

**Bąkowski, Zdzisław / Lewandowska,  
Eliza**

---

**Pyły nieorganiczne i organiczne jako  
czynnik destrukcji w środowisku  
muzealnym**

---

Muzealnictwo 25, 95-102

---

1982

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach  
dozwolonego użytku.

## Płyty nieorganiczne i organiczne jako czynnik destrukcji w środowisku muzealnym<sup>1</sup>

W Muzeum Narodowym w Warszawie przy okazji prac konserwatorskich nad zabytkami kamiennymi Dzieła Sztuki Starożytnej zwrócono uwagę na to, że procesy destrukcji postępują z reguły znacznie szybciej w miejscach większego osadzania się pyłów, aniżeli w pozostałych. Dotyczyło to wszelkich miejsc o płaszczyźnie mniej więcej poziomej, względnie partii tworzących przez swe uformowanie dogodnie „kieszenie” dla osadzania się i zatrzymywania osiadających cząstek. Przy okazji zabiegów konserwacyjnych wielkich bloków piaskowcowych tworzących mastabę Izi, gdzie omiawiane zjawisko wystąpiło ze szczególną ostrością, postanowiono rzecz gruntownie zbadać.

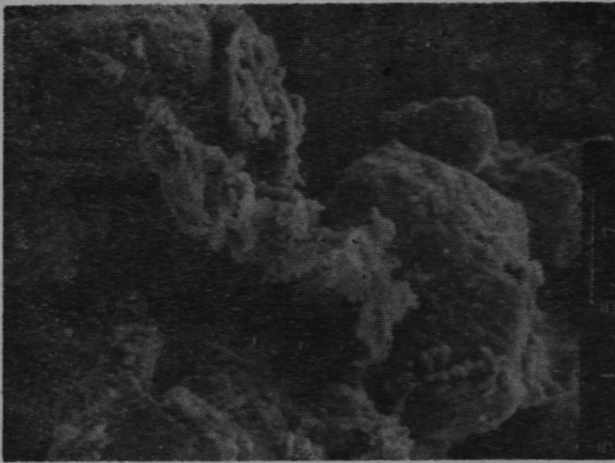
Problem okazał się, pomimo pozornej prostoty, nader złożony. Okazało się mianowicie, że mamy tu do czynienia ze szczególnym środowiskiem bujnego życia, nie dającym się porównać z żadnym innym znanym, a to ze względu na szczególne zjawiska i procesy w nim zachodzące. Co więcej, wspomniane środowisko pyłowe różnicuje się zarówno w zależności od podłoża, na którym bytuje, jak i od warunków w salach ekspozycyjnych muzeum. Ważne są takie czynniki, jak np.: światło, odległość od wejścia, czy od głównego szlaku zwiedzających.

Środowisko pyłowe tworzą z jednej strony substancje nieorganiczne, głównie pelit krzemionkowy i ilasty oraz ogromne bogactwo złożonych soli nieorganicznych o wybitnych właściwościach higroskopijnych, z drugiej strony zaś ujawnia się tu bogate i silnie zróżnicowane życie bakterii i mikroflory mikroskopowej.

Występowanie tych właśnie zjawisk narzuciło wielokierunkowość badań podstawowych. Jest to praca poniekąd pionierska, gdyż brak tu odpowiedniej tradycji naukowej. Zagadnieniem drobnoustrojów wykrywanych na zabytkach nauka zajmuje się od niewielu lat. Prowa-

dzone są przede wszystkim prace systematyczne przy bardzo krótkim omówieniu strony ekologicznej. W Muzeum Narodowym na czoło wysunął się właśnie ten kierunek obserwacji. Istotny okazał się problem intensywności życia w środowisku pyłowym, dynamizm procesów tu zachodzących oraz wywoływany nimi mechanizm destrukcji. Warstwa pyłu osiadającego na zabytku zawiera m.in. formy przetrwalnikowe bakterii i grzybów w różnych ilościach. Przeważnie ma ona charakter pilśni, mniej lub bardziej luźnej, swobodnej przy powierzchni, bardziej zwartej w części dolnej, przylegającej do zabytku. Jest to przejaw istnienia czynnika czasowego — osad najstarszy jest już zorganizowanym ośrodkiem bogatego życia.

