

KOMUNIKATY – REPORTS

Joanna Kałasa*

BIODEGRADACJA PRZECIWWILGOCIOWYCH MATERIAŁÓW IZOLACYJNYCH

Przeciwwilgociowe materiały izolacyjne są stosowane w warunkach o dużym stałym lub okresowym działaniu mikroorganizmów – grzybów domowych i pleśni zawartych w glebie i powietrzu. W artykule dokonano oceny wpływu mikroorganizmów znajdujących się w glebie oraz grzybów pleśniowych wyhodowanych w laboratorium – na kilkanaście materiałów izolacyjnych produkcji krajowej, stosowanych w budownictwie. Przedstawiono metody badań oraz wpływ oddziaływania organizmów na takie parametry materiałów, jak wytrzymałość na rozciąganie, przesiąkliwość i ubytek masy. Stwierdzono, że bioodporność przeciwwilgociowych materiałów izolacyjnych określana metodą wizualną jest podstawowym kryterium kwalifikującym do dalszych badań laboratoryjnych polegających na pomiarze ubytku masy badanego materiału na skutek oddziaływania grzybów pleśniowych.

1. Wstęp

Zagadnienie biodegradacji przeciwwilgociowych materiałów izolacyjnych jest stosunkowo mało rozpoznane. Istnieje bardzo dużo przeciwwilgociowych materiałów izolacyjnych o różnym przeznaczeniu, składzie chemicznym i właściwościach, w tym również odporności na korozję biologiczną.

Wymienić tu należy takie grupy materiałów jak:

- papy asfaltowe na tekturze budowlanej, welonie z włókien szklanych, włókninie z tworzyw sztucznych, tkaninie z włókien naturalnych, taśmie aluminiowej itp.,
- papy smołowe (na tekturze budowlanej),
- folie budowlane z tworzyw sztucznych (z polietylenu, polichlorku winylu),
- rolowe materiały na bazie kauczuku,
- masy asfaltowe (lepiki, emulsje, dyspersje),
- masy smołowe.

Wiele z tych materiałów może stanowić źródło pokarmu dla mikroorganizmów i ulegać biodegradacji. Jest to tym bardziej istotne, że materiały te z racji swojego przeznaczenia stosowane są z reguły w warunkach o dużym, stałym lub okresowym zagrożeniu biodegradacją (w basenach, jako materiały pokryciowe lub mające kontakt z gruntem).

*mgr – st. specjalista w ITB

Zdarza się daleko posunięty rozkład pap spowodowany przez grzyby domowe i pleśniowe – w przyziemiu budynku.

Odporność na biodegradację ma szczególne znaczenie w przypadku przeciwwilgociowych izolacji poziomych w ścianach budynków, chroniących przed infiltracją wody z podłoża. Występuje duże zróżnicowanie w podatności tej grupy materiałów na wpływy biologicznych czynników destrukcyjnych, takich jak grzyby i bakterie – na przykład pap-karton i tkanina jutowa stosowane jako osnowa ulegają znacznej biodegradacji.

Lepiki asfaltowe są bardziej odporne od tkanin, choć także ulegają biologicznemu zniszczeniu, w odróżnieniu od lepików smołowych, które są odporne, ale mogą być stosowane w budownictwie z dużymi ograniczeniami.

Również tworzywa sztuczne charakteryzują się różną podatnością na rozkład biologiczny. Zagadnienie to jest tym bardziej istotne, że z reguły materiały te są narażone na kontakt z wilgocią, co szczególnie sprzyja rozwojowi grzybów i bakterii.

W odniesieniu do materiałów izolacyjnych przeciwwilgociowych brak jest obligatoryjnych metod badawczych, kryteriów oceny i wymagań w zakresie biodporności. Materiały te są stosowane z reguły w warunkach wysokiego zagrożenia biodegradacją. Metody badawcze stosowane w przypadku innych materiałów budowlanych – takich jak farby, kleje i tapety – są zbyt łagodne lub krótkotrwałe, aby mogły być stosowane do oceny materiałów przeciwwilgociowych.

