

Structura pergamentului și a pielii netăbăcite, calitățile și degradările specifice ale acestora, din punctul de vedere al restaurării obiectelor muzeale*

Ildikó Kozocsa Beöthyne – Márta Bendefy Kissné – Marianne Érdi – Katalin Orosz

Introducere

Pielea proaspăt luată de pe animal, se deteriorează rapid la temperatura camerei din cauza umidității proprii ridicate, iar după uscare devine rigidă, dură. De aceea, în timpul prelucrării, prin tăbăcire cu tananți, este transformată într-un material mai rezistent, care și după uscare își menține elasticitatea, flexibilitatea.

Printre materialele obiectelor noastre se află și piei care n-au fost tăbăcite, cum ar fi: pergamentul, sau pielea netăbăcită, care sunt utilizate cu predilecție. Care este cauza și scopul folosirii acestui gen de piele? Ce fel de calitate are față de pielea tăbăcită? Există legătură între aspectul, textura, comportamentul pielii și utilizarea ei în domenii foarte vaste și diferite?

În prezentul studiu parcurgem câteva cunoștințe despre materia primă a pergamentului și a pielii crude, structura lor fizică și chimică, schimbările fizice și chimice ce se produc în urma prelucrării lor. Prezentăm în continuare tipuri de obiecte produse din aceste materii prime, precum și reacția acestora la schimbările și influențele mediului înconjurător și degradările caracteristice cauzate.

Structura pielii crude

Pielea mamiferelor (vertebratelor) se compune din trei straturi.¹ Pe suprafața se află epiderma, sub aceasta se extinde derma, fiind porțiunea cea mai groasă și adâncă, apoi stratul grănos, hipodermul (*foto 1*).²

Prin procesul prelucrării pergamentului atât epiderma cât și stratul grănos este îndepărtat. În cazul pielii netăbăcite uneori se menține blana (părul) împreună cu epiderma.

Derma este alcătuită în marea majoritate din țesutul conjunctiv dens, din fibre mai fine, numite fibrile. Derma este un țesut fibros, constituind partea cea mai groasă și adâncă a pielii.

Pe secțiunea transversală a dermei se pot distinge chiar cu ochiul liber două straturi. Stratul papilar - care se află direct sub epidermă și este alcătuit din fibre mai fine, și stratul de sub el, spre hipoderm, stratul reticular.

La limita dintre cele două straturi sunt așezați foliculii de păr, glande sudoripare, glandele sebacee. Țesutul conjunctiv este mai fin, dar și mai sensibil la factorii patogeni. Grosimea pielii variază în funcție de localizarea acesteia. Concentrația fibrelor, densitatea, elasticitatea, direcția acestora diferă pe diverse regiuni ale corpului. Pielea de pe spate, torace și suprafețele exterioare ale membrilor, tegumentul platelor (tălpilor) este mai groasă, iar pe abdomen mai subțire și fină. Aceste diferențe de grosime influențează reacțiile pergamentului și pielii ne argășite, în timpul întinderii și în timpul utilizării. Desigur, și vârsta animalului definește calitatea pielii.

Caracteristicile histologice ale pielii unor animale

Caracteristicile sus amintite sunt valabile structurii pielii tuturor vertebratelor, mamiferelor. Există diferențe în structura pielii *diferitelor specii*, iar acestea influențează proprietățile obiectului produs. În cele ce urmează comparăm pe scurt caracteristicile pieilor speciilor de animale - vițel, capră, oaie - care sunt folosite pentru producerea pergamentului în Europa.

Pielea de vițel este asemănătoare pielii de vacă. Epiderma unui vițel la vârsta de 1 lună este de 1 mm, iar la 12 luni, când animalul este aproape dezvoltat, are 3 mm, din care stratul papilar cuprinde 1/6-1/4 parte. Este foarte bună pentru legătoria cărților din pergament, pentru că are structură densă, și se poate subția bine. Pentru pergamentul destinat scrisului, se poate folosi doar pielea animalului de 6 luni. În trecut, au fost folosite pentru un pergament mai fin și mai subțire, piele de făt de vițel.

