

MATERIALE CONSTITUENTE ȘI DEGRADĂRI ALE OBIECTELOR DE PATRIMONIU: CARACTERIZARE ȘI EVALUARE MICROSCOPICĂ

POLIXENIA GEORGETA POPESCU¹

CONSTITUENT MATERIALS AND DEGRADATIONS OF CULTURAL HERITAGE ITEMS: CHARACTERIZATION AND MICROSCOPIC EVALUATION

ABSTRACT

The paper is focused on the selected examples from the database of Chemical Investigation Laboratory of the Brukenthal National Museum in Sibiu. Cultural heritage items with paper, textile, leather and parchment were selected as examples. Considered to be representative examples highlight the features of the constituent materials of the cultural heritage items and theirs degradation identified by examination with stereomicroscope. The aspect illustrated by the microscopic study proved to be relevant and very useful for assessing the conservation status of the analyzed cultural heritage objects, preliminary to the restoration and/or conservation interventions.

Keywords: cultural heritage items, optical microscopy, constituent materials, degradations of cultural heritage items, conservation-restoration.

I. Aspecte generale privind analiza prin microscopie optică a obiectelor de patrimoniu

Microscopia optică este una din cele mai vechi și mai răspândite tehnici imagistice utilizate în studiul obiectelor de patrimoniu. Este o tehnică nedistructivă, care permite evidențierea caracteristicilor fizico-structurale și chimice ale obiectelor analizate. Din acest motiv este frecvent utilizată pentru evaluarea stării de conservare (identificarea rapidă a degradărilor, în special a celor de suprafață) și pentru identificarea unor caracteristici ale materialelor constituente ale obiectelor de patrimoniu². Examinarea obiectelor de patri-

¹ Expert investigații fizico-chimice, doctor în chimie, Muzeul Național Brukenthal – Sibiu; e-mail: polixenia.popescu@gmail.com,

² În laboratorul de Investigații Chimice al Muzeului Național Brukenthal din Sibiu evaluarea stării de conservare a bunurilor culturale de patrimoniu, preliminar intervențiilor de restaurare ale acestora se realizează uzual prin examinarea cu aparatură optică (stereomicroscop) și analiza microchimică a unor probe de 1-2 mm², de cca. 1 mg,

moniu prezentate s-a realizat cu un stereomicroscop de cercetare Leica S8 APO, cu grosismentul de 600x, echipat cu un sistem digital de achiziție a imaginii (cameră digitală Leica DPC 290) și un soft dedicat, de achiziție, arhivare și analiză a imaginii. Sistemul de iluminare al stereomicroscopului (sursa de lumină) este un iluminator atașat, care are două brațe flexibile ce iluminează simultan obiectul (sau proba, după caz) din două părți laterale, asigurând o iluminare directă, intensă. Lumina are o intensitate variabilă, care poate fi reglată. Cele două brațe flexibile atașate sursei de lumină au la capete leduri (diode care emit lumină puternică și aproape deloc caldă). De asemenea, stereomicroscopul are un sistem de iluminare încorporat în bază (suportul inferior al microscopului), pentru lumina din domeniul ultraviolet (prescurtat UV), a cărei intensitate poate fi, de asemenea, reglată. Pentru studiul obiectelor de patrimoniu au fost folosite ambele sisteme de iluminare. Imaginile captate, microfotografiile obținute la diferite mărimi ale microscopului au fost prelucrate pentru a fi cât mai vizibile aspectele distinctive. Unele dintre microfotografiile au fost prelucrate pentru a se obține o mărire suplimentară a detaliilor care evidențiază elementele caracteristice pe baza cărora s-a făcut identificarea materialelor constitutive ale obiectelor de patrimoniu și identificarea tipului de degradări pe care acestea le prezentau.

II. Aplicații ale microscopiei optice în studiul obiectelor de patrimoniu

Informațiile și datele complexe pe care fiecare obiect de patrimoniu le poartă, pot fi menținute în timp prin asigurarea condițiilor adecvate de conservare a acestor obiecte. Pentru aceasta este necesară cunoașterea din punct de vedere chimic a materialelor constitutive ale obiectelor de patrimoniu și a diferitelor tipuri de degradări pe care acestea le-au suferite în timp: degradări biologice și/sau fizico-chimice. Odată identificate, degradările suferite de obiectele de patrimoniu pot fi limitate și corectate prin intervenții de restaurare adecvate.

Obiectele de patrimoniu care au fost supuse studiului prin microscopie optică au fost următoarele:

- Carte veche: *Ceaslov*, tipărit la Blaj în 1773, colecție ecleziastică (**Fig. 1**);

- Lucrare de grafică: *Maria Magdalena*, 1774, autor Domenico Cunego după Annibale Carracci, inv. III 107, Muzeul Brukenthal (**Fig. 2**);

prelevate cu grijă din zone reprezentative ale obiectelor analizate, fără a fi afectată integritatea acestora (Polixenia Georgeta Popescu, *Caracterizarea prin microscopie optică a stării de conservare a obiectelor de patrimoniu și analiza microchimică a materialelor constitutive ale acestora*, în vol. "Magia restaurării", coord. Dorin Barbu, Sibiu, Editura Muzeului Național Brukenthal, 2015, p. 90-101).