W związku z koniecznością dokładnego rozpoznania omawianego zagadnienia, w Zakładzie Drewna i Korozji Biologicznej podjęto pracę naukowo-badawczą mającą na celu ustalenie metod badawczych, kryteriów oceny i wymagań w zakresie biodporności materiałów izolacyjnych takich jak papy, folie i lepiki.

Jako kryteria oceny stosowane dla tych materiałów – niezależnie od warunków ich ekspozycji w określonej metodzie badawczej – należy wymienić kryteria wytrzymałościowe, ubytki masy, przesiąkliwość itp.

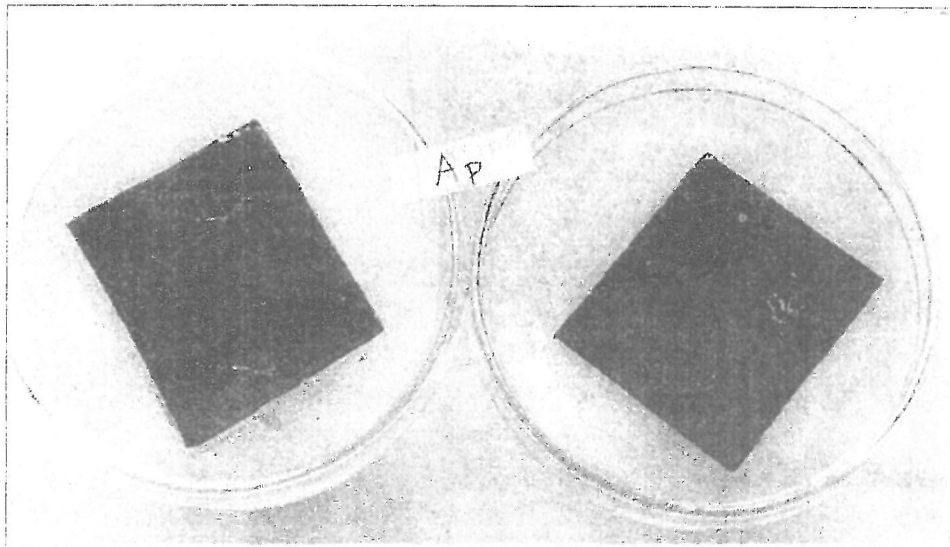
2. Metody badań

Metody badań podzielono na trzy główne grupy:

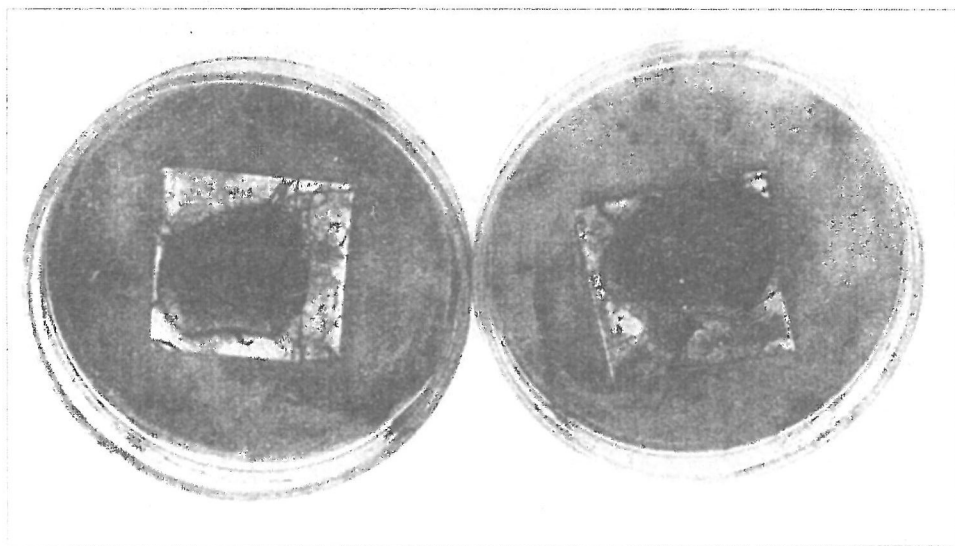
Metody szalkowe. Próbkki materiałów poddawanych badaniu umieszczano na pożywkach agarowych używanych w laboratoriach biochemicznych. Zważone próbki pap kładziono na pożywkach i po zainfekowaniu zarodnikami pleśni przechowywano w cieplarkach. Fotografia 1 obrazuje, w jaki sposób przeprowadzono badania w szalkach Petriego. Ciekłe materiały izolacyjne, takie jak lepiki i masy asfaltowe, badano nakładając próbki na prostokąty z folii aluminiowej, dokładnie zważone (fot. 2) i po upływie określonego czasu inkubacji w cieplarkach oceniano metodą wizualną oraz na podstawie ubytku masy.