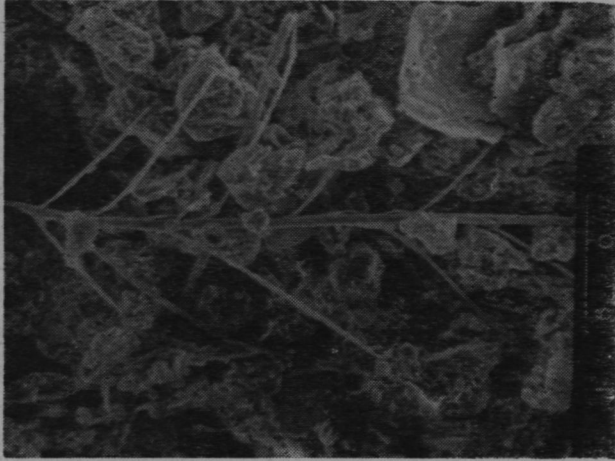
Można wyróżnić składniki tworzące peliton o różnej genezie i właściwościach. Najniżej w warstwie pyłowej leżą elementy mineralne pochodzące z rozkładu podłoża (kamień, szkło, ceramika, metal). Na zabytkach kamiennych, piaskowcach napotykamy głównie ziarna krzemionki, jako substancji najmniej podatnej na działanie czynników chemicznych — w mikroskopie ujawniają ziarenka odpowiadające ściśle materiałowi macierzystemu. Towarzyszą im trudno rozpuszczalne związki ługowane w odpowiednich procesach z wnętrza zabytku i osadzone na jego powierzchni (związki żelaziste, kalcytowe itp.). One nadają zabytkowi (piaskowce i skały wapienne) charakterystyczne zabarwienie patynujące i zmieniają jego strukturę oraz zewnętrzną fakturę aż po, niekiedy daleko idącą, destrukcję. Zależy to od procesów chemicznych towarzyszących wywędrowaniu odpowiednich związków z głębszych partii do części przypowierzchniowych. W warstwie tej odnajdujemy bogactwo bakterii oraz produkty rozkładu dawnej, przyległej, już rozłożonej masy organicznej pelitonu. Wyżej leży swobodna pilśń z bogactwem soli łatwo krystalizującej o wybitnych właściwościach hydrata-



1



2



3



4

#### Tablica I

1. Grupa spor wśród kryształów soli. Mikroskop elektronowy. 1200×
2. Powiększony fragment z fot. 1. Mikroskop elektronowy. 5000×
3. Grzybnia i spory wśród stogów kryształów solnych. Mikroskop elektronowy. 800×
4. Powiększony fragment z fot. 3. Mikroskop elektronowy. 5000×

#### Planche I

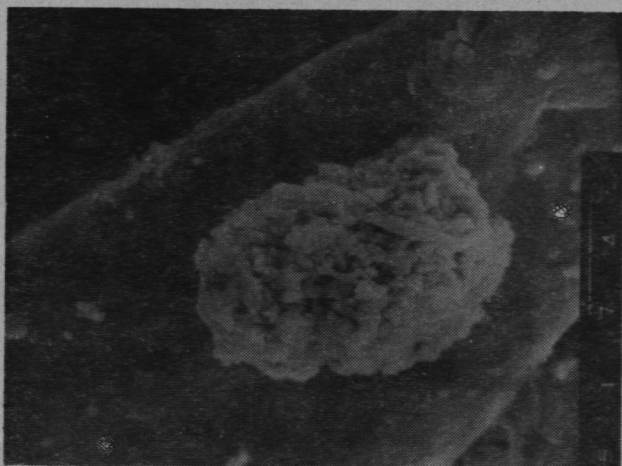
1. Groupe de spores parmi des cristaux de sel. Microscope électronique. 1200×
2. Fragment agrandi de la photo nr 1. Microscope électronique. 5000×
3. Mycélium et spores parmi des meules de cristaux de sel. Microscope électronique. 800×
4. Fragment agrandi de la photo nr 3. Microscope électronique. 5000×