Pielea de capră are o grosime de 1-2 mm, fibrele stratului papilar sunt relativ subțiri și au textură densă. Epiderma constituie 1/3 din piele. Stratul reticular al pielii constă din fibre mai dure decât cel de oaie, și nu conține țesut adipos, prin urmare, proprietățile fizice sunt mai bune. Țesutul fibros, fin și dens al pielii de capră, este un material bun pentru legătură de pergament.

Pielea *diferitelor specii de oi*, se deosebește din punct de vedere al calităților. În Europa Nordică s-a folosit pentru pergament pielea oilor crescute pentru lână. Aceasta are

* Autorii prezintă două lucrări cu teme asemănătoare în prezentul volum, sub titluri diferite, prima tratează cunoștințele de bază despre pergament și piele netăbăcită, cealaltă prezintă posibilitățile și metodele restaurării acestora.

¹ Pe lângă pielea mamiferelor se folosesc pieile și altor specii de animale (reptile, pești, păsări) pentru confecționarea obiectelor de artă. Acestea diferă în structura dermei, sau a fasciculelor de fibre, dar fibrele și fibrilele constitutive ale structurii fizice și chimice ale pielii, sunt identice.

² Mihailov 1951. p. 9.

o grosime de 2–3 mm. Țesutul fibrelor este mai fin, nu este atât de dens. Fibrele stratului papilar și cel reticular nu sunt atât de dense din cauza fibrelor păroase și a grăsimilor. Datorită acestei structuri mai fine, pergamentul obținut este mai slab, și nu se poate subția, prin urmare este mai puțin potrivit pentru copertă, dar după îndepărtarea epidermei se pot obține coli de pergament foarte bune pentru scris.³

După desenul structurii reticulare se poate distinge pielea diferitelor specii de animale.

Recunoașterea speciei în cazul pergamentului este mai dificilă, din cauza că, pe parcursul procesului de prelucrare stratul reticular în mare parte este îndepărtat, uneori în totalitate. Nici în cazul păstrării parțiale a acestuia nu se poate distinge modelul din cauza structurii modificate în urma întinderii sau a transparenței (foto 2–3). În cazuri mai norocoase, se poate distinge după foliculi, sau pe partea cărnoasă, după fibrele și vasele de sânge

Structura chimică a pielii⁴

Lanțul de albumine, micro fibrile și fibrile

În afara de caracteristicile fizice, comportarea pergamentului este influențat de structura chimică a pielii. Țesutul pielii este constituită din lanțuri de proteine, din care sunt formate moleculele de collagen. Collagenul este o moleculă foarte stabilă, un material puternic, rezistent care dă o duritate țesutului pielii (foto 4).

Ca toate proteinele, chimic se formează din aminoacizi. Collagenul este format dintr-o treime de glicină (NH₂-CH₂-COOH), o treime de aminoacizi cu lanț lateral polar (chimic activ), și o treime de aminoacizi cu lanț lateral nepolar (chimic inactiv), catene laterale de aminoacizi. Cunoașterea structurii aminoacizilor, a schemei chimice, este folositor în recunoașterea moleculelor de collagen:

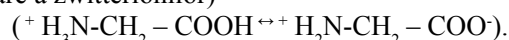
Elasticitatea collagenului este rezultatul specificării aminoacizilor, în marea parte în structura fiecăruia al treilea aminoacid este glicina, care, datorită structurii sale chimice permite rotația lanțului (foto 5).