Metody glebowe. Próbkki umieszczano w glebie w określonych warunkach. W warunkach laboratoryjnych badano wpływ mikroorganizmów znajdujących się w glebie na papę. W ziemi umieszczonej w akwarium zakopano paski papy o wymiarach 200 × 50 mm (fot. 3) i po upływie 6, 9, 12 miesięcy poddawano je badaniom wytrzymałościowym.

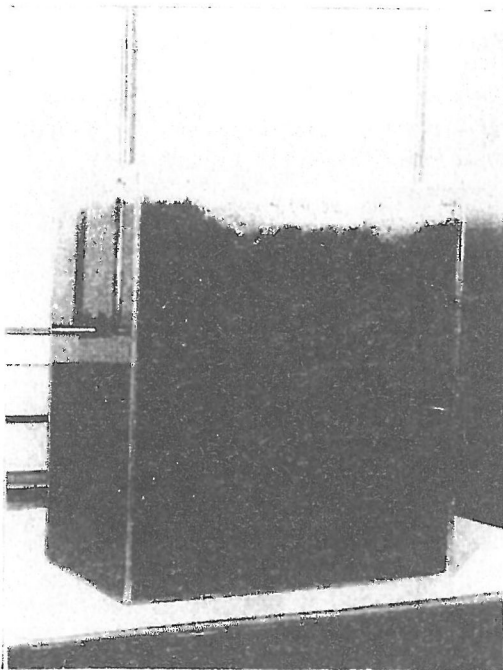
Metody akwariowe. Próbki pap zainfekowane zarodnikami grzybów pleśniowych umieszczano w akwariach z wodą na dnie i przechowywano w ciepłarkach (fot. 4). Próbki te po 3, 6, 9 miesiącach były poddawane badaniom wytrzymałościowym. Równocześnie po zmyciu pleśni i wyschnięciu próbki były badane na przesiąkliwość. Na fotografii 5 pokazano próbki pokryte pleśniami przeznaczone do badań na przesiąkliwość.



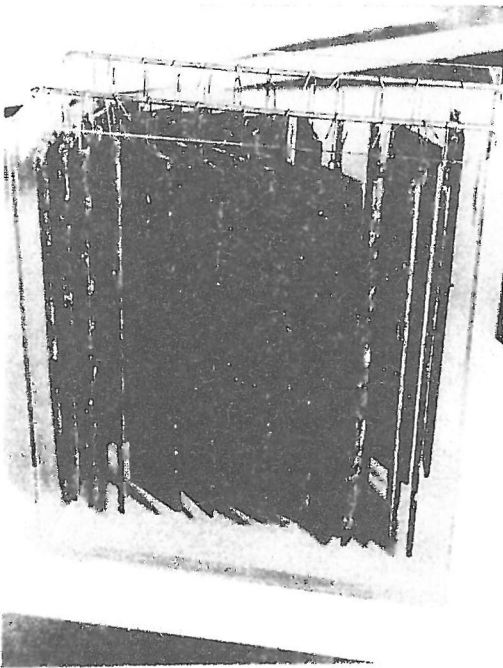
Fot. 1. Próbki papu przygotowane do badań metodą szalkową na pożywce BMSA