- Carte veche: *Brevis Confessio De Sacra Coena Domini Ecclesiarum Saxonicarum & Coniunctarum Intransylvania Coronae*, Braşov, 1563, Cota Tr. XVI-78, nr. inv. 165.546, Biblioteca Brukenthal (**Fig. 3**);

- *Document pe pergament* emis de Universitatea din Viena în 1878: Diplomă de farmacist pe numele Adolph Frank, inv. F 3.452, Muzeul de Istorie Naturală, M.N. Brukenthal. Pe reversul documentului este un certificat de liberă practică farmaceutică eliberat în 1922 (**Fig. 4**);

- Mobilier de artă: *Garnitură de mobilier* cu tapiserie Aubusson, Academia Română - Fotoliu, inv. nr. 3-11.314 (**Fig. 5**);

- Mobilier de artă: *Canapea*, inv. 37.239, Academia Română (**Fig. 6**) (*Exemple selectate*, în "Magia Restaurării: 40 de ani de restaurare științifică", Sibiu, Editura Muzeului Național Brukenthal, 2015, p. 90);

- Carte veche: *Triodion*, Bucureşti, 1766, inv. CVR III 124, Biblioteca Brukenthal (**Fig. 7**);

- *Document pe pergament* emis de Universitatea din Gratz în 1891: Diplomă de Magister pe numele Henric Herzberg, inv. nr. F 3.449, Muzeul de Istorie Naturală, M.N. Brukenthal (**Fig. 8**).

Studiul prin microscopie optică al obiectelor de patrimoniu cu suporturi materiale – papetare (cărți, grafică), textile (mobilier de artă), piele (coperti de carte) și pergament (documente) –, a permis:

- identificarea materialelor constituente ale obiectelor, în special identificarea fibrelor vegetale din suporturile papetare și textile, precum și a fibrelor de piele și pergament;

- evidențierea caracteristicilor fizico-chimice ale suprafețelor (compoziția și textura hârtiei, grenul pielii, aspectul particular de pergament, dar și a unor particularități, cum sunt cele de tipărire (structura suprafeței tipărite, capacitatea de transfer a cernelii), precum și a celor de tehnică artistică (aspectul liniilor grafice pentru confirmarea tehnicii de gravură);

- identificarea atacului biologic și monitorizarea dezinsecției;

- identificarea degradărilor, în special a acelor care afectează structura materialului-suport;

- evidențierea unor imperfecțiuni, ale materialului-suport al obiectelor, determinate de prelucrarea defectuoasă a acestuia (pergament).

III.1. Aplicații ale microscopiei optice la identificarea materialelor constituente ale obiectelor de patrimoniu și la evidențierea caracteristicilor fizico-chimice ale acestora

Studiul prin microscopie optică al obiectelor de patrimoniu cu suporturi materiale papetare (cărți, grafică),

În timp, microscopul optic s-a dovedit un instrument deosebit de util în studiul hârtiei vechi. Cu ajutorul microscopului sunt relevate detalii care macroscopic nu ar fi fost vizibile și care permit, de exemplu, obținerea de

indicii privind structura hârtiei și aprecierea corectă a gradului de deteriorare al acesteia. Pot fi, de asemenea, observate detalii ale tipăriturii, indicii care pot clarifica tehnica de lucru, poate fi vizualizată stabilitatea și grosimea stratului de cerneală.

Ceaslov, tipărit la Blaj în 1773, colecție ecleziastică (**Fig. 1**)

Studiul prin microscopie optică a permis obținerea de informații importante privind structura hârtiei-suport a cărții. Identificarea structurii hârtiei vechi are o importanță deosebită, nu doar pentru stoparea fenomenelor de "destabilizare", cât și pentru autentificarea acesteia.

Din blocul cărții (**Fig. 9**) au fost alese pentru exemplificare rezultatele studiului prin microscopie optică al paginilor 274 revers (**Fig. 10**) și 273 avers (**Fig. 11**). În microfotografia, la o mărire de patruzeci de ori (40x), în lumină ultravioletă, se observă liniile de apă ale hârtiei. La o mărire de o sută șaiszeci de ori (160x) sunt vizibile fibrele vegetale care constituie rețeaua de bază a hârtiei-suport a blocului cărții, prezența fibrelor vegetale fiind o caracteristică a tipurilor de hârtie veche.

Paginile 237 și 265 ale cărții au fost analizate în ceea ce privește solubilitatea cernelii de tipar de culoare neagră (**Fig. 12**). Testele s-au efectuat sub microscop, prin tamponare ușoară cu apă distilată și cu soluție 50% alcool etilic. Cerneala neagră cu care este tipărit textul cărții este insolubilă atât în apă, cât și în soluție hidroalcoolică. Stratul de cerneală neagră cu care este tipărit suportul papetar al cărții și-a păstrat culoarea, stabilitatea acestuia fiind favorizată de gradul de înclăiere foarte bun al hârtiei-suport (**Fig. 13a și 13b**).

În microfotografia sunt foarte clar vizibile, în lumina ultravioletă, la o putere de mărire a microscopului relativ mică, de douăzeci-patruzeci de ori (20-40x), structura suprafeței hârtiei-suport și stabilitatea cernelii de tipar de culoare neagră, simultan atât pe aversul, cât și pe reversul paginii (**Fig. 14a și 14b**).

Grafică, 1774, *Maria Magdalena*, autor Domenico Cunego, după Annibale Carracci, inv. III 107, Muzeul Brukenthal (**Fig. 2**). În detaliile din zona cu scris, din mijlocul lucrării (**Fig. 15**), în lumină directă la o mărire de douăzeci-patruzeci de ori (20-40x) poate fi observată textura hârtiei, în lumină ultravioletă fiind vizibile liniile de apă și fibrele vegetale din structura hârtiei-suport (**Fig. 16**).

Studiul prin microscopie optică al suprafeței suportului papetar al lucrării de grafică a fost util și pentru identificarea și/sau confirmarea tehnicii de realizare a gravurii. Observația microscopică în lumină directă și în lumină ultravioletă, la o mărire de douăzeci de ori (20x), a permis și evidențierea liniilor grafice din zona ochiului personajului din dreapta-sus al desenului

(Fig. 17). Pe baza aspectelor evidențiate (Fig. 18) a putut fi stabilită tehnica de gravare ca fiind o tehnică mixtă: dălțiță și acvaforte.

Studiul prin microscopie optică al obiectelor de patrimoniu cu suporturi materiale din piele (copertă de carte) și pergament (document).