Imino (prolina și hidroxiprolina) și aminoacizii neutri (ce conțin numai hidrogen și carbon la catena laterală), sunt concentrate spre mijlocul moleculei, până când aminoacizii polari și cei acizi și bazici, ionizanți, sunt așezați pe cele două capete ale moleculei. Acest aranjament ajută la formarea lanțului de proteine în spirală (formarea helix), precum și formarea moleculelor de collagen, a fibrelor și micro fibrilelor care creează țesuturile pielii. Prin astfel de ordine grupurile ionizante și polare ale unei molecule se pot învecina, formând grupuri similare, părți amorfe, iar secțiunile bogate în grupuri mici ne polare și acizii imino se așează în structuri cristalizate, constituind o zonă cristalizată. Cristalizarea se datorează lanțurilor polipeptide înșirate și structurii lor tridimensionale, care formează legături transversale, care determină stabili-

tea structurii. Dacă collagenul este expus la o temperatură ridicată, cristalele se descompun. Dacă la temperatura ridicată se adaugă și apă, collagenul se gelatinizează, adică devine un clei solubil în apă. Prin măsurarea temperaturii de contracție, putem estima descompunerea chimică a pielii.⁵

Structura zwitterionic al collagenului

Collagenul are caracter amfoter și din această cauză are proprietatea de a reacționa și ca acid și ca bază. Din această cauză poate reacționa și ca ioni cu încărcare pozitivă cât și negativă, în funcție de pH- ul mediului în care se află (ormare a zwitterionilor)



Tot zwitterionii produc și grupele de carboxil (-OOH) și amino (-NH₂) din catenele laterale ale proteinelor. În cazul aceasta nu se creează în cadrul aceluși aminoacid, ci între două lanțuri polipeptide adiacente (foto 6).

Pe baza acestor transformări, proteina în mediu acid devine pozitivă, iar în mediu bazic devine negativă. Când numărul de încărcare negativ și pozitiv al moleculei ajunge la egalitate, se numește stare izoelectrică, iar valoarea pH -ului la care se dezvoltă această stare, se numește punctul izoelectric. În acest punct materia este cea mai stabilă, solubilitatea, expansiunea fiind cea mai mică. Punctul izoelectric al celor mai multe proteine se află în secțiunea valorilor acide, punctul collagenului se află la valori de 5,5.

Toate schimbările efectuate în catenele laterale care modifică rata grupurilor bazice și acide ale proteinelor, modifică și valorile punctului izoelectric. Aceste valori se schimbă și în cazul collagenului, pe parcursul prelucrării pielii, în diferitele faze de lucru: tratarea cu var, cu săruri, cu tananți, cu coloranți.

Relația dintre piele și apă

Când collagenul este în stare echilibrată, se compune din 2/3 apă, și numai 1/3 parte este din materie solidă. Conținutul de apă se leagă pe de o parte fizic, pe de altă parte chimic, molecular de materia fibroasă. Ca să-și poată menține flexibilitatea naturală, pielea prelucrată are nevoie de 12% apă în țesutul fibros.

Sub influența apei fibrele pielii netăbăcite se umflă, se îngroașă, dar se micșorează în lungime. Nivelul umflării poate fi determinată și de soluția solventă, de pH, temperatura și electrolizi, sau prezența altor chimicale. Modificarea fibrelor este mai accentuată sub efectul acizilor sau alcalinilor, decât în mediu neutru. Dacă se usucă fibrele de collagen umflate, pierderea de apă cauzează subțierea, slăbirea și scurtarea lor de la 1–5%.

³ Haines 1999.

⁴ Vermesné—Fekete 1983., Haines 1999., Kissné Bendefy 1990. pp. 11–17.

⁵ Kovács 2010. pp. 83–97., Larsen – Vest 1999. pp. 143–150.

Fabricarea pielii netăbăcite și a pergamentului

Pielea netăbăcită și pergamentul sunt foarte asemănătoare din mai multe puncte de vedere și din privința prelucrării, din aceasta cauză caracteristicile lor sunt similare, totuși există și diferențe distincte.

