów pleśniowych w budownictwie mieszkaniowym*. Zesz. Nauk. Politechniki Zielonogórskiej, Inżynieria Środ., 6, w druku.
- [20] PITT J. I.,: *The Genus Penicillium and its teleomorphic states Eupenicillium and Talaromyces*. Acad. Press. London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco, 1979.
- [21] PRACA ZBIOROWA.,: *Ochrona budowli przed korozją biologiczną*. PZTiB, Warszawa, 1983.
- [22] PRACA ZBIOROWA pod red. Małeckiego Z.,: *Destrukcja obiektów i materiałów budowlanych*. Komitet Inżynierii Środowiska, PWN, 1996.
- [23] RAPER K. B., Thom Ch.,: *A manual of the Penicillia*. The Williams and Wilkins Company, Baltimore, 1949.
- [24] RAPER K. B., Fennel D. I.,: *The Genus Aspergillus*. The Williams and Wilkins Company, Baltimore, 1965.
- [25] SAŁATA B., Rudnicka – Jezierska W.,: *Grzyby (Mycota). Tom XII*. PAN, Warszawa – Kraków, 1979.
- [26] SKIRGIELŁO A., Zadara M., Ławrynowicz M.,: *Grzyby (mycota). Tom X*. PAN, Warszawa – Kraków, 1979.
- [27] STRAMSKI Z.,: *Korozja biologiczna w budownictwie*. CUTOB – PZiTB, Stow. Mykol. Bud., Wrocław, 1986.
- [28] WAŻNY J.,: *The influence of wood – destroying fungi on concrete*. In. Biodeterioration. Proceedings of the 4 th International Biodeterioration Symposium, Berlin, 1978. Pitman Publishing Limitet and The Biodeterioration Society, London, 1980.
- [29] ZYCHA H., Siepmann R.,: *Mucorales*. D – 3301 Lehre, Verlag von J. Cramer, 1969.