

IMPACTUL MICROORGANISMELOR ASUPRA ÎMBĂTRÂNIRII ȘI DEGRADĂRII EDIȚIILOR DE CARTE ȘI A DOCUMENTELOR DE ARHIVĂ

N. Onici, S. Rubțov, dr., Iu. Subotin, dr., V. Scobioală

Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Cărțile manuscrise sau tipărite fac parte din patrimoniul cultural național și universal, alături de alte valori care definesc spiritualitatea unei națiuni.

Mircea Eliade scria: „*Cetim ca să trecem examene* (deci lectura studiu), *ca să omorâm timpul* (deci lectura de loisir) *sau cetim din profesii* (deci lectura informativă). *Lectura ar putea fi un mijloc de alimentare spirituală continuă, nu numai un instrument de informație sau de contemplație.*”

Documentele din arhive și cele vechi, precum și unele ediții de carte au valoare istorică și artistică inestimabilă, dar, timpul și condițiile de păstrare a lor își lasă amprente incontestabile, uneori, spre regret, destul de prejudicioase. Prejudiciile marcându-se prin îmbătrânire sau chiar deteriorare, cu pierderi incomensurabile pentru patrimoniul cultural național. Pentru stoparea degradării, este necesar ca edițiile de carte și documentele de arhivă să fie supuse unor tratamente adecvate. Acestea au ca obiectiv eliminarea cauzelor ce provoacă deteriorarea, adică modificarea negativă a unuia sau mai multor caracteristici ale documentelor și remedierea neconformităților datorate degradării.

Cercetările în domeniul hârtiei din sec. V-VII au arătat existența, alături de fibre mărunțite mecanic, a fibrelor deja macerate (dizolvate prin metode chimice).

Documentele și operele pe hârtie conservate în arhive, biblioteci și muzee sunt adesea îngălbenite, pătate și fragilizate. Dincolo de aspectul lor inestetic, aceste deteriorări pot masca textul, diferite miniaturi policrome, desene, etc.

Cunoașterea cauzelor care provoacă și influențează procesul de îmbătrânire a hârtiei este foarte importantă din punct de vedere al posibilităților luării unor măsuri pentru creșterea durabilității acesteia.

Cauzele interne care condiționează distrucția polimerului celulozic în timpul procesului de îmbătrânire cuprind diverse defecte de natură moleculară (grupe funcționale nehidroxilice) sau supramoleculară (distorsiuni, defecte de rețea cristalină, malformații în morfologia elementelor de

structură), care constituie așa-numitele „puncte slabe” de structură și care se manifestă sub forma unor tensiuni locale interne.

Aceste efecte apar fie ca urmare a unor tratamente tehnologice, fie pot preexista în structura materialului celulozic din plantă și reprezintă locul preferențial de atac destructiv.

De importanță foarte mare din punctul de vedere al rezistenței la îmbătrânire a hârtiei este natura materialului celulozic ca atare, procesul de îmbătrânire a hârtiei fiind influențat și de cauzele exogene, determinate de operațiile de tipărire, imprimare și scriere sau datorate condițiilor de mediu în care este păstrată hârtia. Tot mai mult în biblioteci și arhive cunosc efectele pe care le pot produce microorganismele edițiilor de carte și documentelor, dar majoritatea nu s-au confruntat cu o reală invazie a acestora, ceea ce și favorizează amploarea dezvoltării lor.

Identificarea genezei, etapelor de dezvoltare și formele de manifestare a microorganismelor și a influențelor prioritare ale acestora, constituie obiectivul acestui studiu, ce urmează să contribuie la diagnosticarea maladiilor care pot afecta edițiile de carte și documentele de arhivă conducând inevitabil la îmbătrânirea și degradarea lor.

Rezultatele diagnosticării vor servi drept puncte de plecare în elaborarea strategiei de tratare a edițiilor de carte și a documentelor de arhivă în vederea asigurării longevității vieții lor.

1. FACTORI DE INFLUENȚĂ ASUPRA GENEZII ȘI DEZVOLTĂRII MICROORGANISMELOR PE EDIȚIILE DE CARTE ȘI DOCUMENTELE DE ARHIVĂ

Factorii de influență asupra genezei și dezvoltării micrororganismelor conform surselor bibliografice specializate [1, 3] au fost structurați în diverse moduri după deferite criterii. Cel mai frecvent se operează cu structurarea factorilor de influență [1, 3, 7] în:

- *factori exogeni* sau *endogeni* (ce țin de natura materiei prime și condițiile de fabricare);

- *factori externi* sau *exogeni* (influența mediului înconjurător).