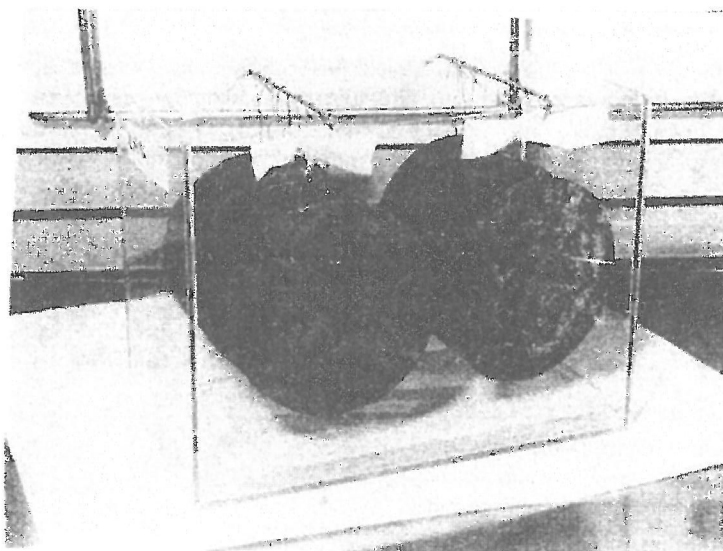
Fot. 2. Próbki lepiku asfaltowego na gorąco ułożone w szalkach Petriego na pożywce BMSA z glukozą



Fot. 3. Akwarium wypełnione ziemią kompostową mineralizowaną, w której zakopane są paski papy badanej następnie na wytrzymałość



Fot. 4. Próbkę papy zainfekowane zarodnikami grzybów pleśniowych umieszczone w akwarium z warstwą wody na dnie



Fot. 5. Próbki papy pokryte pleśniami. Po zmyciu pleśni i wyschnięciu były poddane badaniu na przepiękliwość

Jako kryterium oceny przyjęto wzrost grzybów pleśniowych na powierzchni próbek, ustalany wizualnie – makro- bądź mikroskopowo.

W literaturze wymienia się bardzo wiele mikroorganizmów: grzybów pleśniowych, bakterii, promieniowców, które powodują biodegradację materiałów przeciwwilgociowych, przy czym w przypadku wielu materiałów są to te same rodzaje i gatunki mikroorganizmów.

Jako najczęściej występujące i atakujące wiele różnych materiałów wymieniane są następujące mikroorganizmy:

Grzyby

Aspergillus niger	Aspergillus versicolor
Trichoderma viride	Cladosporium herbarium
Aspergillus flavus	Pullularia pullulans
Penicillium funiculosum	Stachybotrys atra
Penicillium citrinum	Paecilomyces variotti
Chaetomium globosum	

Bakterie

Pseudomonas	Flavobacterium
Micrococcus	Achromobacter

Promieniowce

Mycobacterium	Streptomyces
Nocardia	

Do badań wybrano następujące grzyby testowe:

- *Aspergillus niger* – porastający obficie wiele materiałów i odporny na sole miedzi,
- *Trichoderma viride* – atakujący tkaniny celulozowe i tworzywa sztuczne,
- *Chaetomium globosum* – powodujący rozkład celulozy i materiałów tekstylnych,
- *Penicillium funiculosum* – atakujący wiele materiałów, szczególnie tekstylia,
- *Paecilomyces variotti* – atakujący tworzywa sztuczne i skórę,
- *Cladosporium* sp. – rosnący na różnych gatunkach bitumitów

oraz zastosowano zestaw niezidentyfikowanych mikroorganizmów glebowych zawartych w 10-procentowym wyciągu glebowym z ziemi kompostowej niemineralizowanej.