Pielea netăbăcită, este de obicei în mare parte descărnată, șeruită, rasă de păr. Tehnologia de prelucrare a pielii diferă mult în diferitele culturi și de la regiune la regiune, iar fazele de prelucrare, nu sunt suficient documentate. Cea mai simplă preparare a pielii crude este când pielea proaspăt jupuită este șeruită de carne, și de grăsime, premergător de multe ori aceasta este spălată, ținută în apă. Se folosesc diferite metode de argăseală, murare în baie de var, sau fermentarea biologică sau cu tananți naturali, pentru curățirea pielii de stratul de grăsime și de păr. Uneori se folosesc tratamente de suprafață, care pot avea efecte de tăbăcire (plante, tananți naturali, prelucrate asupra focului). Trăsătură caracteristică a pielii crude este că ținută în apă, aceasta devine maleabilă, prelucrarea finală se face în stare udă. Pielea este trasă pe un cadru sau pe un suport dur, fixată și uscată pe acesta. În urma evaporării apei, pielea întinsă se comprimă, se strânge și preia forma dorită. Aceste însușiri o fac potrivită și pentru a fi tăiată în fâșii (fâșii, bande, curele de piei) folosite la legat, strângerea unor componente sau îmbinări, ca de ex. legarea cozilor cuțitelor primitive de lamă, sau a scheletului unei șei din Tiszafüred).⁶

Despre originea și metodele de preparare a pergamentului avem mai multe date. Istoricul pergamentului este cunoscut din descrierile lui Pliniu. Potrivit acestui istoric, locul de naștere al fabricării pergamentului a fost în Pergam, în secolul al II î. H. În timpul regelui Eumenes II, atunci când interdicția de exportare a papirusului a fost impusă de Egipt, a fost inventat ca răspuns la interdicție, acest nou material. Într-adevăr denumirea poate veni de acolo, dar utilizarea pielii de animal ca suport de scris, datează de mai mult. Una dintre cele mai vechi piei păstrate, care a fost uscată întinsă, cu suprafață netedă, se află în Muzeul din Cairo, datând din 2400 î. H, dar sunt cunoscute și alte manuscrise și fragmente din perioada 2400–200 î.H.⁷

Metodele de preparare nu sunt cunoscute, dar din analize și examinări se știe că au fost uscate întins pe ramă, unse cu tananți vegetali, care au avut efecte de tăbăcire. Părul a fost îndepărtat, însă partea cărnăsoasă nu a fost tratată bine, astfel s-a scris pe partea rasă de păr, netezită.⁸

Astăzi, denumirea de pergament este folosită în cazul pielii crude descărnate, rasă de păr, tratată cu var, care fost întinsă la uscat, cu suprafața răzuită, netedă. Materialul finit este opac, moale, subțire, mătăsoș, flexibil.⁹

Despre fabricarea pergamentului din Evul Mediu există mai multe documente scrise, iar între materialele folosite și fazele de preparare, sunt diferențe mici. Sunt

cunoscute rețetele cu baie de var încă din sec. al 8-lea.¹⁰ Primordial pergamentul a fost folosit ca suport de scris, dar fiind un material flexibil și rezistent, a fost folosit pentru legătură de carte, pentru învelirea cutiilor, pentru piele de tobe, și în multe alte scopuri.

Fazele de prelucrare a pergamentului¹¹

Pielele, după jupuire, dacă nu au fost prelucrate imediat, au fost conservate temporar prin uscarea sau sărate până la tratare. În primul pas al tratării au fost scufundate în apă rece, timp de 48 de ore, pentru curățirea și hidratarea pielii. Acest proces a fost deseori sporit prin întoarcerea prudentă a pielilor. Următorul pas a fost tratarea în baie de var, timp de 3–10 zile (chiar mai mult, în vreme rece). Pielele au fost imersate în suspensie de var stins (lapte de var), în care reacția bazică din soluție, a slăbit părul și epiderma, astfel putându-se îndepărtat cu ușurință blana și stratul de grăsime. După rasul părului, de obicei, se reintroducea în soluția de var pentru câteva zile, apoi se spăla în apă o zi sau două.

