

# Specii de fungi și efectele negative asupra obiectelor de artă

Gyöngyvér Mara – Zsuzsanna Mara

## 1. Degradarea microbială a obiectelor de artă

Speciile de fungi, respectiv mucegaiurile obțin energia necesară vitală din degradarea diferitelor materiale organice. Astfel ele secretă enzime hidrolitice la capătul hifelor fungice, care sunt capabile să degradeze diferite compuși biopolimeri complecși ca amidonul, celuloza, lignina și diverse proteine. Așadar speciile de fungi poate să dăuneze degradări semnificative obiectelor de artă din materiale organice. Aceste obiecte afectate de mucegaiuri conțin fie celuloză (cărți, textile, picturi, mobilă, sculpturi din lemn) fie proteine (pergamen, piele, mumii)<sup>1</sup>. În lucrarea de față prezentăm degradările obiectelor de artă cauzate de mucegaiuri, respectiv posibilitățile studierii și determinării acestora.

## 2. Condiții minime necesare pentru dezvoltarea microorganismelor

Sporile fungilor respectiv unor specii de bacterii poate să se ascundă în stare latentă chiar și mai mulți ani în orice material, până când umiditatea ambientală atinge valorile optime pentru dezvoltarea vegetativă a microorganismelor. De exemplu în cazul hârtiei chiar pe lângă o umiditate relativă de 8-10% se poate observa germinarea unor spori, însă majoritatea speciilor de mucegai necesită o umiditate relativă de 70%, iar bacteriile o umiditate relativă și mai ridicată pentru realizarea proceselor vitale (vezi Tabelul 1). Valorile optime de temperatură în cazul microorganismelor variază între 20-30°C, însă se cunosc tulpini care poate să se dezvolte și la temperaturi mai scăzute.

Tabelul 1. Condițiile necesare pentru dezvoltarea fungilor (după Valentin 2003)

Factori	Valori
Cantitatea de apă	activitatea de apă: 0,6-0,98
Temperatura	+5-120°C
pH	0-13
Presiunea	1000 bar
Concentrația de săruri	de la apă ultrapură până la soluție saturată de săruri
Cantitatea de nutrienți	de la 10 μg/l

<sup>1</sup> Valentin, N.: Microbial contamination in museum collections: Organic materials. In. Molecular Biology and Cultural Heritage. C. Saiz Jimenez eds., 2003. pp. 85-93.

Praful, întunericul, căldura și umiditatea, lipsa aerisirii, existența biopolimerilor organice în obiectele de artă (amidonul și alte polisacharide, colagenul și alte materiale proteice) facilitează proliferarea fungică<sup>2</sup>.

## 3. Fungi care degradează obiectele de artă și daunele cauzate de acestea

Regnul fungilor taxonomic este foarte diversificat, tulpinile de fungi sunt determinate și descrise pe baza conidiilor și sporilor. Dintre speciile de fungi care degradează obiectele de lemn (vezi Tabelul 2.) se cunoaște specia *Serpula lacrymans* care aparține taxonomic Basidiomicetelor. Speciile de mucegai care au rol în degradarea obiectelor de artă aparțin mai multor genuri, se cunosc specii de *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Myrothecium* sp., *Paecylomyces* sp. și *Penicillium* sp., care aparțin categoriei taxonomice artificiale denumite Fungi Imperfecti.

Daunele cauzate de către speciile de mucegai sunt foarte diverse. Creșterea și pătrunderea hifelor în material poate avea un efect fizico-mecanic prin presiunea cauzată, având ca urmare deteriorarea materialului.

Deteriorarea poate să fie și de natură chimică, în urma căruia exoenzimele sau acizii organici și anorganici produși de către speciile de mucegai degradează compușii obiectelor de artă (celuloza, proteinele etc.). Frecvent întâlnim specii de mucegai ale căror hife penetrează materialul obiectelor de artă fără să degradeze acestea, însă cauzează colorarea materialului datorită hifelor pătrunse. De exemplu pe hârtia cărților mai vechi se poate observa pete colorate, fenomenul cunoscut sub numele de foxing. Din datele de literatură reiese că acest fenomen poate fi datorat a mai multor factori precum acizilor humici, melaninei și pigmentilor pe bază de tirozină produși de către speciile de mucegai. Date mai noi arată că fenomenul de foxing poate să apară datorită autooxidației lipidelor din sporii fungilor<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Timárné Balázs Ágnes: Műtárgyak szerves anyagainak felépítése és lebomlása, Magyar Nemzeti Múzeum, 1993. pp. 58-59.

