

PATRIMONIUL SUB INCIDENȚA ACȚIUNII BIOLOGICE

*Drd. Claudia LUPU**

Timpul dă valoare obiectelor, având o mare importanță și influențând modul cum percepem lucrurile. El are repercusiuni asupra patrimoniului ce reprezintă o mărturie a creativității umane, transmisă din generație în generație.

Un număr mare de obiecte de patrimoniu fabricate din materiale organice sunt cele din lemn, piele, pergament, hârtie, textile, a căror degradare constă în ruperea biopolimerilor structurali (celuloză și proteine) influențate de condițiile de conservare.

Celuloza este cel mai important compus chimic prezent în lemn, hârtie sau fibre textile derivate din bumbac, iută, cânepă, in etc., iar proteinele intră în compoziția materialelor de origine animală ca piele, fibre textile din lână și mătase.

Degradarea patrimoniului, cu deosebire a celui constituit pe bază de celuloză, este cauzat de factorii endogeni, dar cu deosebire de cei exogeni. Printre factorii exogeni se numără umiditatea, temperatura, lumina, poluanții atmosferici, valorile ridicate ale U.R. asupra patrimoniului organic. declanșând dezvoltarea mucegaiului în substrat.

Dezvoltarea mucegaiurilor, acele microorganisme ce fac parte din regnul fungilor încep să acționeze la valori diferite: 65-70%, 70 și chiar 75%.

Umiditatea excesivă umflă fibrele de celuloză, devenind mai accesibile pentru mucegai ce o vor distruge cu ajutorul enzimelor, iar dacă nivelul de umiditate nu mai este ridicat ci scade, aceste specii vor trece într-o stare de rezistență (spori) în care sunt inactive și așa pot supraviețui.

Regiunile cu celuloză amorfă care conțin și hemiceluloză, vor reprezenta zonele nutritive din materialele celulozice pentru mucegai, și vor produce schimbări ireversibile în acțiunea sa de degradare.

Mucegaiul activ va deteriora grav patrimoniul, de aceea el trebuie inactivat și bunul cultural trebuie să primească un tratament preventiv, pentru a opri deteriorarea chimică.

* Conservator expert, Muzeul Național al Marinei Române.

Microorganismele provoacă alterarea suprafețelor materialelor printr-o varietate de mecanisme, precum formarea biofilmelor, a reacțiilor chimice cu substratul, pătrunderea fizică în substrat sau producerea de pigmenți.¹

O varietate de măsuri curative și preventive includ tratamente de dezinfecție prin fumigație cu formaldehidă, oxid de etilenă sau etanol, dacă mucegaiul este activ și valorile umidității nu sunt corespunzătoare.

Izolarea perfectă față de oxigen, apă și uscarea excesivă, vor duce la o bună conservare a patrimoniului.

Pentru ca degradarea biologică să poată avea loc, vor fi obligatorii anumite condiții de mediu, și se datorează atât unor organisme mici și simple (bacterii, ciuperci, mucegaiuri), cât și unor organisme mai complexe (mai ales insecte) ce atacă patrimoniul organic care devine sursă de hrană pentru acestea.²

Atacul fungic va fi declanșat numai la existența unei umidități excesive, și a unei temperaturi adecvate (factori fizici de degradare).

Sub incidența factorilor fizici și chimici de degradare, evoluția va fi înceată și totodată proporțională cu intensitatea expunerii la aceștia, fiind în schimb accelerată de agresori biologici.

În procesul de degradare al patrimoniului există o strânsă cooperare între diferite specii de biodeteriogeni, iar pentru a-i putea combate trebuie cunoscute caracteristicile lor de viață, obiceiurile de hrană, condițiile necesare dezvoltării.

Prezența bacteriilor și ciupercilor în forma lor inactivă (spori), nu poate fi evitată și nu este periculoasă fără condițiile ce promovează existența lor. Coloniile de ciuperci se dezvoltă foarte rapid în condiții favorabile, având abilitatea de a distruge substratul.