Calitatea pergamentului depinde de uscarea cu mare grijă. După spălarea pielii, aceasta este întinsă pe un cadru, fixată pe margini, în așa fel ca să fie posibil controlul întinderii în timpul uscării. (În pielea umedă, pe margini, s-au învelit mici pietre, sau bile din pânză sau hârtie și s-au legat de țărushi sau direct pe cadru). Înaintea uscării s-au răzuit bine ambele fețe ale pielii cu un cuțit special (*foto 7*).¹²

Uscarea a fost controlată, s-a reîntins din când în când pielea, fiindcă pergamentul expus direct la soare sau la temperaturi ridicate, sau în curent, putea să se deterioreze din cauza pierderii rapide al umidității. După uscarea, straturile grase au fost rase cu cuțitul pielarului din nou, ca să se obțină suprafață uniformă. Dacă nu era preparat pentru legatorie, atunci era răzuit din nou și pe latura păroasă, pentru eliminarea luciului de pe suprafață, care este nedorită în cazul pergamentului pentru scris. După aceasta, dacă era necesar, suprafața a fost netezită prin șlefuire cu gresie sau piatră ponce. După ridicarea de pe cadru, pielea a fost tăiată pe mărimea dorită, cele destinate scrisului erau frecate cu praf de cretă, după care erau puse în presă, ca să fie bine întinse și netezite.

Modificări structurale apărute în timpul procesului de prelucrare la pielea netăbăcită și în pergament

Pielea netăbăcită

Numai 25% din pielea depilată este din collagen (țesutul conjunctiv de proteine), 60% se constituie din apă. Spațiul dintre fibrile sunt umplute cu fluide sau plasmă în care se află alte molecule mici proteine și substanțe organice, din care o parte sunt legate chimic de collagen. Dacă acestea nu sunt eliminate din piele, produsul realizat va fi tare și

⁶ Doyal-Kite 2006. pp. 184–186., Torma et al. 2003.

⁷ Diringer. 1982. pp. 170–172.

⁸ Woods 2006. p. 201., Reed 1972. pp. 72–120.

⁹ Woods 2006. p. 200., Haines 1999.

¹⁰ Reed 1972. p. 33.

¹¹ Reed 1972, Haines 1999, Kissné Bendefy-Beőtyné Kozocsa 1992.

¹² Fotografia a fost făcută în laboratorul de restaurare a lui Kovács Péter.

inflexibil. Cercetările din anii 80 au dezvăluit că pentru eliminarea acestor substanțe din piele, ar fi necesară înmuierea pielii în soluție sărată, fără a fi mișcată timp de 2 zile, și 8 zile în baia de var.¹³

Sigur că pentru piei mai subțiri ar fi suficient mai puțin timp, dar în cazul pieilor netăbăcite s-a folosit rar o astfel de intervenție chimică puternică. Chiar dacă s-a folosit înmuierea, fermentarea, a fost de o mai scurtă durată. Ca urmare, cantitățile de substanțe mai mult sau mai puțin, rămase în dermă, după uscare fac pielea precum și obiectele făcute din ele mai tari, rigide, translucide.

Pergamentul¹⁴

În comparație cu pielea netăbăcită, prelucrarea pielii crude pentru pergament aduce modificări fizice și chimice radicale în structura fibrelor și în moleculele de collagen.