3. Materiały przeciwwilgociowe poddane badaniom

Badaniom zostały poddane następujące materiały:

- welon szklany bezkrochmalowy,
- welon szklany z krochmalem,
- papa na welonie bezkrochmalowym,
- papa na welonie krochmalowym,
- włókno Priorad,
- włóknina B,
- Hydrogum na włókninie Priorad,
- Dysperbit,
- Dysperbit + Askovin,
- Bitgum (dysp. asfaltowo-gumowa),
- masa pakowo-poliuretanowa,
- papa asfaltowa W-400/1200 na tekturze,
- papa asfaltowa podkładowa na osnowie z włókniny poliestrowej PZ-300,
- Cyklolep R,
- Cyklolep KL,
- masy asfaltowo-kauczukowe bez wypełniaczy na zimno,
- lepik asfaltowy na gorąco,
- papa asfaltowa podkładowa P-300/1100,
- papa Polbit PF-250/4000,
- masa hydroizolacyjna asfaltowo-żywiczna Izobud B.

4. Wyniki badań i ich omówienie

W początkowej fazie badań przetestowano kilka pożywek, aby wybrać optymalną dla rozwoju grzybów pleśniowych na materiałach izolacyjnych. Przebadano intensywność wzrostu mikroorganizmów na pożywce BMSA, BMSA z glukozą, Czapek-Doxa, Czapek-Doxa z sacharozą i na pożywce agarowej.

W badaniach przeprowadzonych metodą szalkową jako podłoże w szalkach Petriego zastosowano pożywkę BMSA z glukozą lub bez oraz pożywkę agarową.

Badania przeprowadzono w następujący sposób: na wysterylizowanej i zestalonej pożywce układano próbki badanych materiałów przeciwwilgociowych i infekowano je

zarodnikami grzybów pleśniowych wyhodowanymi w laboratorium lub znajdującymi się w 10-procentowym wyciągu glebowym. Tak przygotowane próbki umieszczano w cieplarkach w temperaturze $27 \pm 5^{\circ}\text{C}$, wilgotności $90 \pm 5\%$. Po miesiącu, trzech lub dłuższym okresie oceniano odporność badanego materiału.

Wyniki badań wzrostu grzybów pleśniowych na niektórych z wyżej wymienionych materiałów przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Ocena bioodporności (klasyfikacja) materiałów hydroizolacyjnych przeprowadzona w latach 1994-1996

Lp.	Rodzaj materiału	Rodzaj mikroorganizmów niszczących	Rodzaj pożywki	Klasyfikacja wyrobu
1	2	3	4	5
1	Welon szklany bezkrochmalowy	Aspergillus niger Chaetomium globosum Trichoderma viride	BMSA BMSA+ glukoza	nieodporny
2	Welon szklany z krochmalem			nieodporny
3	Papa na welonie bezkrochmalowym			nieodporny
4	Papa na welonie krochmalowym			nieodporny
5	Włóknina Priorad			nieodporny
6	Włóknina B			nieodporny
7	Hydrogum na włókninie Priorad – włóknina ku górze, – włóknina ku dołowi			– praktycznie odporny, – nieodporny
8	Dysperbit	grzyby testowe jw. wyciąg glebowy	odporny, praktycznie odporny	
9	Dysperbit + Askovil	grzyby testowe jw. wyciąg glebowy	odporny, praktycznie odporny	
10	Bitgum (dyspersja asfaltowo-gumowa)	grzyby testowe jw. wyciąg glebowy	nieodporny, nieodporny	
11	Masa pakowo-poliuretanowa bezosłonowa	grzyby testowe jw. wyciąg glebowy	odporny, praktycznie odporny	
12	Papa asfaltowa W-400/1200 na tekturze	Aspergillus niger Trichoderma viride Penicilium funiculosum Cladosporium sp. Paecilomyces variotti Chaetomium globosum	BMSA BMSA + glukoza pożywka agarowa	nieodporny nieodporny nieodporny

Oceny wzrostu grzybów na próbkach dokonano stosując skale ocen wzorowane na skalach ocen zawartych w normie PN-85/C-89080, gdzie za „odporne” uważa się tworzywo mające własności grzybobójcze, za „praktycznie odporne”, jeżeli na czystym tworzywie nie występuje rozwój grzybów, a przy zanieczyszczeniu powierzchniowym grzyby mogą się rozwijać, oraz za „nieodporne”, jeśli materiał jest źródłem pożywienia dla grzybów.