Microscopia optică este un instrument util în determinarea naturii pielii din care sunt confecționate obiectele de patrimoniu. Mărirea dată de stereomicroscopul din dotarea laboratorului (de până la șase sute de ori) permite observarea configurației granulare a pielii (analiza texturii acesteia). De regulă, analizăm nedistructiv suprafața obiectului, fără a o prelucra și a preleva probe. Prin studiul nedistructiv al suprafeței putem, de multe ori, determina configurația granulară a pielii. Atunci când rezultatele nu sunt concludente pentru identificarea tipului de piele, prelevăm și mici probe (care nu afectează nici structura și nici aspectul obiectului). Probele prelevate permit prin secțiunile pe care le obținem din acestea, efectuarea analizei histologice a pielii și implicit identificarea certă a speciei animale. Configurația granulară a pielii este o configurație superficială caracteristică fiecărei specii, din acest motiv este folosită pentru determinarea tipului de piele. Este dată de imprimarea dispunerii firelor de păr pe suprafața dermului, după îndepărtarea acestora și a epidermei în urma proceselor de finisare a pielii³.

Ceaslov, tipărit la Blaj în 1773, colecție ecleziastică (Fig. 1)

Pe suprafața copertii anterioare a cărții (Fig. 19a), în zona medalionului, la o mărire de patruzeci de ori (40x), se observă grenul pielii (urmele foliculilor piloși), care are aspectul caracteristic al pielii de vită (Fig. 19b). În detaliul de pe marginea copertii anterioare, pe zona de ruptură, la o mărire de patruzeci de ori (40x) se observă ca într-o secțiune transversală întreaga structură a pielii (Fig. 19c).

Brevis Confessio De Sacra Coena Domini Ecclesiarum Saxonicarum & Coniunctarum Intransylvania Coronae, Brașov, 1563, Cota Tr. XVI-78, nr. inv. 165.546, Biblioteca Brukenthal (Fig. 3).

Aspectul pe care-l prezenta suprafața copertii cărții nu dădea indicii clare asupra materialului constituent al acesteia (piele sau hârtie). Vechimea suportului și prezența pe suprafață a unui adeziv împiedica observarea clară a structurii suprafeței (Fig. 20a). Prin studiul microscopic al suprafeței copertii posterioare au fost evidențiate numai la legătura în V din marginea cărții elemente clare de identificare a pielii (urmele foliculilor piloși) (Fig. 20b). Prin

³ I. Sandu, I.C.A. Sandu, A. Van Saanen, *Expertiza științifică a operelor de artă*, vol. I. *Autentificarea, stabilirea paternității și evaluarea patrimonială*, Iași, Editura Universității "Al.I. Cuza", 1998, p. 200.

comparație cu imaginile disponibile din literatura de specialitate s-a putut stabili că materialul constituent al copertii este pielea, posibil derma (stratul mijlociu al pielii)⁴.

Document pe pergament emis de Universitatea din Viena în 1878: Diplomă de farmacist pe numele Adolph Frank, inv. F 3.452, Muzeul de Istorie Naturală, M.N. Brukenthal. Pe reversul documentului este un certificat de liberă practică farmaceutică eliberat în 1922 (**Fig. 4**).

A fost studiată suprafața pergamentului în zona în care este aplicat pe document timbrul din hârtie (**Fig. 4c**).

Prin studii microscopice al suprafeței documentului a fost evidențiată structura acestuia. În microfotografiile obținute în lumină directă și în lumină ultravioletă la o mărire de patruzeci de ori (40x) este clar vizibilă textura materialului constituent al documentului (**Fig. 21a și 21b**). În lumină ultravioletă, la o mărire de o sută șazeci de ori (160x), sunt vizibile și fibrele suportului (**Fig. 21c**).

Pentru identificarea acestora, din materialul constituent al diplomei, din margine, a fost prelevată o probă foarte mică, din care s-a realizat un preparat microscopic în soluție neutră (s-au îndepărtat prin solubilizare substanțele de legătură și au fost separate fibrele). La o mărire de o sută șazeci de ori (160x), în lumină ultravioletă, aspectul microscopic este cel caracteristic fibrelor de pergament: sunt vizibile fibrele de colagen și substanța interfibrilară care dă pielii aspectul particular de pergament (**Fig. 21d**). Pentru confirmare imaginile au fost comparate cu imaginile disponibile din literatura de specialitate⁵.

Studiul prin microscopie optică al obiectelor de patrimoniu cu suporturi materiale din textile.

Ceaslov, tipărit la Blaj în 1773, colecție ecleziastică (**Fig. 1**). Materialul textil din cotorul cărții.

Studiul microscopic a permis identificarea nedistructivă (nu au fost prelevate probe) a materialului textil din cotorul cărții (**Fig. 22c**). În detaliile obținute la o mărire de o sută șazeci de ori (160x) se observă foarte bine fibrele vegetale ale firelor textile din marginea de culoare verde (**Fig. 22a**) și din zona de mijloc (**Fig. 22b**). Acestea au fost identificate ca fiind fibre de bumbac, pe baza aspectului microscopic de panglică răsucită, foarte clar vi-

⁴ Gheorghe Chiriță, *Tehnologia pieilor și a blănurilor*, vol. I, București, Editura Tehnică, 1983, p. 62.

⁵ Elena Badea et alii, *Damage Ranking of Historic Parchment: From Microscopic Studies of Fibre Structure to Collagen Denaturation Assesment by Micro DSC*, e-PRESERVATIONScience, 9, 2012, p. 99 (web edition).

zibil la o mărire de o sută șaiszeci de ori (160x) în lumină ultravioletă, aspectul lor fiind comparat cu imaginile etalon ale secțiunilor longitudinale ale fibrelor de bumbac, imagini care sunt disponibile în literatura de specialitate⁶ (**Fig. 22d**). Astfel s-a putut concluziona că materialul textil în două culori din cotorul cărții este din bumbac.