La declanșarea unui atac biologic este necesară tratarea fiecărui obiect din incintă, chiar și a celor care nu arată semne de atac activ.

Dezinfectarea trebuie să fie foarte amănunțită deoarece ciupercile, bacteriile și insectele prezintă cicluri de viață complexe, ce implică forme de viață inactive (spori, ouă), rezistente la biocizi și la condiții nefavorabile.³

Fungii (actinomicetele, mucegaiurile) și bacteriile, sunt principalele microorganisme implicate în distrugere, în condiții speciale apar algele și lichenii, rareori prezente în spații muzeale închise.

¹Corneliu Ponta, *Utilizarea radiațiilor ionizate pentru conservarea patrimoniului cultural tangibil*, Editura Horia Hulubei, Măgurele, 2019, p.177.

²*Ibidem*, p.171.

³*Ibidem*, p.17.

Microorganismele devin periculoase în prezența umidității, temperaturii, pH-ului și a prezenței altor nutrienți, cele mai importante degradări fiind cele induse de reacții chimice.

Atacul produce pete și poate altera proprietățile pieselor, iar colonizarea lor poate fixa praful pe suprafața hârtiei, ce constituie astfel un element abraziv periculos.

Dezintegrarea locală sau fisurile, sunt consecințe ale penetrării microorganismelor în interiorul pieselor.

În degradarea patrimoniului organic îngropat, scufundat în apă, aflat în condiții anaerobe sau cu deficit de oxigen, un rol important îl au bacteriile aerobe și anaerobe, iar fungii sunt întâlniți frecvent în spațiile muzeale.

Lemnul atacat de ciuperci devine mai ușor, mai puțin rezistent, mai moale și mai ales mai higroscopic, existând putregaiuri brune (care consumă celuloza din lemn) sau albe (care consumă lignina și polizaharidele).⁴

Ciupercile care produc degradarea sunt recunoscute prin culoarea și textura produșilor de descompunere:

- putregaiul alb; include *Fomes* sp., *Pleurotus* sp., *Pholiota* sp.;

- putregaiul brun; include *Coniophora puteana*, *Merulius lacrymans*, *Poria* sp.;

- putregaiul moale; include *Alternaria*, *Hemicelia*, *Stenphylium*, *Chaetomium*, *Xylaria*.⁵

Mediul în care pot trăi microorganismele trebuie să aibă umiditate ridicată, conținut scăzut de oxigen și concentrație mare de săruri, aceste condiții producând biodegradarea lemnului umed.

Speciile de putregai alb, vor degrada întregul complex de lignoceluloză, producând enzime extracelulare, putregaiul brun degradează cu prioritate celuloza și alte polizaharide nu și lignina, iar cele de putregai moale degradează lemnul îmbibat cu apă.

Atacul insectelor xilofagiene la lemn este favorizat de activitatea metabolică a ciupercilor, insectele purtând microorganismele în tractul lor digestiv.

În ordinul Coleoptera, un ciclu biologic complet cuprinde următoarele forme ce se transformă una în alta: ou, larvă, pupă și adult.⁶ Larva reprezintă un real pericol, putând săpa galerii până la cinci ani, înainte de a se transforma în pupă.

⁴Doina Maria Creangă, *Bazele conservării științifice*, Editura Universității Suceava, Suceava, 2005, p.77.

⁵Corneliu Ponta, *Utilizarea radiațiilor ionizate pentru conservarea patrimoniului cultural tangibil*, Editura Horia Hulubei, Măgurele, 2019, p. 21.

⁶*Ibidem*, p.19.

Ea devorează materialul suport pentru a se hrăni și ajunge la maturitate, anotimpul primăvara fiind cel care oferă condiții prielnice de temperatură la interior.

Carii lasă în urmă rumegușul auriu dacă atacul este activ, maroniu dacă atacul este mai vechi și săpând rețele de galerii dese circulare și ovale în carnea lemnului, îi minează structura de rezistență și rămânând o carcasă ce se poate prăbuși.

Galeriile vor fi locuri nu numai de eliminare a rumegușului, dar și prin care adultul iese în exterior.