cyjnych, co ma istotne znaczenie dla rozwoju życia w omawianym środowisku. W tej części spotyka się również liczne ziarna kwarcu mikroskopijnych wymiarów, które tu są elementem obcym, pochodzącym z masy pyłowej wędrującej z prądami powietrza. Obok nich znajdują się cząsteczki ilaste, a także niekiedy liczne skupienia sadzy, zgruzłowaczone substancjami smolistymi.

Główną masę pelitonu tworzy substancja organiczna martwa i żywa. Pierwszą z nich tworzą włókna o bardzo różnorodnym charakterze. Są to włókna naturalne i sztuczne, głównie cząsteczki pochodzące z roztarcia materiału macierzystego. Obok nich w poszczególnych wypadkach można wykryć cząstki drewna, które niekiedy mają dobrze zachowaną budowę anatomiczną, umożliwiającą określenie gatunku



1



2



3



4

#### Tablica II

1, 2. Fragment grzybni w otulinie solnej — stan anabiozy. Mikroskop elektronowy. 1 — 300×, 2 — 3000×  
3, 4. Spora na kryształach kwarcu. Na niej złogi kryształów solnych. Mikroskop elektronowy. 3 — 1000×  
4 — 5000×

#### Planche II

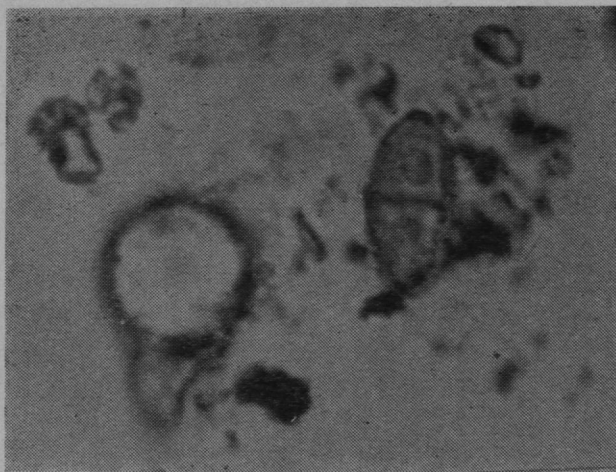
1, 2. Fragment de mycélium dans une enveloppe saline — état d'anabiose. Microscope électronique.  
1 — 300×, 2 — 3000×  
3, 4. Spore sur un cristal de quartz sous dépôts de cristaux de sel. Microscope électronique.  
3 — 1000×, 4 — 5000×

(zazwyczaj sosna). Rzadko spotyka się inne cząstki roślin wyższych, jak np. fragmenty liści z widocznymi szparkami (skórka). Głównym elementem jednak są tu liczne grzyby mikroskopowe w różnych fazach rozwojowych (w zależności od aktualnie panujących warunków: wilgotności powietrza, stopnia nasświetlania itp.). Występuje bogactwo form przetrwalnikowych, a obok rozwinięta w określonych miejscach i warunkach splątana grzybnia, zazwyczaj silnie rozgałęziona. Jest to już produkt