Garnitură de mobilier cu tapiserie Aubusson, Academia Română - Fotoliu, inv. nr. 3-11.314 (**Fig. 5**).

În cazul textilelor de patrimoniu, studiul prin microscopie optică are aplicații în identificarea fibrelor din firele textile.

Din materialul textil al fotoliului au fost prelevate fire constituente ale țesăturii, respectiv fire de urzeală (**Fig. 23a**) și fire de bătătură (**Fig. 23c**). Din firele prelevate au fost realizate preparate microscopice în soluție neutră. Din masa de fibre obținută după defibrarea fibrelor textile au putut fi identificate pe baza caracteristicilor longitudinale următoarele fibre: firele textile de urzeală sunt din bumbac (**Fig. 23b**) și firele textile de băteală, de diferite culori (galben-ocru, roșu și ocru-verde), sunt din mătase (**Fig. 23d**). La microscop fibra de bumbac are aspectul unei panglici răsucite, iar mătasea naturală prezintă un luciu caracteristic.

III.2. Aplicații ale microscopiei optice la identificarea degra- dărilor obiectelor de patrimoniu

- *Canapea*, inv. 37.239, Academia Română (**Fig. 6**).

În exemplul selectat, studiul microscopic a permis evidențierea atacului biologic activ prezent în fibrele prelevate din broderia canapelei (fire de mătase) (**Fig. 24a**). Insecta era vie și în timpul captării imaginii la microscop devora firul de mătase. Colegii biologi au identificat-o ca fiind o *Psocoptera* (*Corrodentia*, *Coepognatha*), cele două denumiri fiind sinonime pentru această specie de insecte care are aparat bucal pentru rupt și mestecat și consumă tot ce este organic, fiind, din acest motiv, foarte periculoasă pentru colecțiile de patrimoniu (**Fig. 24b** și **24c**).

Carte veche: *Triodion*, București 1766, nr. inv. CVR III 124, Biblioteca Brukenthal (**Fig. 7**).

Studiul microscopic al suprafeței hârtiei suport a cărții vechi *Triodion* (**Fig. 25a**) a relevat prezența urmelor atacului biologic produs de insecte în zona forțatului superior. Atacul biologic era inactiv, observația microscopică realizându-se după dezinsecția cărții în etuvă. Microfotografia a fost realizată

⁶ *Manualul inginerului textilist*, vol. III, p. 530 (în http://qserver.utm.md/carti_scanate/carti/Carti_in_PDF/Manualul_inginerului_textilist_Vol_III/Sectiunea_IX/Ca_p_9_8.pdf - accesat 30 septembrie 2017).

în lumină directă la o mărire de cincizeci de ori (50x) (**Fig. 25b**). În lumină ultravioletă, la o mărire de cincizeci de ori (50xUV) a putut fi observat pe marginea unei pagini de carte și urmele atacului biologic produs de mușegai (**Fig. 25c**).

Ceaslov, tipărit la Blaj în 1773, colecție ecleziastică (**Fig. 1**).

Studiul prin microscopie optică a permis evaluarea stării de conservare a suportului papetar vechi al blocului cărții, fiind vizibile în special structura și degradările acesteia. Dintre degradările identificate au fost alese acelea care au afectat profund structura hârtiei-suport, și anume degradările care, de regulă, "destabilizează" suportul papetar: fragilizarea hârtiei și degradările de tip fisură.

De exemplu, pentru pagina 260 (revers) a cărții (**Fig. 26a**) în imaginile din zona feței lui Iisus chiar și la o mărire relativ mică de douăzeci de ori (20x) se observă gradul de deteriorare al hârtiei-suport (**Fig. 26b**). În lumină ultravioletă fragilizarea hârtiei este foarte vizibilă (**Fig. 26c**).

La pagina 274 a cărții, în zona legăturii se observă fragilizarea hârtiei pe marginile zonei de fisură în detaliile obținute atât în lumină directă la o mărire de patruzeci de ori (40x) (**Fig. 27a**), cât și în detaliile obținute în lumină ultravioletă, la o mărire de patruzeci de ori (40xUV) (**Fig. 27b**). Sunt clar vizibile și fibrele vegetale din componența hârtiei. Pagina 274 (revers) a cărții prezenta o pată de ceară (**Fig. 27c**). În lumina ultravioletă, la o mărire de patruzeci de ori (40x UV) este ușor vizibil gradul de afectare al structurii hârtiei, putând fi observată pata de pe suprafața hârtiei, pată care a pătruns în profunzimea acesteia afectându-i structura (**Fig. 27d**).

La pagina 200 a cărții au fost observate urme de arsură (**Fig 28a, 28b, 28c**). Detaliile urmelor de arsură vizualizate și evaluate prin microscopie optică, în lumină directă (**Fig. 28d**) și în lumină ultravioletă (**Fig. 28e**) la o mărire de douăzeci de ori (20x și 20xUV), au evidențiat că stabilitatea hârtiei-suport a fost afectată în profunzime.

Document pe pergament emis de Universitatea din Viena în 1878: Diplomă de farmacist pe numele Adolph Frank, inv. F 3.452 (**Fig. 4**).

Studiul prin microscopie optică al documentului (**Fig. 29a**) în lumina directă (**Fig. 29b**) și în lumină ultravioletă, la o mărire de o sută de ori (100x) a marginii din dreapta-jos a acestuia a permis vizualizarea mai bună a zonei cu lipsa de material (slăbirea structurii suportului, fragilizarea acestuia în imediata vecinătate a zonei de ruptură). În lumină ultravioletă, pe marginile rupturii, sunt vizibile fibre din rețeaua fibrelor de colagen ale pergamentului (**Fig. 29c**).