Ciclu de viață al insectelor este complex, ele folosesc patrimoniul organic pentru hrană, adăpost și cuib pentru depunerea ouălor.⁷

Există specii adaptate și condițiilor extreme, dar intervalul optim de temperaturi pentru dezvoltarea insectelor în zonele temperate este de 20-30°C. Valorile ridicate nu sunt o condiție majoră, umiditatea mare fiind esențială doar pentru cele care trăiesc în simbioză cu termita.

Cele mai frecvente insecte în interior sunt cele din familia Anobidae, iar cele din familia Lyctidae pot fi găsite, chiar și atunci când umiditatea nu înregistrează valori ridicate. Degradarea patrimoniului se face de către insecte care mănâncă selectiv numai celuloza (fibre de lemn, hârtie, textile), proteine (lână, piele, pergament) amidon (adezivi pentru hârtie) existând altele care mănâncă orice, având diverse particularități de hrănire.

Cariul de carte va începe cu perforarea învelitorii din piele ce învește scoarțele de lemn, va continua cu acestea și cu blocul cărții, ce va suferi deteriorări prin structura sa celulară lăsând în urmă canale deteriorante.

Printre deteriogenii hârtiei se numără, insectele din familia Anobidae, Liposcelidae, Dermestidae, Lyctidae. Acțiunea lor include abraziunea suprafeței, eroziunea sau producerea de găuri și tunele.

Celuloza precum și alte componente ale hârtiei, reprezentând hrană pentru acestea, uneori biodegradarea hârtiei fiind activitate colaterală, unele fiind consumatoare cu prioritate de clei sau piele. Anumite insecte consumă adezivii din hârtie, distrucând cărțile prin diminuarea coeziunii acestora.

Unele insecte nu reușesc să digere direct celuloza și trăiesc în simbioză cu microorganisme care distrug celuloza, eliberând reziduuri ce le utilizează insecta. Sursa de fibre pentru realizarea hârtiei s-a schimbat în timp, de la cârpe de bumbac sau in, la lemn, natura sa fiind vegetală, existând diferențe în cantitatea de celuloză conținută, structura fibrei oferind hârtiei rezistență.

⁷*Ibidem*, p.15.

Hârtia este mai hidrofilă în comparație cu lemnul, fiind mai vulnerabilă totodată la bacterii, fungi(ciupecri) și actinomicete (mușegaiuri), hârtia veche înregistrând o rezistență mai ridicată la biodeteriogeni decât hârtia modernă. Praful și umiditatea, împreună formează mediul ideal de reproducere pentru mușegai la hârtie.

În perioada dezvoltării microorganismelor, sunt eliberate cantități de acizi suficient de mari pentru a provoca adevărate perforări ale hârtiei.⁸

Substratul pe care se dezvoltă ciupercile poate fi preferențial, fiind necesară a conține o cantitate minimă de azot, carbon asimilabil precum și fosfor, calciu, magneziu, fier și alte elemente care sunt necesare creșterii lor. Există o serie de caracteristici care le influențează creșterea, longevitatea miceliului, particularitățile sporulării, viteza dezvoltării vegetative.⁹

Aderența coloniilor de ciuperci diferă de la caz la caz și de la un tip de ciupercă la altul, existând și asocieri ale acestora cu altele, cele prezente la hârtie se pot regăsi și la piele.

Pentru a se dezvolta, ciupercile din genurile *Penicillium* și *Aspergillus* au nevoie de mai puțină apă, o umiditate între 7% și 8% fiindu-le suficientă, reprezentând astfel cea mai importantă amenințare pentru hârtie, în comparație cu bacteriile și mușegaiurile.

Petele existente pe hârtiile atacate de ciuperci sunt pete de orice culoare posibilă: negru, roșu, violet, galben, maro, hârtia devenind păsloasă, fragilă, filele putându-se lipi între ele.

Procesul de degradare al substanțelor organice rareori se datorează numai factorilor fizici, chimici sau biologici, toți acționează sinergic.