<sup>3</sup> Florian, M.-L.E: The role of the conidia of fungi in fox spots. In. Studies in Conservation, Vol. 41(2). 1996. pp. 65-75.

<i>Specii de fungi</i>	<i>Prezent</i>	<i>Prođuși metabolici</i>
<i>Alternaria tenuis</i>	Celuloză, proteine	Proteaze, amilază, celuloză, acid gluconic
<i>Alternaria solanis</i>	Celuloză	Proteaze, amilază, celuloză
<i>Aspergillus glaucus</i>	Celuloză, proteine	Proteaze
<i>A. nidulans</i>	Celuloză, proteine	Proteaze, amilază
<i>A. flavus</i>	Celuloză, proteine	Proteaze, amilază, celuloză
<i>A. niger</i>	Celuloză, proteine	Glucozidază, amilază, celuloză, acid citric, acid oxalic
<i>A. tamarii</i>	Celuloză	Proteaze, acid citric, acid oxalic și acid gluconic
<i>Myrotecium verrucaria</i>	Celuloză, proteine	Celuloză
<i>Paecylomices varioti</i>	Celuloză	Proteaze, acid acetic, acid oxalic
<i>Penicillium frequentas</i>	Celuloză, proteine	Proteaze, amilază, celuloză, lipază, acid oxalic
<i>P. commune</i>	Celuloză, proteine	Proteaze, acid acetic
<i>P. notatum</i>	Celuloză, proteine	Proteaze
<i>P. brevicompactum</i>	Celuloză, proteine	Proteaze, acid acetic

*Tabelul 2.* Specii de mucegai cu rol în degradarea obiectelor de artă și exoenzimele, acizii produși de către acestea (după Valentin 2003)

Pe lângă degradarea obiectelor de artă aceste specii de mucegai cauzează și diverse îmbolnăviri. În aceste efecte negative asupra organismului uman au rol spori, micotoxinele și compuși organici volatili (COV)<sup>4</sup>. Sporii speciilor de mucegai pot cauza alergii, astm și alte boli ale aparatului respirator. Micotoxinele sunt molecule mici însă persistente, având caracter lipofil, fiind capabile să penetreze membrana celulelor. Cele mai cunoscute micotoxine sunt aflatoxinele, trichotecenele, fumonizinele, zearalenonii, ochratoxinele și ergot-alcaloizii<sup>5</sup>. Speciile de mucegai care degradează obiectele de artă poate să cauzeze și diverse simptome și îmbolnăviri (vezi fig. 3), începând cu iritații cutanare până la îmbolnăvirile aparatului respirator<sup>6</sup>.

#### 4. Studiarea speciilor de fungi

Pentru studiarea și determinarea speciilor de mucegai de cele mai multe ori se folosesc metode clasice microbiologice. Probele se prelevează de pe suprafața obiectelor de artă în condiții aseptice și se însămânțează mediile de cultură Czapek-Dox, după care cutiile petri se incubează la 30°C pentru o perioadă de 5 zile. Coloniile fungice astfel

formate se examinează morfologic și microscopic. De la apariția microscopiei electronice se folosește și electro-microscopia scanning în vederea determinării colonizării ci speciilor de fungi și degradării mecanice ale obiectelor de artă<sup>7</sup>.

Datorită dezvoltării biologiei moleculare putem folosi metode pe bază de ADN pentru determinarea speciilor de fungi greu culturabile. ADN-ul microbial poate fi izolat în cantitate mică, însă cu ajutorul reacției în lanț al polimerazei (PCR) poate fi multiplicată secvența care urmează a fi studiată. În cazul fungilor regiunea de ADN studiat este cel ribosomal, iar secvența se numește ITS (internal transcribed spacer). Această secvență oferă informații despre taxonomia tulpinilor studiate. Secvența de ADN multiplicată prin PCR este studiată prin analiza polimorfismului fragmentelor de restricție (RFLP), prin metoda electroforezei în gel denaturant (DGGE) sau prin secvențierea directă a acestora<sup>8</sup>. Până când metoda RFLP și analiza secvențelor de ADN ne dau informații despre taxonomia tulpinilor de fungi, metoda DGGE este capabil să diferențieze mai multe tulpini, fără determinarea acestora.