Document pe pergament emis de Universitatea Gratz în 1891: Diplomă de Magister pe numele Henric Herzberg, inv. nr. F 3.449 (**Fig. 8**).

Studiul prin microscopie optică a reversului documentului, în zona colțului unde sunt aplicate timbrele (**Fig. 30a, 30b, 30c**), în lumina directă la o mărire de douăzeci de ori (20x), a permis vizualizarea unei mici eroziuni, cu pierdere de material suport, care poate fi evaluată ca o degradare structurală (**Fig. 30d**). Observațiile microscopice în lumină ultravioletă, la mărimi de o sută de ori (100xUV) (**Fig. 30e**) și respectiv de o sută șaiszeci de ori (160xUV) (**Fig. 30f**), au evidențiat că este vorba de o imperfecțiune a materialului-suport (pergament) al documentului, determinată de prelucrarea defectuoasă a acestuia.

Concluzii:

Rezultatele considerate reprezentative ale studiului prin microscopie optică a unor obiecte de patrimoniu din colecții muzeale, prezentate ca studii de caz, au demonstrat importanța microscopiei optice în cercetarea preliminară a chimismului materialelor vechi, constituate ale bunurilor culturale de patrimoniu și în evaluarea stării de conservare a acestora.

Lista ilustrațiilor:

Fig. 1 – *Ceaslov*, 1773, colecție ecleziastică.

Fig. 2 – *Maria Magdalena*, autor Domenico Cunego, grafică, 1774.

Fig. 3 – *Brevis Confessio De Sacra Coena Domini Ecclesiarum Saxoniarum & Coniunctarum Intransylvania Coronae*, Brașov, 1563: **a**) coperta anterioară, **b**) pagina de titlu, **c**) coperta posterioară.

Fig. 4 – Document pe pergament emis de Universitatea din Viena în 1878: Diplomă de farmacist pe numele Adolph Frank: **a**) avers diplomă, **b**) revers diplomă, **c**) suprafața pergamentului în zona timbrului (poziționată pentru studiul prin microscopie optică).

Fig. 5 – Garnitură de mobilier - Fotoliu, Academia Română, inv. nr. 3-11.314.

Fig. 6 – Canapea cu tapiserie Aubusson, Academia Română, inv. 37.239.

Fig. 7 – Carte veche: *Triodion*, București, 1766.

Fig. 8 – Document pe pergament emis de Universitatea Gratz în anul 1891: Diplomă de Magister pe numele Henric Herzberg: **a**) avers diplomă, **b**) revers diplomă, **c**) suprafața pergamentului în zona timbrului de pe reversul diplomei (poziționată pentru studiul prin microscopie optică).

Fig. 9 – *Ceaslov*, Blaj, 1773, blocul cărții.

Fig. 10 – Microfotografii, pagina 274 revers a cărții. Structura hârtiei-suport, marginea de jos: **a**) aspect microscopic în lumină directă (40x); **b**) aspect microscopic în lumină ultravioletă (40x UV).

Fig. 11 – Microfotografii, pagina 273 a cărții. Structura hârtiei-suport, în zona scrisului: **a**) aspect microscopic în lumină directă (160x); **b**) aspect microscopic în lumină ultravioletă (160x UV).

Fig. 12 – *Ceaslov*, Blaj, 1773, detaliu cu zonele pe care s-au efectuat, sub microscop, testele de solubilitate (pagina 265 a cărții).

Fig. 13 – Structura suprafeței tipărite cu cerneală neagră, detaliu de la pagina 237 a cărții: **a**) aspect microscopic în lumină directă (20x); **b**) aspect microscopic în lumină ultravioletă (20x UV).

Fig. 14 – Structura suprafeței tipărite cu cerneală neagră, detaliu de la pagina 265 a cărții: **a**) aspect microscopic în lumină directă (40x); **b**) aspect microscopic în lumină ultravioletă (40x).

Fig. 15 – Detaliu al zonei cu scris, care a fost supusă studiului prin microscopie optică.

Fig. 16 – Zona cu scris (mijloc lucrare): **a**) aspect microscopic în lumină directă (40x); **b**) aspect microscopic în lumină ultravioletă (40x UV). În microfotografii sunt vizibile liniile de apă și fibrele vegetale din structura hârtiei.

Fig. 17 – Detalii ale zonei analizate (ochiul personajului din dreapta-sus a lucrării).

Fig. 18 – Personajul din dreapta-sus a lucrării, detaliu din zona ochiului: **a**) aspect microscopic în lumină directă (20x); **b**) aspect microscopic în lumină ultravioletă (20x UV). În microfotografii sunt vizibile detaliile liniilor grafice.

Fig. 19 – **a**) *Ceaslov*, 1773, coperta anterioară din piele; **b**) copertă, zona medalionului, detaliu în lumină directă (40x); **c**) copertă, margine ruptură, detaliu în lumină directă (20x).

Fig. 20a – *Brevis*, 1563, coperta anterioară; detaliu al suprafeței în lumină directă (100x); margine în V, cu piele, detaliu în lumină (20x).

Fig. 20b – *Brevis*, 1563, coperta posterioară, zona etichetei, legătură directă.

Fig. 21 – Avers diplomă, aspect microscopic al suprafeței din zona timbrului din hârtie: **a**) detaliu în lumină directă (40x); **b**) detaliu în lumină ultravioletă (40x UV); **c**) detaliu al suprafeței pergamentului, aspect microscopic în lumină ultravioletă (160x UV); **d**) preparat microscopic în soluție neutră, în care sunt vizibile fibrele constituente ale pergamentului, aspect microscopic în lumină ultravioletă (160x UV).

Fig. 22 – *Ceaslov*, 1773: **a**) material textil din cotor, margine verde, detaliu al firelor textile, aspect microscopic în lumină directă (160x); **b**) material textil din cotor, zona din mijloc, detaliu al firelor textile, aspect microscopic în lumină directă (160x); **c**) material textil din cotor, detaliu, aspect microscopic în lumină directă (60x); **d**) fibră de bumbac, aspect microscopic în lumină ultravioletă (160x UV).