Factorii de degradare fizico-mecanici la patrimoniul pe suport organic sunt lumina, stresul mecanic, apa în exces, variațiile temperaturii, ciclul îngheț/dezgheț și vântul.

Responsabili pentru degradarea chimică pe care o poate înregistra patrimoniul pe suport organic sunt oxigenul, gazele și acizii humici din sol.

Dintre cele trei straturi ale pielii, derma este cea utilizată în confecționarea bunurilor culturale din piele, având forma și consistența necesară cu proprietăți mecanice bune.

Colagenul reprezintă principala componentă chimică a pielii, iar tanarea este un proces de reticulare prin care se formează legături chimice între colagen și tanin, ansamblul devenind hidrofil.

⁸Doina Maria Creangă, *Bazele conservării științifice*, Editura Universității Suceava, Suceava, p. 75.

⁹*Ibidem*, p. 75.

Pielea animală crudă este biodegradată rapid dacă nu se iau măsuri specifice de conservare (de exemplu, sărare, uscare).¹⁰

Retenția apei se va reduce la 15%, devenind inatacabilă de microorganisme la finalul procesului de pregătire a pielii pentru confecționare.

Dacă concentrația de apă va rămâne redusă, procesul de degradarea biologică nu va fi înregistrat la patrimoniul din piele.

Factorii fizici, chimici și mecanici sunt cei mai importanți factori de degradare a bunurilor culturale din piele. Oxizii de sulf sau azot, sunt poluanți ce catalizează degradarea hidrolitică a collagenului.

Distrugerea oxidativă a collagenului datorată ozonului și radicalilor liberi produși de exemplu de componenta UV a luminii vizibile; ruperea fotochimică a legăturilor dintre collagen și tanin; degradarea mecanică provocată de utilizarea ca atare a obiectului, sau în combinație cu fluctuațiile de temperatură și umiditate sunt mecanisme care contribuie la îmbătrânire.¹¹

În urma unor intervenții de conservare necorespunzătoare aplicate la piele sau pergament, suprafața poate să devină grasă, ducând la reținerea prafului și la creșterea hidrofiliei.

Bacteriile (aerobe și anaerobe) au nevoie de oxigen, cele aerobe îl procură din aerul atmosferic, iar cele anaerobe obțin oxigenul prin descompunerea moleculelor diferitelor substanțe ce îl conțin. Atacul collagenului are loc de către bacteriile proteolitice și degradarea continuă ulterior sub acțiunea mușcăiurilor.

Substanțele folosite la finisare sunt atacate cu prioritate de către micromicete și mai puțin de complexul proteine-tanin format în timpul proceselor de tăbăcire a pielii.

Valorile la care se dezvoltă ciupercile sunt diferite, majoritatea preferă o umiditate cuprinsă între 80-100%, unele se dezvoltă bine la o umiditate de 60-70%, existând altele care se dezvoltă în condiții de uscăciune pronunțată, la o temperatura cuprinsă între 20 și 40°C.

Umiditatea este factorul determinant în proliferarea speciilor și se situează la nivele de peste 65% U.R, mușcăiurile rezistă la temperaturi cuprinse între -6 și 83°C, zona cea mai favorabilă fiind între 4 și 30°C.¹²

Când atacul a căpătat o anumită dezvoltare, infestarea este cu atât mai puternică cu cât se instalează după un atac de insecte care au pregătit

¹⁰Corneliu Ponta, *Utilizarea radiațiilor ionizate pentru conservarea patrimoniului cultural tangibil*, Editura Horia Hulubei, Măgurele, 2019, p. 27.

¹¹*Ibidem*, p. 28.