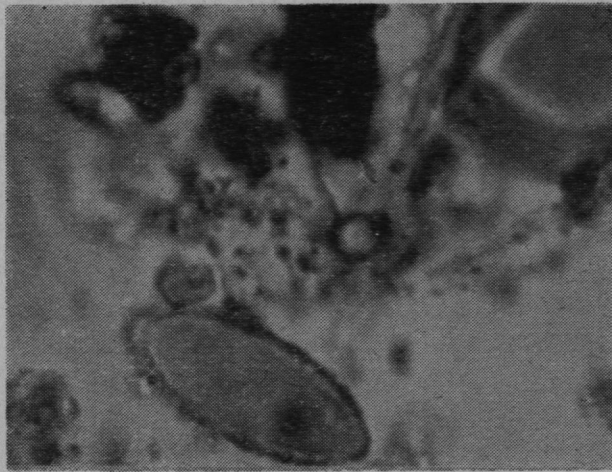
własny pelitonu, wytworzony *in situ*, z nastaniem odpowiednich warunków (wilgotność atmosfery i właściwa temperatura; w niektórych wypadkach ma tu znaczenie także światło).

Całość pelitonu jest tworem specyficznym i wyraźnie zorganizowanym morfologicznie i biologicznie, z fazami rozwoju i spoczynku, niekiedy i znamionach wyraźnej anabiozy.

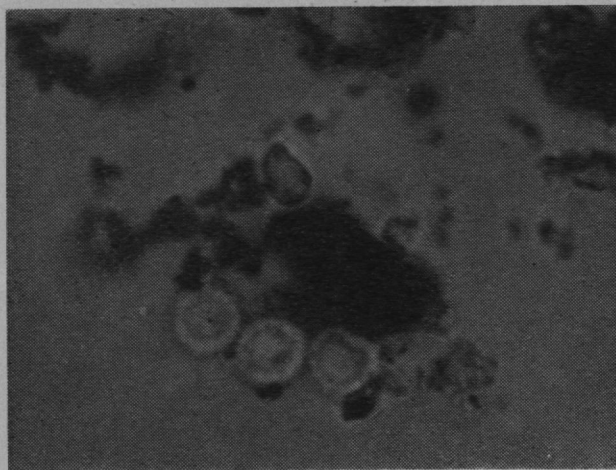
Jak wspomniano, życie organiczne buduje przede wszystkim bakterie i grzyby. W obec-



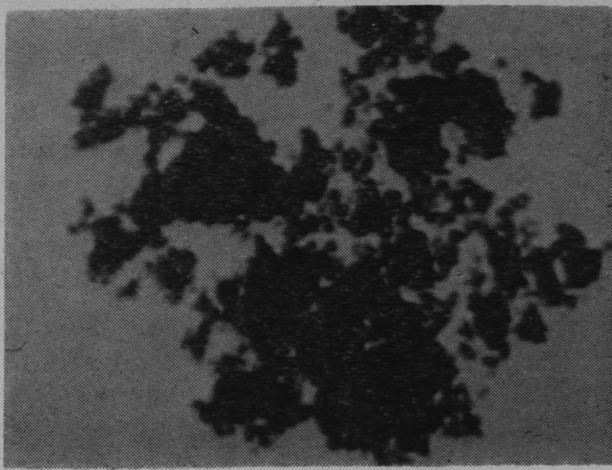
1



2



3



4

### Tablica III

1-3. Przykłady spor znajdujących w pyłach Muzeum Narodowego. 650×  
4. Sadze. 500×

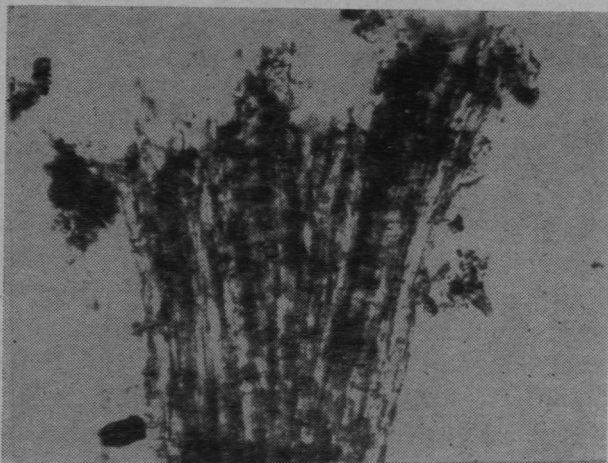
### Planche III

1-3. Exemples de spores trouvées dans les poussières Musée National à Varsovie. 650×  
4. Suies. 500×