Fig. 23 – Fotoliu, material textil: **a**) fir de urzeală, aspect microscopic în lumină directă (20x); **b**) detaliu fibre de bumbac, aspect microscopic în lumină ultravioletă (160x UV); **c**) fire de bățură (galben-ocru, roșu și ocru-verde), aspect microscopic în lumină directă (20x); **d**) detalii fibre din mătase, aspecte microscopice în lumină ultravioletă (160x UV).

Fig. 24 – Canapea, inv. 37.239, Academia Română, atac biologic activ: **a**) obiectul de patrimoniu contaminat; **b**) insecta *Psocoptera* (*Corrodentia*, *Coepognatha*), aspect microscopic în lumină directă (40x); **c**) insecta *Psocoptera* (*Corrodentia*, *Coepognatha*), aspect microscopic în lumină ultravioletă (160x UV).

Fig. 25 – *Triodion*, 1766, atac biologic inactiv (monitorizarea dezinfecției): **a**) obiectul de patrimoniu; **b**) atac biologic inactiv produs de insecte în zona forzatului superior, aspect microscopic în lumină directă (50x); **c**) urme de atac biologic produs de mușegai pe marginea unei pagini de carte, aspect microscopic în lumină ultravioletă (50x UV).

Fig. 26 – *Ceaslov*, Blaj, 1773, blocul cărții: **a**) pagina 260 (revers); **b**) pagina 260 (revers), detaliu al zonei cu fața lui Iisus, aspect microscopic în lumină directă (20x); **c**) pagina 260 (revers), detaliu al zonei cu fața lui Iisus, aspect microscopic în lumină ultravioletă (20x UV).

Fig. 27 – *Ceaslov*, Blaj, 1773: **a**) pagina 274 a cărții, în zona legăturii se observă fragilizarea hârtiei pe marginile zonei de fisură, aspect microscopic în lumină directă (40x); **b**) pagina 274, în zona legăturii aspect microscopic în lumină ultravioletă (40x UV); **c**) pagina 274 (revers), pată de ceară, aspect microscopic în lumină directă (40x); **d**) pagina 274 (revers), pată de ceară, aspect microscopic în lumină ultravioletă (40x UV). În lumina ultravioletă se poate aprecia gradul de deteriorare al hârtiei, observându-se că structura acesteia este afectată.

Fig. 28 – *Ceaslov*, Blaj, 1773; pagina 200 a cărții: **a**, **b**, **c** – urme de arsură; **d**) aspect microscopic în lumină directă (20x); **e**) aspect microscopic în lumină ultravioletă (20x UV).

Fig. 29 – **a**) Diplomă de farmacist, 1878; **b**) detaliu al rupturii din marginea din dreapta-jos a documentului, aspect microscopic în lumină directă (100x); **c**) detaliu al rupturii din marginea din dreapta-jos a documentului, aspect microscopic în lumină ultravioletă (100x UV).

Fig. 30 – Diplomă de Magister, 1891: **a**) avers diplomă; **b**) revers diplomă, detaliu cu zona colțului pe care sunt aplicate timbrele (zona analizată); **c**) suprafața pergamentului în zona analizată, aspect microscopic în lumină directă (20x); **d**) suprafața pergamentului în zona analizată, aspect microscopic în lumină directă (100x). Detaliile microscopice vizibile în lumină ultravioletă (100x UV) (**e**) și respectiv 160x UV (**f**), au evidențiat o imperfecțiune a pergamentului, determinată de prelucrarea defectuoasă a acestuia.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