¹²Doina Maria Creangă, *Bazele conservării științifice*, Editura Universității Suceava, Suceava, p.76.

terenul prin slăbirea rezistenței materialului, producerea unui mediu neigenic cu produși metabolici și deșeuri de nutriție. O caracteristică a mediului infestat cu mușegai este un miros specific.¹³

Spre deosebire de piele, la fabricarea pergamentului nu se va aplica tanarea, el fiind astfel rehidratibil și astfel vulnerabil la degradarea biologică a bacteriilor de genurile *Bacillus* (aerobe), *Pseudomonas* (aerobe), *Bacteroides* (anaerobe) și *Sarcina* (anaerobe) atrase de colagenul parțial descompus. Aderența coloniilor de ciuperci diferă de la caz la caz și de la un tip de ciupercă la altul.¹⁴

În ceea ce privește pergamentul antic, se pare că a fost biodegradat de ciuperci din genurile *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Scopulariopsis*, *Aspergillus*, *Ophiostoma* și *Fusarium*.

Spre deosebire de pielea tăbăcită mineral, pielea tăbăcită vegetal este mai puțin vulnerabilă la atacul biologic. Modificarea proprietăților mecanice, apariția petelor colorate vor fi deteriorări microbiene întâlnite la piele și pergament. Ciupercile folosesc grăsimea din piele ca sursă de carbon, produșii de metabolism ai fungilor producând degradarea.

Consecințele biodeteriorării la pergament vor fi deformări, fragilizări, rigidizări, pete colorate care distrug scrisul. Insectele din familia *Dermestidae* (gândacii de piele) și *Tineidae* (*Lepidoptera*) sunt adesea cele mai des întâlnite în degradarea pergamentului și pielii.

Hainele, pânza picturilor, tapiseriile, covoarele sunt câteva din piesele de patrimoniu ce conțin fibre textile de origine animală sau vegetală, acestea având ca și component chimic celuloza extrasă din bumbac, in, cânepă și alte plante. Procesul de biodegradare în cazul patrimoniului realizat din textile de origine animală, va avea multe caracteristici comune cu ale patrimoniului realizat din lemn și hârtie.

Fibrele care conțin amidon, pectină, dextrină și alți carbohidrați cu greutate mică, vor fi ușor biodegradate, iar cele care conțin lignină sau ceară rezistă mai bine decât fibrele celulozice purificate. Piesele care au capacitatea de a reține o cantitate mai mare de praf, sunt cele cu țesătură rară care atrag și biodeteriogenii, iar țesăturile care au cupru și argint pot inhiba creșterea microbiană.

Genurile de fungi ce produc textilelor pete colorate, le diminuează rezistența mecanică, le decolorează și le produce o biodeteriorare adesea profundă sunt *Stemphylium*, *Chaetomium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Aspergillus*, *Memnoniella*, *Penicillium*, *Neurospora* și *Myrothecium*.

¹³*Ibidem*.

¹⁴*Ibidem*, p. 28.

Lâna și mătasea, reprezintă materialul de bază în realizarea multor piese textile în care principalele componente chimice sunt proteinele.

Lâna provine de la oi și alte mamifere și are ca și proteină cheratina care nu este solubilă în apă, având proprietatea de a absorbi umiditatea din mediul înconjurător (higroscopicitatea).

Microorganismele atacă cu predilecție piesele realizate din celuloză și mai puțin pe cele realizate din mătase și lână, fibrele proteice, datorită higroscopicității mari, fiind atacate mai frecvent de bacterii decât de ciuperci.¹⁵ Bacteriile care atacă lâna sunt cele din genurile Actinomycetes, Proteus, Bacillus, iar dintre fungi, speciile cheratinofile și dermatofitice din genurile Trichophyton și Microsporum.

Mătasea conține fibrolină și sericină, ambele proteine, fibrolina rezistentă la agenții chimici, insolubilă în apă, sericina solubilă în apă ce mărește vulnerabilitatea mătăsii, dar care este îndepărtată cu apă și degresant, mărindu-se astfel rezistența la deteriorării microbiene.

La mătase atacul microbial apare rar, manifestându-se prin diminuare a rezistenței la rupere, pete colorate, decolorare, acționând tulpini ale ciupercilor din genurile Aspergillus, Fusarium și Trichoderma.