nej fazie badań nad pelitonem ze względów technicznych można było zająć się jedynie mikromikroflorą. Wyróżniono tu kilkadziesiąt gatunków, co mówi wyraźnie o ważności zjawiska. Badania są dopiero w fazie początkowej. Konieczne jest prowadzenie obserwacji specjalnych hodowli i dopiero na podstawie uzyskanych wyników można będzie mówić o dokładnym składzie systematycznym, a także wnioskować o wpływie każdego z gatunków na dany materiał lub typ zabytku i o mechanizmie

wywoływanej destrukcji. Obecnie możemy już jednak powiedzieć o ogólnym wpływie całości istniejącego na powierzchni zabytku zespołu mikroorganizmów, pozostających ze sobą w określonych związkach i stosunkach biologicznych.

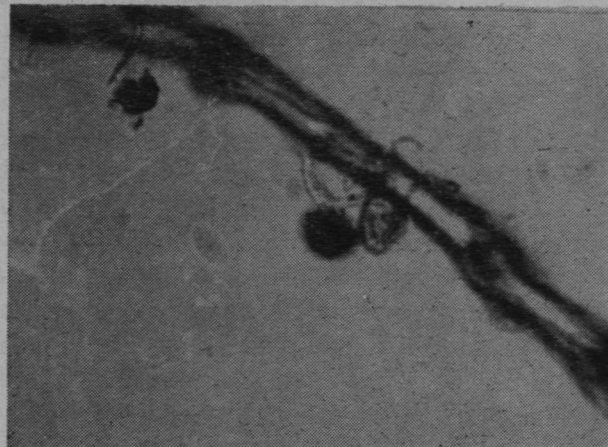
Peliton, a przede wszystkim jego mikroflora, była badana dwoma sposobami: w mikroskopie optycznym (w środowisku suchym i w wodzie) i równolegle w mikroskopie elektronowym. Porównanie wyników zdobytych na tej



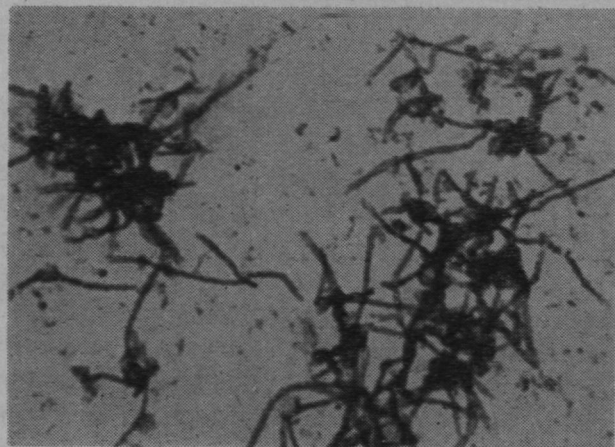
1



2



3



4

#### Tablica IV

1. Rozłożony fragment drewna, widać daleko posuniętą destrukcję. 250×
2. Fragment drewna sosny zaatakowanego przez grzyby. Widoczne charakterystyczne jamki. 750×
3. Włókno roślinne. Widoczne osiadłe na nim grzyby. 350×
4. Grzybnia. 450×