În cursul înmuierii în lapte de var timp de 8 zile, epiderma, părul și stratul de grăsime se desprinde și se poate curăța mecanic. Celălalt efect al acestuia este că substanțele organice se dizolvă și se elimină aproape în totalitate în timpul clătirii în apă. În cazul pieilor de vițel și de capră în cursul șeruirii, raderii, grăsimile din glandele sebacee sunt presate dintre fibre, iar în cazul pieilor de oaie mai grase, mai blănoase, se aplică un strat de lapte de var pe ele, care în cursul uscării elimină grăsimea din piele. La clătutul cu apă, varul nu poate fi eliminat în totalitate dintre fibre, în caz optim este reținut în țesut sub formă de carbonat de calciu în cantitate de 1,6%, care însă contribuie la flexibilitatea pergamentului după uscare și devine translucid. Pentru ca pielea crudă să se transforme într-o coală subțire și netedă, trebuie să treacă prin transformări drastice. În stratul reticular se schimbă orientarea naturală a fibrelor, în straturile paralele orizontale, prin întinderea lor. În timpul tratamentului cu var, având reacție bazică puternică (pH 12,5) se modifică structura din molecule, și dintre ele, collagenul se destabilizează până la un anumit punct, care este semnalat de micșorarea valorii temperaturii de contracție, de la 65°C, la 60°C, sau în cazul tratării cu var, în timp mai îndelungat, la 55°C (Tabelul 1).¹⁵

Collagenul în mediu alcalin se umflă mai puternic, decât un mediu neutru. Procesul de umflare a fibrelor, slăbește fizic structura deja slăbită chimic. În această stare de echilibru este întinsă pielea pe un cadru, bine tensionată. Slăbirea generală a structurii fibrei, permite ca tensionarea să modeleze țesutul în straturi paralele orizontale (*foto 8*).¹⁶ Datorită acestei structuri pergamentul se poate fâșâia cu ușurință în straturi și cu mâna.

Uscarea este etapa cea mai critică a întregului proces de prelucrare, și determină calitatea finală a pergamentului. Scopul este de a avea un spațiu liber între fibre, care oferă flexibilitate și opacitatea lui, dar este nevoie și de un

Tabel 1: Valorile temperaturii de contracție a collagenului în cazul diferitelor prelucrări a pielii

Materia	Temperatura de contracție
Colagen solubil	35°C
Piele crudă	65–67°C
Piele tratat cu lapte de var	50–60°C
Pergament nou	55–56°C
Tăbăcire cu uleiuri	50–63°C
Tăbăcire în piatră arsă	50–63°C
Tăbăcire cu formaldehidă	63–73°C
Tăbăcire cu tananți vegetali	78–88°C
Tăbăcire cu crom	Peste 100°C

grad de coeziune între fibre ca să obținem o foaie subțire, netedă din pielea naturala umflată.

Datorită tensiunii mare de suprafață a apei, fiindcă apa se evaporă din capilarele interioare, tensiunea atrage fibrele între ele. Fără întindere această tensiune poate ajunge la o măsură atât de mare, ca fibrele se pot lipi unele de altele, iar după uscare, pielea devine dură și translucidă. Pentru a rezulta un bun pergament, întinderea pe ramă trebuie să fie cât se poate de tare, astfel eliminând lipirea fibrelor. Bine întinse și fixate pe ramă în timpul uscării, fibrele longitudinale nu se pot scurta, ci prin evaporarea apei, secțiunea transversală se reduce, scade.

Această transformare ajută la formarea unor folii, subțiri. Rețetele vechi, tradiționale de fabricare a pergamentului subliniază faptul, că uscarea trebuie să fie lentă. Cu cât este mai rapidă uscarea, cu atât mai mare este contractarea și cu atât mai mare este tensiunea. Astfel, o piele rapid uscată se poate face translucidă, chiar dacă acesta este complet întinsă.

Rezumând, opacitatea, culoarea și densitatea pergamentului finit depinde de ce cantitate de var conține, și cum se așează fibrele unele de celelalte, cum se prind între ele în structura internă. Preparate într-o manieră corespunzătoare, un pergament de bună calitate după uscare conține: 85,4% collagen și 13% apă, 1,6% reziduu de var.¹⁷ Un astfel de material este subțire, alb, flexibil, opac, este perfect pentru scris, pentru legătorie de carte, sau ca materie primă pentru alte lucrări valoroase.