Factorii exogeni sunt divizați în:

- factori determinați de procesele de fabricare a edițiilor de carte și documentelor de arhivă - pregătire către imprimare, finisare, depozitare, transportare, difuzare;

- factori datorati condițiilor de mediu în care s-a realizat ediția respectivă sau se păstrează documentul sau ediția de carte.

Dimensionați după natura cauzelor de generare [1, 2] factorii de influență au fost structurați în:

- *biologici*;
- *fizici*;
- *chimici*.

Abordarea factorilor structurați în factori endogeni și exogeni ne permite particularizarea lor, așa cum urmează a fi prezentată în continuare.

Factorii endogeni provoacă distrucția polimerului celulozic în timpul procesului de îmbătrânire naturală sau artificială, afectează diverse elemente de structură la nivel molecular (grupe funcționale nehidroxilice) sau la nivel macromolecular (distorsiuni, defecte de rețea cristalină, malformații în morfologia elementelor structurale). Acestea constituie așa numitele „puncte slabe sau de minimă rezistență” din masa materialului celulozic și care se manifestă sub forma unor tensiuni locale interne, ce conduc la distrucția structurale.

Aceste defecte apar fie în procesele tehnologice de prelucrare, fie pot preexista în structura materialului celulozic din stare naturală, când se manifestă sub forma unui punct preferențial al atacului distructiv, respectiv punctul de minimă rezistență de unde începe distrucția.

Caracteristica prin care poate fi apreciată gravitatea și gradul de influență a factorilor endogeni asupra procesului de îmbătrânire și degradarea a suporturilor celulozice de imprimare pentru edițiile de carte și diverse acte, documente este rezistența la îmbătrânire [5, 7, 10].

Rezistența la îmbătrânire a hârtiei ca material de bază al edițiilor de carte și documentelor de arhivă depinde de:

- natura suportului;
- compatibilitatea substanțelor de umplutură cu natura suportului celulozic;
- adaosul de fungicide;
- adaosul de bactericide;
- aciditatea (pH) hârtiei ce micșorează gradul de polimerizare al componentilor;

- sistemul de încheiere utilizat (colofoniu, colofoniu sapoinificat, colofoniu-sulfat de aluminiu, sistem neutru alcalin);

- gradul de eliminare din procedeu de fabricare a sulfatului de aluminiu și care prezintă Pete oxidice, ce conduc la degradări oxidative.

Pentru înlăturarea mucegaiului se folosesc tratamente bactericide, fungicide și insecticide.

Alegerea incorectă a acestora din urmă (incompatibilitate cu suportul celulozic) poate conduce la apariția altor efecte distructive.

Factorii determinați de procesele de fabricație a edițiilor de carte și documentelor de arhivă:

- contactul cu alte materiale sau substanțe de altă natură chimică.

Spre exemplu, dacă o hârtie cu durabilitate crescută vine în contact cu o operă cu conținut de pastă mecanică, apar reacții chimice la suprafața de contact, care pot duce la degradarea hârtiei rezistente.

Un alt exemplu îl reprezintă contactul cu diverse părți metalice

- colofoniului nemodificat;
- compatibilitatea materialelor de scris (cernelurile) cu suportul de imprimare.

Pentru că, agenții biologici influențează pregnant asupra edițiilor de carte și documentelor de arhivă, se impune definirea și structurarea lor.

2. IDENTITATEA AGENȚILOR BIOLOGICI CU IMPLICAȚII ASUPRA ÎMBĂTRÂNIRII ȘI DEGRADĂRII EDIȚIILOR DE CARTE ȘI A DOCUMENTELOR DE ARHIVĂ

Mucegaiurile ce influențează asupra îmbătrânirii și degradării edițiilor de carte și documentelor de arhivă, sunt organisme microscopice simple ce pot fi găsite și pe suprafața edițiilor de carte, documentelor de arhivă și în spațiul aerian. Mucegaiurile pot pătrunde în organism prin inhalare sau contact cutanat [4, 8].

Sunt cunoscute peste 100.000 specii de mucegaiuri.