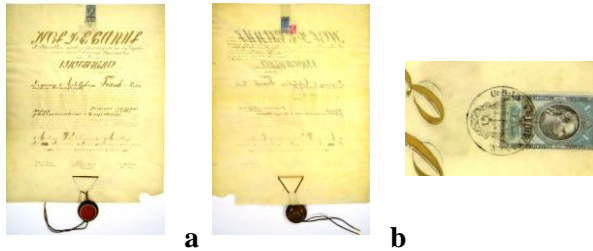


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

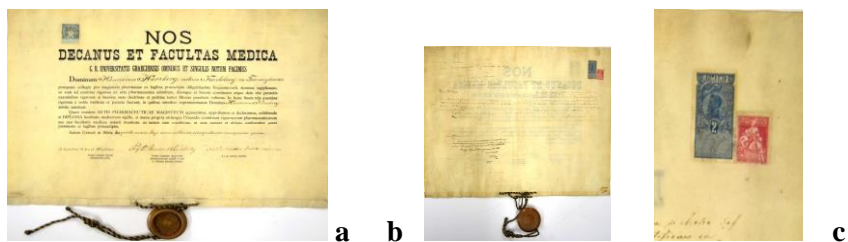


Fig. 8



Fig. 9

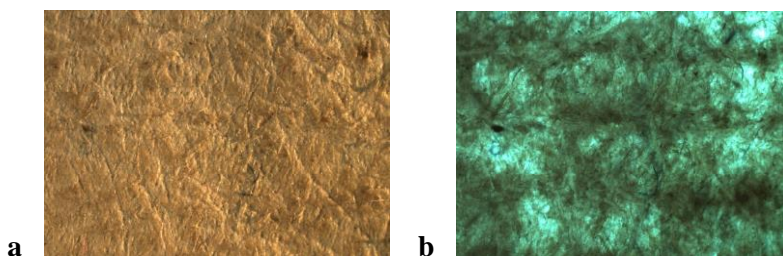


Fig. 10

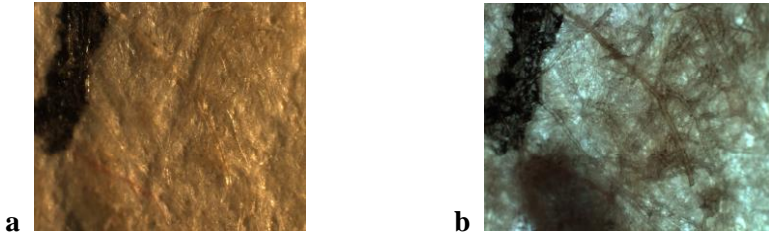


Fig. 11



Fig. 12

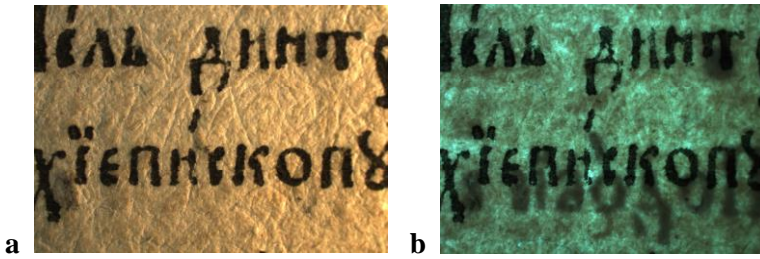


Fig. 13

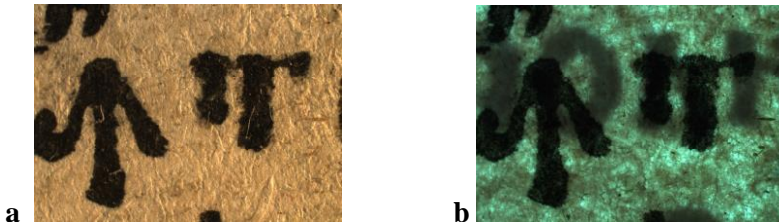


Fig. 14



Fig. 15

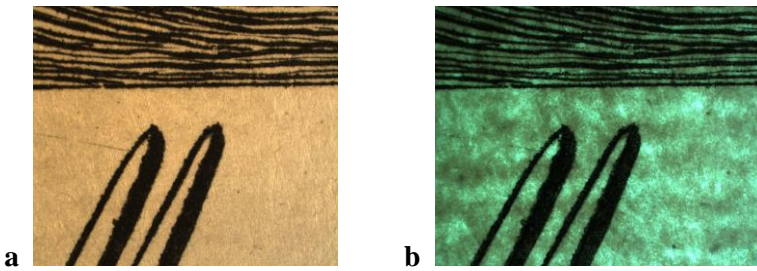


Fig. 16



Fig. 17

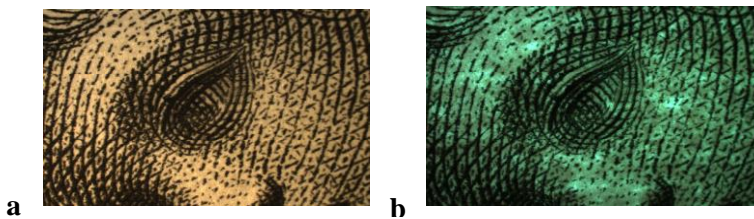


Fig. 18

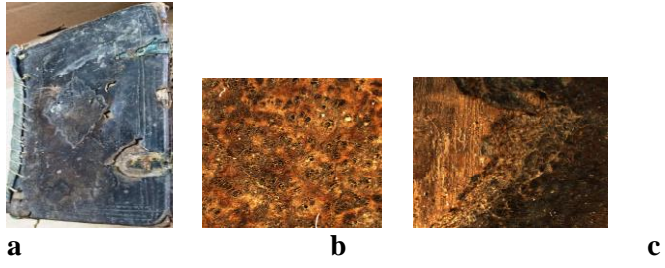


Fig. 19

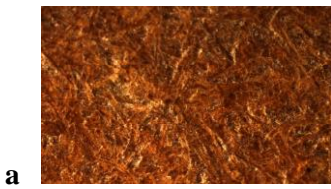


Fig. 20a



Fig. 20b

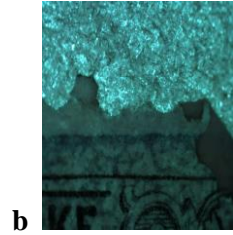
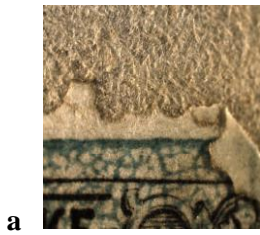


Fig. 21

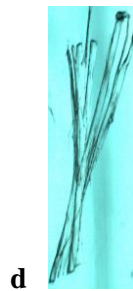
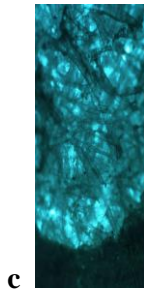