Materiale și adezivi pe bază de collagen utilizate în restaurare

La restaurarea pergamentelor și a pielii netăbăcite deteriorate, adesea este necesar un material subțire, o foaie transparentă pentru completarea fisurilor și a lipsurilor, sau pentru laminarea întregii foi. Aceste materiale sunt filmul reflectorizant de aur și membrane artificiale. Aceste

¹³ Haines se referă la studiul laboratorului British Leather Manufacturer Association din 1984. Haines 1999. p. 27.

¹⁴ Haines 1999. pp. 22–27.

¹⁵ Chanine–Rottier, 1999. p. 152.

¹⁶ Reed 1972. p. 296.

¹⁷ Haines 1999. p. 23.

materiale pentru restaurare sunt alcătuite de colagen, caracteristicile lor sunt foarte asemănătoare cu pergamentul. Ambele sunt din colagen și reacționează ca și pergamentul la apă și la schimbările umidității din aer.

Filmul reflectorizant aur (membrana apendicitei de vită) (foto 9) se face din peretele exterior al cecumului. Este complet transparent, incolor, și, prin urmare, este potrivit pentru restaurarea, îmbunătățirea suprafețelor de scris. Prepararea lui este similară cu cea a pergamentului. Peretele exterior al cecumului este spălat cu apă, după separare, înmuiată într-o soluție bazică (hidroxid de caliu) curățat cu un cuțit, spălat cu apă, și se usucă întinsă pe cadru.¹⁸

Membranele artificiale sunt făcute din straturile de pelatura cărnosă a pielii de vită, măcinate și extrudate (foto 10).

Scopul acestui procedeu, este menținerea structurii fibrelor de colagen, în așa fel ca o cantitate minimă să se gelatinizeze, care leagă între ele fibrele fragmentate prin măcinare. Pentru că fibrele sale sunt mai scurte, are o tracțiune, rezistență mai mică, decât membrane naturale. Se fabrică în mărimi date, care determină folosirea lor în restaurare. Nu sunt la fel de transparente și incolore cum ar fi membrana naturală, de aceea nu sunt recomandate în restaurarea pergamentelor, dar sunt foarte bune la întărirea obiectelor din piele netăbăcită.

Flexibilitatea, plasticitatea materialului poate fi îmbunătățită prin tratarea cu var, spălat cu apă, șters pe suprafață cu alcool și acetonă, se obținem o lipire mai stabilă.¹⁹

Există doi adezivi pe bază de colagen, care sunt folosiți pentru restaurare: cleiul de pergament și gelatina. Pentru piele netăbăcită în anumite cazuri se poate folosi și clei de piele.

Cleiul de pergament a fost folosit din Evul Mediu pentru consolidarea pergamentelor slabe. Bucățelele de pergament fin și deșeurile se înmuiau în apă rece, apoi se fierbeau timp îndelungat, până când apa scădea la două treimi. În timpul acestui tratament, colagenul se descompune, iar în produsul finit se regăsesc fibrele de colagen umflate, hidratate, și gelatină. Prezența fibrelor dau proprietăți chimice mai bune cleiului de pergament decât are gelatina și, cum se poate observa în cazul pergamentelor vechi, acestea rămân mai flexibile și după îmbătrânire decât cele tratate cu gelatina.²⁰

La prepararea *gelatinei* nu numai fibrele, dar și moleculele se descompun, până când rămâne un lanț de proteină unică alcătuită din aminoacizi.

În mod normal acest lucru se obține din pielea crudă sau din alte materiale ce conțin colagen, supuse unui tratament de durată cu lapte de var sau cu acid acetic și apoi este încălzit. Când se răcește, lanțurile sunt capabile de reorganizare și din soluție rezultă un gel.²¹

Capacitatea proteinei unice este de a forma lanțuri rețiculare, în rețea, să se regrupeze în helix triplu care rămâne și în gelatina uscată. Din această cauză uneori adezivul îmbătrânit este greu de rehidratat.