Cele mai reprezentative microorganismele ce au drept mediu favorabil de dezvoltare cărțile și documentele de arhivă sunt cele:

- din genul *Staphylococcus* (fam. Micrococcaceae) ce aparțin categoriei de bacterii Gram pozitive și sunt pe larg răspândite în natură, în mediul acvatic, în sol și în aer;
- din categoria micșorilor sunt identificate genurile *Aspergillus*, *Penicillium* și *Mucor* (fig.1);

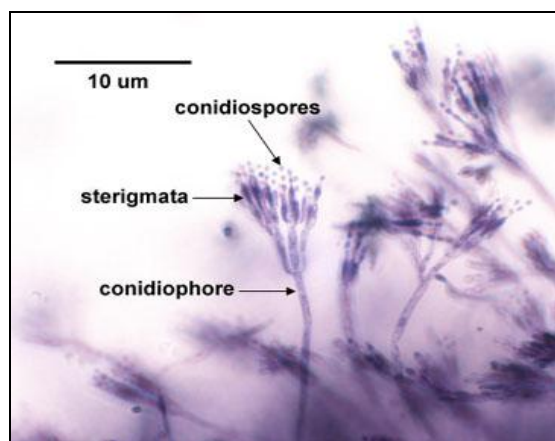


Figura 1. Organele de multiplicare a micomicetelor genului la *Penicillium*.

▪ din ordinul *Eubacteriales* ce aparțin categoriei de bacterii Gram negativă: *Azotobacteriales*, *Rhizobiaceae*, *Achromobacteriaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Bruce-llaceae* și *Bacteroidaceae*.

Specia *Penicillium roqueforti* aparține Regnului Fungi, Subregnul Ascomycota, Clasa Eurotiomycetes, Familia Trichomaceae, Genul *Penicillium*.

Este un mușcăi saprotrofic, larg răspândit în natură și poate fi izolat din sol, în substanțe organice și părți ale plantelor.

Figura 2 prezintă exteriorul coloniilor izolate de pe suprafața mostrelor de ziar.

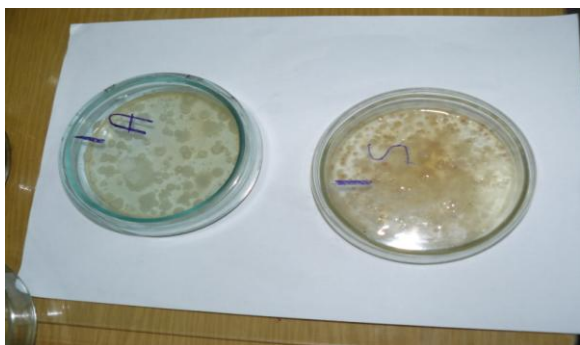


Figura 2. Coloniile izolate de pe suprafața ziarelor pe medii BCA și Sabraud.

Însă în anumite condiții *Penicillium roqueforti* e capabil să producă metaboliții secundari dăunători, cum sunt alcaloizii și micotoxinele constituind astfel un risc major pentru oameni. Aceste micotoxine includ *isofumigoclavina C*, *acidul penicilic*, *toxina PR*, *botriodiploidina* și *roquefortina* [6, 9].

Aspergillus flavus este o ciupercă larg răspândită în natură, cu capacitate hidrolitică asupra celulozei. Acest mușcăi poate deveni facultativ parazit, atât de plante, cât și în organismul animalelor sau a omului.

Fungul atacă cu precădere substraturile celulozice (paie, coceni de porumb, arahide, nuci, etc.) și de aici ajung în corpul animalelor și omului. În mod secundar, sporii mușcăiului pot pătrunde în organism pe cale aeriană.

Figura 3 prezintă structura speciei de *Aspergillus*, izolată de pe suprafața mostrelor de carte.

Atât miceliul cât și sporii fungului, conțin substanțe toxice, grupate sub denumirea generică de alfatoxine. Alfatoxinele nu produc alergii, ci intoxicații mult sau mai puțin evidente. Alfatoxinele sunt toxigene, carcinogene (cele mai puternice carcinogene cunoscute), mutagene și teratogene.

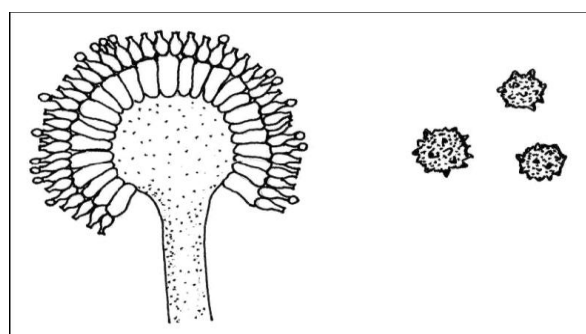


Figura 3. Organele de multiplicare a micomicetelor genului la *Aspergillus*.