Fig. 21

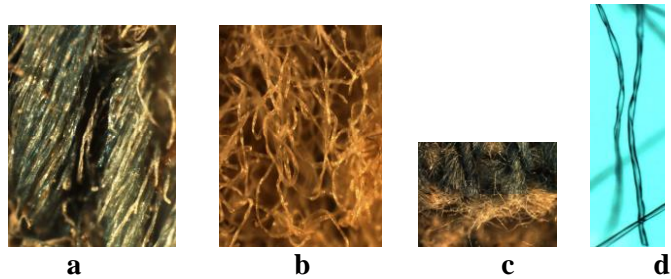


Fig. 22



Fig. 23

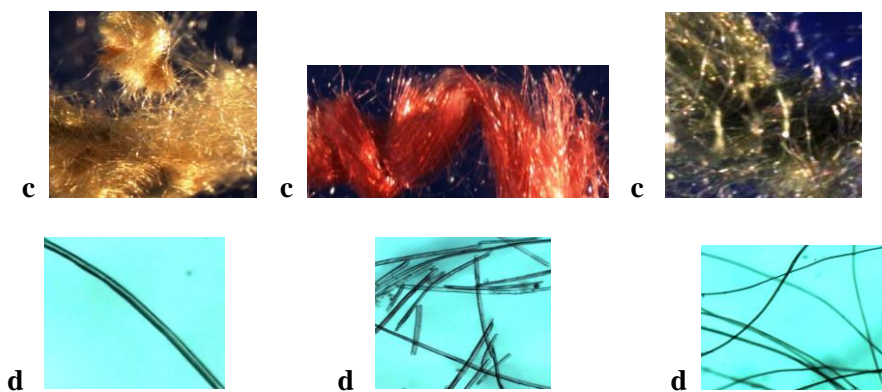


Fig. 23

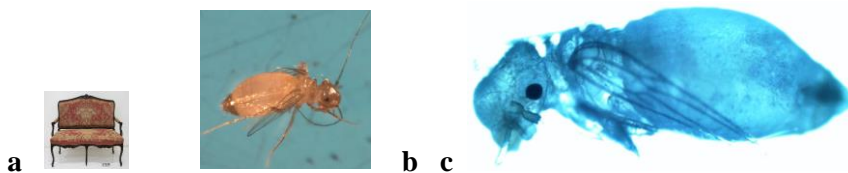


Fig. 24

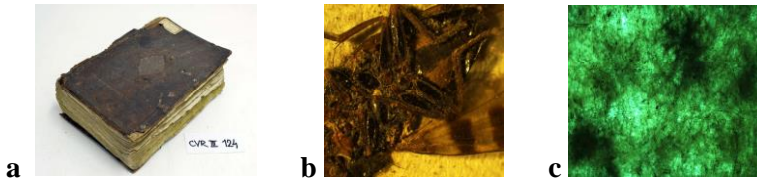


Fig. 25

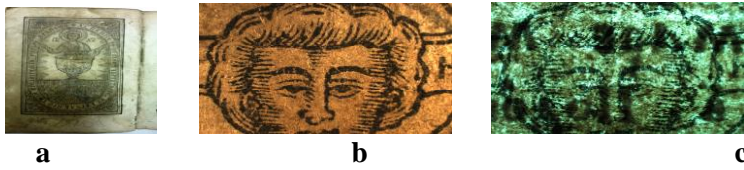


Fig. 26

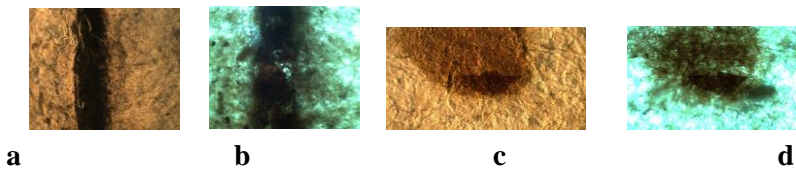


Fig. 27

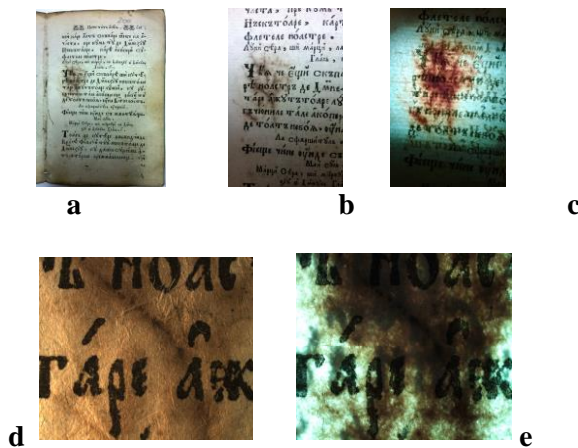


Fig. 28

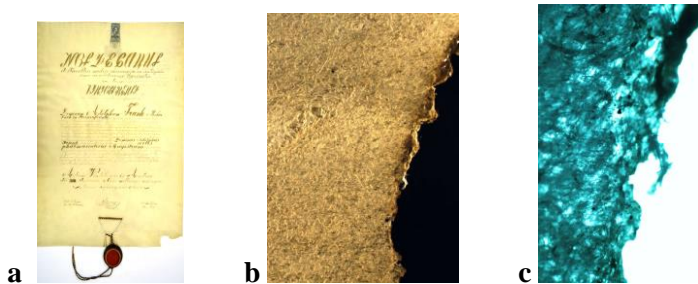


Fig. 29

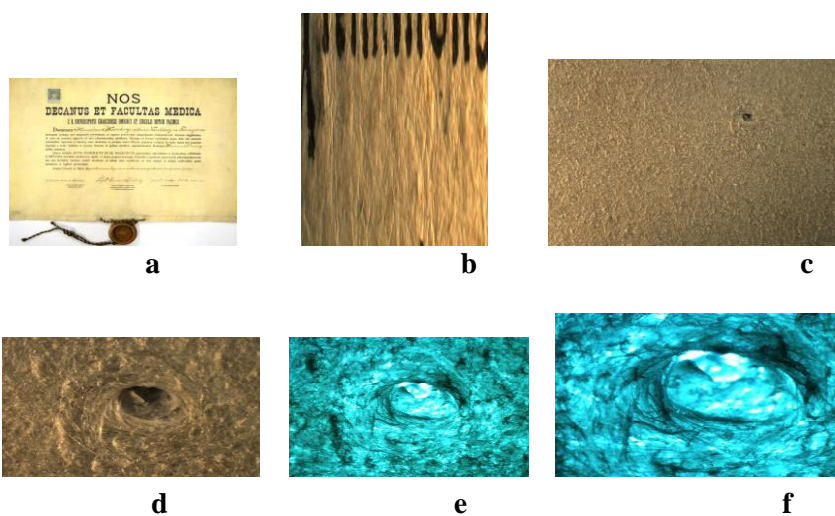


Fig. 30