#### Planche IV

1. Fragment de bois décomposé — on constate des dégâts très avancés. 250×
2. Fragment de bois de pin attaqué par les champignons. On aperçoit les cavités caractéristiques. 750×
3. Fibre végétale — on aperçoit les champignons qui y sont installés.
4. Mycélium. 450×

drodze pozwoliło głęboko wniknąć w strukturę i życie pelitonu oraz umożliwiło ukazanie całego dynamizmu tego środowiska. Wiadomo przecież, że gdzie życie, tam i odpowiednie procesy biochemiczne (rozkład materii, pobranie właściwych składników, wydzielanie produktów przemiany materii). Ten tok przemian biochemicznych musi się odbić na zabytku, na którego powierzchni się odbywa (rozkład celulozy, ligniny, elementów skóry i cząstek orga-

nicznych materiałów syntetycznych). Wymienione wyżej substancje to zasadnicza baza pokarmowa mikroflory pelitonu.

Źródłem mikroflory i jej bazy pokarmowej oraz czynnych (lub obojętnych) składników nieorganicznych pelitonu jest pyłowe zanieczyszczenie atmosfery, występujące w formie zawiesiny i wędrujące wraz z prądami powietrza. Jest to źródło bezpośrednie. Analiza składu pelitonu umożliwia jednak określenie właści-

wego pochodzenia jego składników. Ułatwia to konsekwentna analiza pelitonu przeprowadzana wzdłuż sal ekspozycyjnych Muzeum, od wejścia głównego, poprzez określone punkty w obrębie hallu (szatnia, kasa biletowa, kiosk z wydawnictwami itd.), aż po najodleglejsze sale ekspozycyjne.

W pelitonie hallu (z szeroko otwartym wejściem głównym) ujawnia się masa składników o bardzo niejednorodnym charakterze. Można tu pominąć bogaty, ale raczej obojętny składnik, jakim są liczne ziarna piasku różnej wielkości i kształtu (ostrokrawędziste, jakby świeży rozkrusz, lub okrągłe omielone). Zwraca uwagę przede wszystkim duża ilość substancji organicznej. Są to przeważnie cząstki włókien starze z ubrań — najprawdopodobniej ze zdejmowanych płaszczy, ocierających się nogawek spodni, rękawów itp. W mikroskopie można wyróżnić określone cząstki materiałów naturalnych i syntetycznych. Oprócz tego są liczne cząstki skóry naturalnej, dermy i gumy z rozartych podeszew. Okresowo w hallu odbywa się rozpakowywanie i pakowanie eksponatów przychodzących do i wychodzących z Muzeum. Wtedy w masie pelitonu są bogato reprezentowane fragmenty drewna oraz papieru. Zdarzają się też fragmenty roślinności z ich zielonych części oraz sporadycznie — rozarte chorągiewki piór ptasich (wróble, gołębie).

Uderzającą rzeczą jest bogactwo skupień strzępek grzybni otulających opisane cząstki organiczne. Grzybnia ta w wyraźnym dynamicznym rozwoju jest gęsta i silnie spleciona. Występuje tu cała mieszanina gatunków, bujność zaś życia podkreślają liczne stadia rozrodu wegetatywnego.

Opisany stan tłumaczy doskonale przewijająca się przez hall masa zwiedzających, nanoszących na butach i odzieży bogaty materiał organiczny i nieorganiczny. Prąd powietrza płynący przez drzwi wejściowe ułatwia transport w głąb wnętrza muzealnego. Tą drogą dodatkowo dopływa masa sadzy i substancji smolistych z przyległych Alei Jerozolimskich, ulicy o dużym ruchu samochodowym. Duża wilgotność świeżej masy powietrznej, wysoka temperatura i obecność światła sprzyja żywiołowemu rozwojowi bogatej mikroflory.