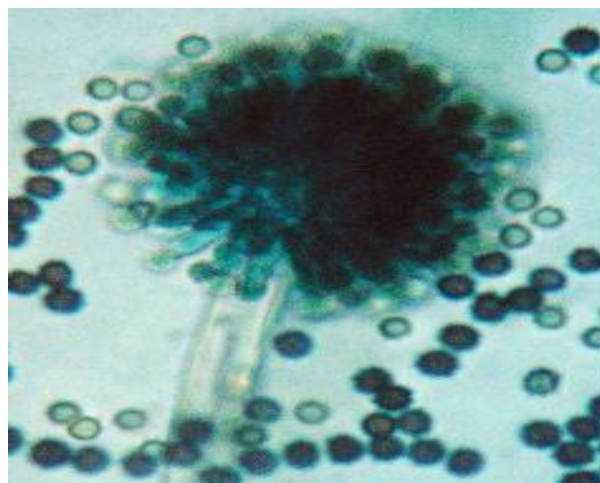


Figura 4. Multiplicarea micetelor *Aspergillus flavus* prin conidiospori.

3. CERCETĂRI EXPERIMENTALE

Materialele studiate au fost 3 ziare, cu vechime de 1, 2, 3 ani și două cărți cu vechime de 50 și 100 ani. Mostrele de ziar au fost păstrate timp de 5 luni în condiții nefavorabile, la temperatura aerului 10–12 °C, iar umiditatea relativă a aerului mai mare de 70 %, fapt ce a dus la o dezvoltare rapidă a mușcăiului.

În ceea ce privește manuscrisele mostra I (fig. 5) este o lucrare de L. Rebreanu, editată în 1959, cu un volum de 410 file dispus în caiete, calitatea hârtiei medii, nu reprezintă particule nedefibrate, având marginile blocului de culoare brună din cauza vechimii.

Mostra II (fig. 6) este un manuscris de peste 100 ani cu un volum de 300 file dispus în caiete. Suportul de text este constituit dintr-o hârtie produsă manual, din fibre de in și cânepă încleiate cu gelatină.

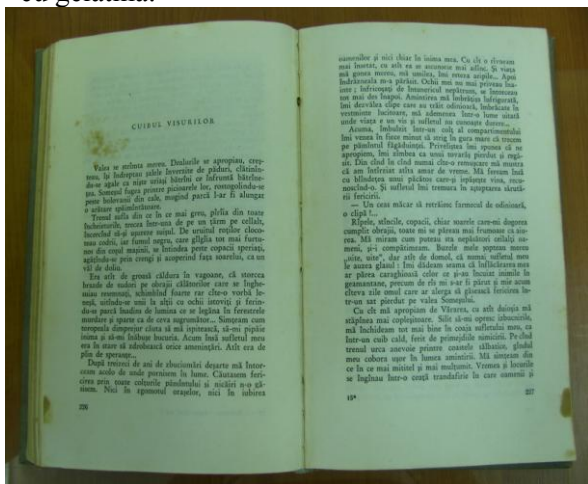


Figura 5. Mostră de carte cu vechime de 50 ani

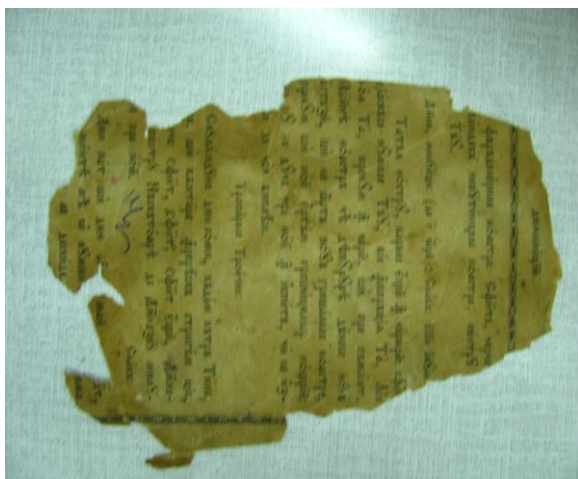


Figura 6. Mostră de carte cu vechime de 100 ani.

Materiale:

- medii nutritive – Sabouraud, BCA;
- ustensile – tampon steril, șablon metalic 5x5 cm, pensetă, ansă bacteriologică, cutii Petri, eprubete și baloane cu apă de canal sterilă.
- aparate – microscop Biomed 1U, 16x8, 20, 40, 100, termostat.