#### 5. Prevenire și combatere

Primul și cel mai important pas în protecția obiectelor de artă este realizarea protecției preventive, în cursul căruia în timpul depozitării obiectelor de artă parametrii optimi sunt luați în considerare. Așadar pentru a preveni degrada-

<sup>4</sup> Compuși organici volatili (COV) sunt compuși care sunt foarte volatili, de exemplu la temperatura camerei există în fază gazoasă <http://www.kefa-international.com/hu/lexikon/voc.html>

<sup>5</sup> <http://www.soltub.hu/down/mt/mikotoxinok.pdf>

<sup>6</sup> Salkinoja-Salonen, M.S. - Peltola, J. - Andersson, A.A. - Saiz-Jimenez, C.: Microbial toxin in moisture damaged indoor environments and cultural assets. In. Molecular Biology and Cultural Heritag. C. Saiz Jimenez eds., 2003. pp. 93-99.

<sup>7</sup> Blanchette, R.A: A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments. In. International Biodeterioration & Biodegradation. Vol. 46. 2000. pp. 189-204.

<sup>8</sup> Michaelsen, A. - Pinzari, F. - Ripka, K. - Lubitz, W. - Pinar, G.: Application for molecular techniques for identification of fungal communities colonising paper material. In. International Biodeterioration & Biodegradation. Vol 58. 2006. pp.133-141.

rea obiectelor de artă cauzat de fungi trebuie să se asigure condiții favorabile de temperatură și de umiditate (temperaturi joase, umiditate relativă sub 60%). Dacă obiectele de artă sunt depozitate, expuse având în vedere valorile optime, putem să excludem prezența microbiană.

Dacă pe obiectele de artă se observă prezența fungilor respectiv efectul lor de degradare, se realizează protecția prin aplicarea a mai multor metode. Metodele folosite pot fi de mai multe tipuri, cele fizice (radieră, diverse temperaturi) și cele chimice (folosirea gazelor nocive)<sup>9</sup>. Prin schimbarea temperaturii putem să folosim atât temperaturi joase cât și cele înalte, având în vedere specia contaminatoare. Temperaturile joase nu sunt eficiente în combaterea speciilor de mucegai, însă prin creșterea temperaturii putem obține rezultate bune, dacă timpul și temperatura folosită combaterii este suficientă<sup>10</sup>. O altă metodă fizică este cea a radierii cu raze  $\gamma$  care poate fi folosită pentru tratarea obiectelor de artă din hârtie și lemn. Chiar dacă radiația  $\gamma$  este foarte eficientă în doze mici asupra insectelor, doze destul de mari de 10-16kGy (kilo grey) este necesar pentru combaterea mucegaiurilor (*Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp.). Tratarea cu gaze, respectiv folosirea  $N_2$  nu este eficientă în combaterea speciilor de mucegai<sup>11</sup>. Mediul cu valori scăzute ale  $O_2$  (0,005-0,1%  $O_2$ ) însă poate avea efecte negative asupra microorganismelor aerobe cellulolitice<sup>12</sup>.

Deoarece speciile de fungi pot cauza deteriorări semnificative ale obiectelor de artă (degradarea structurii, colorarea obiectelor de artă), considerăm că este foarte important să se realizeze protecția preventivă a acestora. Dacă un obiect de artă ajunge în colecție ca piesă nouă, este foarte important studierea acestuia. Dacă în urma studierii macro- sau microscopice se observă prezența fungilor, este necesară determinarea acestuia. Așadar o să avem informații utile pentru o combatere și protecție mai eficientă.

Dr. Gyöngyvér Mara

Biolog

Universitatea Sapiientia Cluj Napoca

Facultatea de Științe

530104 Miercurea Ciuc, P-ta Libertății 1.

Tel.: +40-266-317-121

Mara Zsuzsanna

Restaurator de pictură

Muzeul Secuiesc al Ciucului

530132 Miercurea Ciuc, str. Cetatii nr. 2.

Tel.: +40-266-311-727

E-mail: zsuzsamara@yahoo.com

## LISTA ILUSTRAȚIILOR

*Fig. 1.* Frecvența apariției simptomelor și problemelor de sănătate cauzate de fungi (după Salkinoja-Salonen și colab. 2003)

*Traducere:* Dr. Gyöngyvér Mara și Zsuzsanna Mara

<sup>9</sup> Valentin, N.: Microbial contamination in museum collections: Organic materials. In. Molecular Biology and Cultural Heritage. C. Saiz Jimenez eds., 2003. pp. 85-93.

<sup>10</sup> Morgós, A.: Műtárgyak korszerű fertőtlenítése. In. Isis Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek I. Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely, 2001. pp. 21-42.

<sup>11</sup> Morgós, A.: Műtárgyak korszerű fertőtlenítése. In. Isis Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek I. Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely, 2001. pp. 21-42.

<sup>12</sup> Valentin, N.: Microbial contamination in museum collections: Organic materials. In. Molecular Biology and Cultural Heritage. C. Saiz Jimenez eds., 2003. pp. 85-93.