W badaniach uwidoczniło się znaczne zróżnicowanie wzrostu grzybów testowych w zależności od rodzaju materiału i sposobu ułożenia próbek na pożywce (stroną wodoszczelną ku górze bądź ku dołowi).

Wszystkie stosowane w badaniach gatunki grzybów testowych silnie rozwijały się na badanych materiałach, co potwierdziło trafność wyboru tych gatunków. Pożywka BMSA i pożywka agarowa mogą być stosowane wymiennie. Najlepiej rozwijały się grzyby testowe na papie asfaltowej umieszczonej na tekturze budowlanej.

Badania te nie stanowią podstawy oceny stopnia zniszczenia pap przez grzyby pleśniowe w czasie, ale posłużyły jedynie do wstępnej oceny biokorozji. Zbadano więc, jaki wpływ na przesiąkliwość papy ma 6-miesięczne oddziaływanie grzybów testowych. Badania przesiąkliwości wykonano metodą ciśnienia słupa wody o wysokości 1,5 i 2,0 m na powierzchnię papy. Mimo intensywnego wzrostu grzybów testowych na próbkach (fot. 5) podczas badań metodą ciśnienia słupa wody, nie stwierdzono zmian przesiąkliwości papy asfaltowej. Nieliczne próbki uległy zniszczeniu (przerwaniu) pod wpływem wysokiego ciśnienia słupa wody, a nie na skutek biodegradacji (nie zaobserwowano punktów przesiąkania).

Poszukując optymalnych warunków dla badań laboratoryjnych, stosowano różne warianty, poddając materiały izolacyjne – papy, lepiki – biokorozji. Papy pokryte zarodnikami grzybów testowych lub mikroorganizmami z wyciągu glebowego umieszczano w szalkach Petriego na pożywkach lub w akwariach. Na skutek znajdującej się w dniu akwariów wody oraz ze względu na umieszczenie próbek w cieplarkach, zostały zapewnione optymalne warunki cieplno-wilgotnościowe dla rozwoju mikroorganizmów.

Papę odmiany PZ-300 umieszczono również w akwarium, w ziemi kompostowej niemineralizowanej, oraz zakopano w ziemi na poligonie (w warunkach naturalnych). Akwarium przechowywano w warunkach laboratoryjnych (fot. 3).

Wykonano badania przesiąkliwości i wytrzymałości na rozciąganie po 3, 6 i 9 miesiącach oddziaływania mikroorganizmów (badania przesiąkliwości przeprowadzono metodą szczelinową przy ciśnieniu 0,5 MPa w ciągu 10 min).

Po 6 miesiącach poddawania papy działaniu zarówno grzybów testowych, jak i silnie działającego wyciągu glebowego nie zaobserwowano różnicy w przesiąkliwości w porównaniu ze „świeżą” papą. Również badania wytrzymałościowe papy wykazały, że po 12 miesiącach działania grzybów (zarówno w wyciągu glebowym, jak i bezpośrednio w ziemi) nie nastąpiła zmiana wytrzymałości badanej papy na rozciąganie (do badań użyto papy asfaltowej podkładowej na osnowie z włókniny poliestrowej odmiany PZ-300). Wyniki badań przedstawiono w tablicy 2 i 3.

Stwierdzono przyrost wytrzymałości, czyli brak spodziewanych wyników zmniejszenia się wytrzymałości na skutek działania mikroorganizmów zawartych w glebie. Różnica w wynikach jest spowodowana zróżnicowaniem właściwości papy w swojej masie.