Etapile experimentului: preluarea probelor de pe suprafața mostrelor în condiții aseptice, cu diluții zecimale ulterioare; însămânțarea mediilor nutritive, termostatarea; determinarea cantitativă și

calitativă a microorganismelor, interpretarea rezultatelor.

4. REZULTATE ȘI INTERPRETĂRI

Rezultatele analizei calitative și cantitative a microbiotei mostrelor poligrafice sunt prezentate în tabelul 1 și imaginile 7 – 10.



Figura 7. Aspectul mucegaiului izolat de pe mostra de ziar, crescut în mediu Sabouraud.



Figura 8. Aspectul mucegaiului izolat de pe mostra de carte cu vechime de 100 ani, crescut în mediu Sabouraud

Colonii crescute în mediu Sabouraud, de dimensiuni medii 1–2cm, de culoare roz-mată, de formă rizoidală complexă, cu caractere ameboide.

Mediile de selecție pentru studierea caracterelor morfologice sunt prezentate de BCA (bulion de carne cu agar).

Pe aceste medii, după o incubare de 5 – 7 zile la 25–30 °C, apar caracterele utile încadrării taxonomice a izolatului în cauză. O însușire importantă a tulpinilor acestei specii este

termotoleranța, ele dezvoltându-se la temperatura de pînă la 55 °C

Uneori, mediul este suplimentat cu diferiți micronutrienți. Adăugarea de extract de carne, peptonă și alte substanțe stimulează creșterea și sporularea.



Figura 9. Aspectul mucegaiului izolat de pe mostra de ziar, crescut în mediu BCA.



Figura 10. Aspectul mucegaiului izolat de pe mostra de carte cu vechime de 100 ani, crescut în mediu BCA

Colonii crescute în mediu Agargeloză, de dimensiuni medii 1,5 cm, de culoare albă, de formă rizoidală complexă, cu caractere ameboide, cu margine filamentoasă și profil lobat.

Plăcile pentru aceste categorii au fost incubate la 37 °C în termostat timp de 3–5 zile. Pentru toate grupele de microorganisme analizate, au fost înregistrate valorile medii, reprezentate în tabelul 1.

Expunerea plăcilor în condițiile de laborator, a indicat o creștere spectaculoasă a numărului total de germeni mezofili.

La microscop, se disting destul de facil capetele aspergilare cu aspect columnar (fig. 3, 4). Hifele sunt septate și dau naștere unor conidiofori a căror extremitate se termină printr-o veziculă cu aspect

Tabelul 1. Aeromicroflora documentelor de arhivă.

Denumire		NTG UFC/m ³	SF UFC/m ³	ST UFC/m ³	Miceți UFC/m ³
ziar	I	18,0 · 10 ³	–	–	6,4 · 10 ³
	II	9,0 · 10 ³	–	–	6,0 · 10 ³
	III	8,0 · 10 ³	–	–	5,6 · 10 ³
carte	I	4,0 · 10 ³	–	–	2,6 · 10 ³
	I	3,0 · 10 ³	–	–	2,0 · 10 ³

unde:

- NTG – numărul total de germeni;
- Miceți – numărul total de miceți;
- SF – stafilococi;
- ST – streptococi.

clavat („bată de baseball”), cu diametrul de 2–4 μm. Coloniile au formă sferică sau subsferică.

În funcție de grupa de risc, microorganismele izolate de pe mostrele studiate nu prezintă un pericol esențial pentru sănătatea cititorului.

CONCLUZII

Cărțile oferă agenților de biodegradare (microorganisme, insecte) o gamă largă de substanțe nutritive de origine animală și vegetală. De la o hârtie rezistentă la îmbătrânire se preconizează ca, după un anumit timp, să prezinte valori minime ale acestor proprietăți, care permit folosirea lor corespunzătoare scopului.

Microorganismele izolate de pe mostrele studiate au fost în mare parte mucegaiuri și bacterii. Mucegaiurile și bacteriile întâlnite pe suprafața mostrelor, fac parte din agenții biologici de grupa de risc 2, definiți de HG 1092. Mucegaiurile izolate de pe suprafața mostrelor studiate, au fost specii din categoria *Miceților*: genurile *Penicilium* și *Aspergillus*. N-au fost depistați *streptococi* și *stafilococi* din genul *Staphylococcus*.