Wędrując w głąb Muzeum, wzdłuż szlaku, po salach ekspozycyjnych, napotykamy w analizie pelitonu różnorodne zmiany. Wnętrze Muzeum stanowi bowiem ekologicznie bogato zróżnicowane środowisko: sale ruchliwe i rzadziej odwiedzane przez zwiedzających, sale o silnej wymianie powietrza i z zastoinami, sale wybitnie jasne (światło sztuczne i naturalne) oraz ciemne, suche, wilgotne itp. Występują też zasadnicze różnice materiałowe: kamień w dziale Sztuki Starożytnej, drewno w dziale Sztuki Średniowiecznej, obrazy olejne z powierzchniami werniksowanymi w działach Malarstwa Sztalugowego, malarstwo na tynkach w ekspozycji Faras, tkaniny antyczne itd. Także w każdej z sal poszczególne partie zabytków są niekiedy ekologicznie zdecydowanie zróżnicowane. Temu wszystkiemu towarzyszą zmiany składu mikroflory, jej żywności, a więc i wpływu na zabytek. Rozeznanie tego zagadnienia jest — dopiero w fazie początkowej, jego pełne opracowanie wymaga jeszcze wielu badań. Należy dobitnie podkreślić, iż wspomniane zmiany charakteryzują dobrze poszczególne partie Muzeum, części sal, jak również obiekty. Także na samych obiektach istnieją określone nisze ekologiczne o zupełnie różnym charakterze — stąd właśnie powstają dostrzegalne zróżnicowania lokalne w charakterze destrukcji!

Ze zmianami wilgotności atmosferycznej — a ściślej ze zmianami wilgotności względnej powietrza — zmieniają się też przejawy życia. W okresach wzmożonej wilgotności wśród organizmów pojawiają się stadia podziałowe. Podobnie rzecz się ma w odniesieniu do masowego rozwoju grzybni. U wielu gatunków w wyniku rozmnażania wegetatywnego powstają spory, stające się źródłem postępującego zakażenia wnętrza muzealnego z nastaniem pory suchej, a z nią rozsiewu z podmuchami powietrza (wietrzenie, ruch zwiedzających, sprzętanie itp.).

Porównanie wyników obserwacji z mikroskopu optycznego i elektronowego pozwala wnikać w fazowość przemian od dynamicznego rozwoju w porze wilgotnej atmosfery, z rozluźnieniem się otoczek śluzowych ułatwiających pobranie wody i kontakt biochemiczny z podłożem, rozkładem i pochłanianiem produktu dezintegracji masy pierwotnej (bazy pokarmo-

wej), rozwojem i przejściem do rozwoju wegetatywnego, aż do rozrodu z produkcją spor. W porze suchej mikroskop elektronowy ukazuje złogi solne otulające mikroorganizmy w stanie kompletnej anabiozy. Z porównania wynika, że mamy tu do czynienia z solami o właściwościach hydratacyjnych, co prawdopodobnie jest wykorzystywane w porze wilgotniejszej (ściślej z jej nadejściem) jako pierwsze źródło wody zanim otoczka śluzowo autonomicznie będzie przechwytywać wodę z atmosfery.

Wstępne analizy przeprowadzane na takich materiałach, jak: kamień, drewno, włókno roślinne i zwierzęce, werniksowany obraz i inne ukazały dobitnie znaczenie destrukcyjne, niedostrzegalnego praktycznie dotąd wroga, nawet dla takich surowców, jak kamień, szkło lub ceramika. Niebezpieczeństwo grożące materiałom organicznym jest mało widoczne w warunkach muzealnych, choć w rzeczywistości proces jest skrycie dynamiczny, konsekwentny, choć powolny (jak np. stwierdzono to w odniesieniu do tkanin i drewna zabytkowego). Należy pamiętać, iż postępujące skażenie atmosfery wzmagają destrukcyjny czynnik biologiczny, zwłaszcza bakterii i mikroflory.

Współcześnie nie jest w stanie oprzeć się im już praktycznie żadna substancja organiczna, nawet tak ważne dla konserwatora substancje, jak pozornie w pełni odporne żywice, parafina, woski, czy też związki syntetyczne.