Tablica 2. Zestawienie wyników badań wytrzymałościowych pap poddanych działaniu wyciągu glebowego w akwariach z wodą

Rodzaj próbek	Wymiary próbek			Siła niszcząca F , N	Wytrzymałość R , MPa
	a , mm	b , mm	c , mm ²		
Kontrolne	3,9	49,4	193	964	4,99
Po 6 miesiącach	4,0	51,2	205	966	4,71
Po 9 miesiącach	4,0	49,6	198	985	4,97
Po 12 miesiącach	4,1	49,6	203	1032	5,08

Tablica 3. Zestawienie wyników badań wytrzymałościowych pap badanych za pomocą testu glebowego (w akwarium z ziemią)

Rodzaj próbek	Wymiary próbek			Siła niszcząca F , N	Wytrzymałość R , MPa
	a , mm	b , mm	c , mm ²		
Kontrolne	3,9	49,4	194	964	4,98
Po 6 miesiącach	4,4	50,6	223	1129	5,06
Po 9 miesiącach	4,0	50,3	201	1189	5,92
Po 12 miesiącach	3,8	48,9	186	961	5,17

Interesująco przedstawiają się wyniki badań lepików. Lepiki na zimno – Cyklolep R i Cyklolep KL – zawierają rozpuszczalniki uniemożliwiające rozwój mikroflory. Pomimo miesięcznego sezonowania próbek, a następnie pokrywania ich zestawem grzybów testowych lub wyciągiem glebowym, nie stwierdzono wzrostu mikroorganizmów.

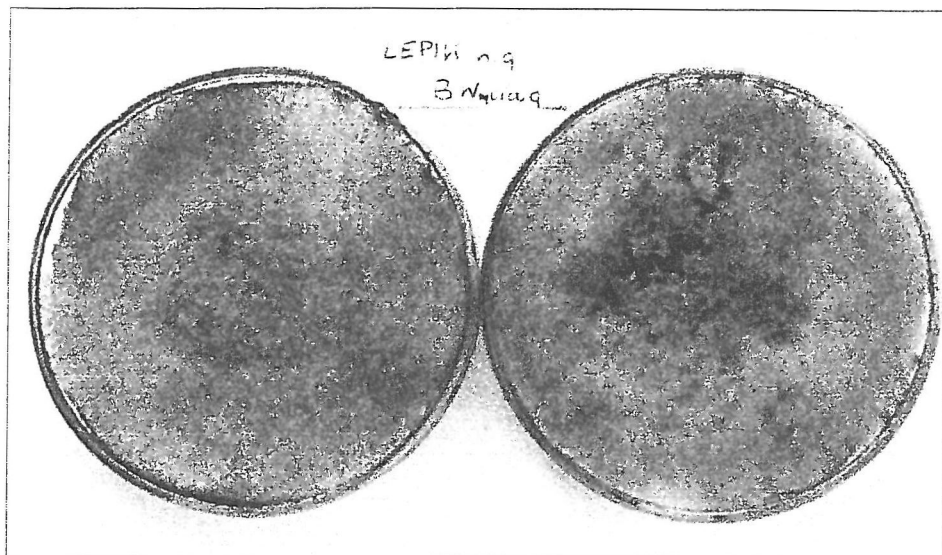
Próbki lepiku na gorąco po kolejno 3, 6 i 9 miesiącach oddziaływania mikroorganizmów z wyciągu glebowego zważono, aby ocenić, czy rośnięcie pleśni spowodowało zmianę masy badanego materiału. Wyniki przedstawiono w tablicy 4.

Tablica 4. Ubytek masy lepiku na gorąco poddanego działaniu mikroorganizmów z gleby w szalkach Petriego

Czas oddziaływania wyciągu glebowego	Średnia masa lepiku, g	Średni ubytek masy, g	Średni ubytek masy lepiku, %
3 miesiące	2,2129	0,0159	0,72
6 miesięcy	2,0349	0,0264	1,30
9 miesięcy	1,6267	0,0234	1,43

Lepik na gorąco jest nieodporny na działanie mikroorganizmów zawartych w wyciągu glebowym. W sprzyjających warunkach jest on źródłem pokarmu dla mikroflory. Po 3 miesiącach oddziaływania mikroorganizmów z wyciągu glebowego na próbki lepiku

ubytek masy wyniósł 0,72%, po 6 miesiącach ubytek podwoił się i osiągnął 1,30%, po 9 miesiącach nastąpił natomiast dalszy niewielki ubytek masy (fot. 6).