Prezența agenților biologici din documente poate produce îmbolnăviri profesionale cum sunt: astmul, rinita alergică, pneumonii, endocardite.

Tipul și gravitatea bolii depind de tipul agentului biologic, nivelul de expunere, sensibilitatea organismului expus.

Analizând starea mostrelor grav și mai puțin grav degradate s-a constatat cauza degradării, care a reieșit din mediul și condițiile de păstrare ale mostrelor, inclusiv dezvoltarea microorganismelor.

Analiza particularizată a acestora îi denotă pe cei cu influență prioritară printre care se numără:

➤ *factori legați de mediu:*

- variațiile climatice – regăsirea în echilibru a suportului de imprimare cu umiditatea relativă din atmosferă, temperatura aerului, temperatura medie,

radiantă a pereților spațiilor în care urmează a fi păstrate edițiile de carte și documentele, umiditatea relativă a aerului, viteza relativă a aerului în interiorul incintei, presiunea atmosferică, intensitatea luminii, radiația luminoasă (sub acțiunea luminii solare, directe sau difuze, materialele celulozice suferă un proces de distrucție fotochimică. Din această cauză, în crearea condițiilor de păstrare a documentelor se ține cont de natura materialului celulozic și de substanțele de umplutură utilizate la fabricarea hârtiei, respectiv de prezența unor substanțe care se îngălbenesc sub acțiunea luminii (fotosensibile)) etc;

- prezența în atmosferă a unor gaze corozive (poluante), cum ar fi: CO₂, SO₂, NO₂, Hal₂ (halogen), cauzate de activitățile industriale și urbane (emanații de la termocentrale, gaze de eșapament, evacuarea de gaze de ardere din industria chimică, metalurgică) creează probleme atât unor monumente istorice, cât și tuturor bunurilor de patrimoniu pe bază de materiale organice, afectându-le starea lor de conservare, respectiv durabilitatea lor. Prezența oxigenului sau halogenilor în concentrație mai mare, va accelera procesul de îmbătrânire prin mecanism oxidativ, mai ales la temperaturi ridicate.

- influența prafului și a microorganismelor, în special a ciupercilor.

În funcție de grupa de risc și importanța riscului de infecție, în rezultatul experienței s-a constatat că agenții biologici fac parte din I și a II-a grupă de risc:

- grupa I – agenți biologici care nu sunt susceptibili să provoace vre-o boală cititorului;

- grupa II – agenți biologici care nu au capacitatea să provoace omului o boală și să constituie un pericol pentru cititor, propagarea acestora în colectivitate este improbabilă; există în general, o profilaxie sau un tratament eficace.

Capacitatea materialului fibros, din componența produselor papetare, de a rezista la acțiunea factorilor interni și externi, în timpul unei depozitări îndelungate sau a unei exploatare continue, se definește ca *durabilitate*.

Durabilitatea hârtiei este definită ca fiind „gradul în care hârtia își menține calitățile sale originale în condiții de utilizare continuă”.

Bibliografie

1. Dan V., Kramer C., Bahmir G., Zara M., Nicolau A. *Memorator pentru mucegaiuri*, Editura EVRICA, Brăila, 1999.
2. Mustățu M. *Insecte dăunătoare bunurilor de patrimoniu*, Editura Universității „Al. I. Cuza”, Iași, 1998.
3. Nicolau A. *Microbiologie generală. Factori care influențează dezvoltarea microorganismelor*, Editura Academica, 2006.
4. Dan V., Kramer C., Bahmir G., Zara M., Nicolau A. *Controlul microbiologic al produselor alimentare*, Ministerul Învățământului și Științei, Universitatea din Galați, Facultatea de Industrii Alimentare și Tehnică Piscicolă.
5. *La Conservation: principes et réalités*. Paris: Editions du Cercle de la Librairie, 1995.
6. Lienardy A. *La désacidification de masse de livres et documents*. Bruxelles: Institut royal du Patrimoine artistique, 1992.
7. Lazăr V. *Microbiologie medicală*. Ed. Universitatii Bucuresti, 2001.
8. Andronache E. *Microbiologie Sanitară*. Ed. Medicala Bucuresti, 1989.
9. Stoica II., Vassu-Dimov T., Săsărman E. *Biologia și taxonomia moleculară a microorganismelor: Colecția de culturi microbiene*. Ed. Arvin Press București – 2002
10. <http://www.lisr.ro/4-5-popescua.pdf>