Textilele arheologice vor fi atacate de tulpini ale bacteriilor Cellvibrio, Microspora și Clostridium, ele fiind activate de mediul acestui tip de patrimoniu unde valorile umidității relative sunt extrem de ridicate.

Și textilele reprezintă adăpost pentru insecte, familiile de Blattidae și Lepismatidae fiind insectele cele mai des întâlnite ca biodeterioranți, atacul fiind favorizat când amidonul și polizaharidele cu greutate moleculară mică se alătură fibrelor.

Atacul de molii, dar cu deosebire al moliilor de lână și blană, este extrem de grav chiar și pe termen scurt, fiind foarte prolific în depunerea de ouă și distructive, consumând întreaga structură textilă a unei piese.

Insectele cu forța mandibulei pot devora părți considerabile din bunurile culturale, activitatea lor fiind distructivă și având finalitate nutritivă.

Speciile de insecte care pot apărea într-un muzeu sunt din ordinele Coleoptera (Anobiidae, Lyctide, Cerambycidae, Scolitide – cari, gândaci), Himenoptera (viespi și furnici), Lepidoptera (fluturi) etc.¹⁶ Termitele (ordinul Isoptera) fac ravagii prin proporțiile și viteza atacului.

¹⁵Doina Maria Creangă, *Bazele conservării științifice*, Editura Universității Suceava, Suceava, 2005, p.76.

¹⁶*Ibidem*, p.80.

HERITAGE UNDER BIOLOGICAL ACTION

-abstract-

Key Words: degradation, microorganisms, insects, heritage, conservati

The work presents the incidence of degradation on the heritage on organic support, as well as the preventive measures that limit the biological action. The multitude of families of fungi, bacteria and insects, with sometimes devastating effect on the organic support, dependent on the environmental conditions.

Among the most serious examples is an attack by wood-eating insects, which can bring the cultural asset to a carcass stage, or can cause a disintegration of the components of a cover made of leather, cardboard, paper, with significant losses.

And the action of mold, fungi and bacteria can be very serious through the stains left on the support leading to the lack of information, or making the piece irretrievable through the effects produced.

Analyzing the structure of wood, leather, parchment, paper, textiles, the most important families of microorganisms, the relative humidity values, the temperature, the light at which microorganisms become active, are essential to be able to prevent this type of degradation with major effects on heritage.

BIBLIOGRAFIE

BLAHNIC, R., Zanova, V., *Coroziunea microbiană în Probleme patologice a cărții*, vol. 8, Biblioteca Centrală de Stat, București, 1974.

CREANGĂ, Doina Maria, *Bazele conservării științifice*, Editura Universității Suceava, Suceava, 2005.

DEAC, Vasile, A., *Conservarea colecțiilor infodocumentare din biblioteci, muzee și arhive, Simptomatologia complexului de degradare*, Editura Centrului de Pregătire Profesională în Cultură, București, 2009.

LEITINGHER, A., Cristache, P., *Conservarea Colecțiilor*, Biblioteca Județeană „Gheorghe Șincai”, Bihor, 2003.

MOLDOVEANU, Aurel, *Conservarea preventivă a bunurilor culturale*, Ediția a II-a, Editura Centrului pentru Formare, Educare Permanentă și Management în Domeniu Culturii, București, 2003.

OPREA, Florea, *Biologie pentru conservarea și restaurarea patrimoniului cultural*, Editura Maiko, București, 2006. PONTA, Corneliu *Utilizarea radiațiilor ionizate pentru conservarea patrimoniului cultural tangibil*, Editura Horia Hulubei, Măgurele, 2019.

PĂCURARIU, Mircea, *Istoria Bisericii Ortodoxe Române*, vol. II, București, 1981.

PONTA, Corneliu, *Utilizarea radiațiilor ionizate pentru conservarea patrimoniului cultural tangibil*, Editura Horia Hulubei, Măgurele, 2019.

SANDU, Irina, Crina, Anca, SANSU Ion, POPOIU, Paula, SAANEN, Antonia van, *Aspecte metodologice privind conservarea științifică a patrimoniului cultural*, Editura Corson, Iași, 2001.