Fot. 6. Próbkę lepiku na gorąco zainfekowane 10-procentowym wyciągiem glebowym

5. Podsumowanie wyników badań

Na podstawie dotychczas przeprowadzonych badań dotyczących bioodporności przeciwwilgociowych materiałów izolacyjnych można stwierdzić, że metody laboratoryjne w szalkach Petriego, przy zastosowaniu pożywek sprzyjających rozwojowi bioflory, są dobre do wizualnej oceny odporności pap w zakresie rozwoju mikroorganizmów powodujących korozję biologiczną tych materiałów. Oddziaływanie powierzchniowe pleśni nie niszczy w znaczny sposób papy. Przy stosowaniu jako kryterium oceny biodegradacji papy metody zmiany wytrzymałości na rozciąganie oraz przesiąkliwości papy nie uzyskano zadowalających wyników (badana papa W-400/1200 oraz papa asfaltowa na osnowie z włókniny poliestrowej nie zmieniły wytrzymałości). Papa asfaltowa na tekturze uległa znacznemu zniszczeniu.

Papy bitumiczne „nowej generacji” – grube, z welonami z tworzyw sztucznych – są trudniejsze w ocenie na podstawie badań laboratoryjnych. Mikroorganizmy nie niszczą ich na tyle szybko, aby można było zaobserwować wyraźne zmiany w krótkim czasie podczas badania.

Wpływ długotrwałego działania mikroorganizmów zawartych w glebie na materiały przeciwwilgotnościowe ma być wyjaśniony w wyniku badań poligonowych papy. Zostały one zaplanowane na pięć lat i co pół roku będzie badana zmiana wytrzymałości na rozciąganie. W chwili obecnej, po półtora roku działania mikroorganizmów na poligonie,

na podstawie uzyskanych wyników badań wytrzymałościowych trzech serii próbek nie można jeszcze ocenić wpływu mikroflory gleby na papę.

Testując możliwości badania bioodporności papy na mikroorganizmy glebowe, pozytywne wyniki uzyskano za pomocą metody laboratoryjnej w szalkach Petriego, określając ubytek masy papy posmarowanej 10-procentowym wyciągiem glebowym i przechowywanej w ciepłarkach na pożywce BMSA z glukozą. Ubytek masy papy w ciągu 9 miesięcy wyniósł od 0,04 do 1,32%.

Badane lepiki na zimno zawierały rozpuszczalniki uniemożliwiające rozwój mikroflory. Lepik na gorąco natomiast stanowił w sprzyjających warunkach pożywkę dla grzybów testowych.

Zaobserwowano wyraźne zróżnicowanie wzrostu grzybni powstałej z zarodników grzybów testowych i wyciągu glebowego. Na tej samej pożywce znacznie intensywniejszy wzrost pleśni następował przy zastosowaniu 10-procentowego wyciągu glebowego z ziemi kompostowej. Ubytek masy lepiku w ciągu 9 miesięcy oddziaływania mikroorganizmów z wyciągu glebowego wyniósł od 0,7 do 1,4%.

Na podstawie przeprowadzonych dotychczas badań bioodporności przeciwilgociowych materiałów izolacyjnych można więc jako kryterium oceny przyjąć wzrost grzybów pleśniowych na powierzchni próbek ustalany wizualnie – makro- lub mikroskopowo.

Ubytek masy pap i lepików na gorąco badanych metodą laboratoryjną w szalkach Petriego wydaje się być dobrą prognozą, jeśli chodzi o dopracowanie tej metody jako metody badań laboratoryjnych przeciwwilgociowych materiałów izolacyjnych.

Praca wpłynęła do Redakcji 29 I 1999