## Przypisy

1. Całością badań kieruje dr Zdzisław Bąkowski. Analizy drewna zabytkowego prowadzi mgr Iwona Pannenko (z rozszerzeniem badań na papier, tkaninę i malarstwo sztalugowe). Badania pelitonu prowadzili w pierwszych latach mgr Eliza Lewandowska i dr Zdzisław Bąkowski, obecnie cały zespół. Badania ekologiczne prowadzi dr Zdzisław Bąkowski. Zagadnieniami petrograficznymi zajmowała się doc. dr hab. Barbara Penkala, obecnie dr Helena Ozonok. Analizy w mikroskopie elek-

Poznanie samych organizmów niosących zagładę, ich wymagań biologicznych, warunków siedliskowych umożliwi znalezienie skuteczniejszych środków walki, a poznanie mechanizmu destrukcji pozwoli na wypracowanie właściwych metod konserwatorskich.

Po trzyletnich badaniach sondażowych, koniecznych dla otrzymania możliwie szerokiego obrazu problemu, przystąpiono do opracowań szczegółowych i praktycznych, zgodnie z określonym planem.

Warunki panujące we wnętrzu muzealnym zależne są od warunków środowiskowych, miejsc w których gmachy muzealne egzystują, od natury oraz od, integrującego te wszystkie czynniki swym działaniem, człowieka.

W zrozumieniu potrzeb ogólnokrajowych wytypowano kilka obiektów dla przeprowadzenia tego typu badań, z uwzględnieniem warunków wewnętrznych i zewnętrznych. Są to: Muzeum Narodowe w Warszawie — chodzi o zbadanie wpływu wielkiego miasta z motoryzacją, bliskością „Huty Warszawa”, elektrociepłownią na Żeraniu, Łazienkami (wpływ otuliny rozległego parku z ochroną przestrzeni drzew i krzewów); Wilanów — wpływ nadmiernej liczby zwiedzających i elektrociepłowni na Siekierkach; Nieborów i Arkadia — wpływ oddalenia od wielkich skupisk miejskich; Kazimierz Dolny i Janowiec — wpływ Zakładów Azotowych w Puławach.

tronowym prowadziła doc. dr hab. Teresa Ciach, obecnie z przyczyn obiektywnych przerwano prace tego typu. W najbliższych latach prawdopodobnie zostaną podjęte badania bakteriologiczne, oraz szczegółowe mykologiczne. Podany zespół współpracuje z wieloma specjalistami spoza Muzeum Narodowego. Prace praktyczne nad inhibitorami biologicznymi rozpoczęła mgr Daria Kaszyńska. Istnieje potrzeba rozszerzenia współpracy z innymi ośrodkami, takimi jak: Kraków, Gdańsk itp.



Zdzisław Bąkowski  
Eliza Lewandowska

## Les poudres inorganiques et organiques comme facteur de destruction de l'environnement des musées

Depuis quelques années les Laboratoires de l'Ecologie des Monuments et des Méthodes de Conservations au Musée National de Varsovie effectuent des recherches sur ce qu'on appelle le „peliton”, c'est-à-dire le milieu poudreux fixé sur la surface des oeuvres historiques qui se trouvent à l'intérieur des musées. Il s'agit de l'influence de la micro flore et de la flore bactériologique sur le progrès de la destruction des oeuvres faites de différentes matières telles que: le grès, le calcaire, le verre, la céramique, le métal, les fibres végétales et animales, la peau, le papier, etc. Les études ont démontré l'influence no-

table des microorganismes sur le progrès de la destruction des oeuvres. Ces études ont deux aspects: d'un côté, il s'agit de connaître le „peliton” même, ses structures et son organisation biologique, de définir les organismes qui y coexistent et leur biologie, ainsi que le mécanisme de leur action destructrice sur différents matériaux etc. et, d'autre part, après avoir effectué les analyses de base — de trouver les moyens de lutte les plus efficaces, dans une situation de danger croissant et de pollution de l'atmosphère toujours plus forte.