Proprietățile pielii netăbăcite și a pergamentului

Structura fibrelor pielii netăbăcite poate să fie diferită în funcție de utilizare. Cele care sunt întinse pe cadru sau pe suport solid, orientarea fibrelor ca și în cazul pergamentului crește, dar spre deosebire de acesta, sunt transparente. Suprafața lor este mult mai solidă, netedă, dar și rigidă față de pielea tăbăcită. Fibrele sunt legate între ele, cu legături secundare, dar în spațiul dintre ele, sunt prezente și elemente necologene, materiale cu molecule mici, care umplu complet spațiul interior, ce nu permite libera circulație în interiorul structurii fibroase. Deoarece nu conțin taninuri, sunt mai higroscopice decât pielea tăbăcită. Din această cauză sunt foarte sensibili la schimbările umidității relative.

Uneori forma obiectului poate fi distorsionat, sau chiar se poate crăpa din cauza tensionării pieilor din timpul uscării. Temperatura de contracție este în jur de 65°C, și în cazul asocierii cu umiditate ele suferă deteriorări ireversibile.

Caracteristicile pergamentului este structura întinsă și paralelă a fibrelor și opacitatea. Suprafața este compactă, netedă, dar mai dură și rigidă, decât pielea tăbăcită, dar mai moale și mai flexibilă decât pielea netăbăcită. Fibrele se leagă unul de altul cu legături secundare, dar în interiorul structurii au spații pline de aer. Între fibrele sunt 1,6% reziduuri de calcar, sub formă de granule fine, datorită căruia pH-ul pergamentului este la valoare de 7–8, deci are un pH ușor bazic. Pentru că nu conține taninuri, este mai higroscopic, decât pielea tăbăcită. Starea ideală este când umiditatea internă este între 12–14%, ce se asociază cu 50–55% umiditate relativă exterioară. Aceste valori sunt mai mici decât a pieilor tăbăcite, și a pielii crude, cea ce relevă faptul că pergamentul este foarte sensibil la umiditate.

Deteriorarea pergamentului și a pielii crude

Caracteristicile degradărilor chimice a pergamentului și a pielii crude

Degradările ce se produc în structura pielii, depinde de trei factori chimici. Acestea sunt oxidarea, hidroliza și gelatinizarea.

În timpul *oxidării*, covalențele sunt rupte datorită radiației electromagnetice. Procesul poate fi accelerat de catalizatori (metale, acizi, coloranți). Oxidarea degradează anumiți aminoacizi, deci schimbările chimice, se produc în unele părți ale lanțului de proteine.²² Deteriorarea poate provoca rupturi în lanțuri și paralel induce schimbare în structură, care se datorează schimbării polarității aminoacizilor, care stabilizează structura spirală și legăturile secundare între lanțurile de proteine.

¹⁸ Reed 1972.

¹⁹ Haines 1999. p. 30.

²⁰ Reed 1972.

²¹ Nguyen 2007. pp. 17–19.

²² Kennedy-Wess 2003. pp. 70–74.

În cazul *hidrolizei* legăturile covalente – în mare majoritate legături peptide din lanțul de colagen – se descompun în prezența apei. Această ruptură poate să se întâmple în diferite locuri a moleculei, din care rezultă masă moleculară mai mică.

Gelatinizarea este o caracteristică a proteinelor pe bază de colagen, care decurge în prezența apei. Aceasta se realizează numai sub efectul unei energii mai puternice decât energia legăturii de hidrogen care asigură structura triplu elicoidală. Ca urmare, lanțurile se rup, structurarea proteinelor se destramă, fibrele se contractează (*foto 11*). Numai legăturile covalente rămase și legăturile de clorură de sodiu țin împreună moleculele de colagen și îl protejează de dizolvare totală.

Influența mediului înconjurător asupra proceselor chimice de degradare

Dacă analizăm care sunt factorii externi care influențează starea pielii ne tăbăcite și a pergamentului, în urma căruia cele trei reacții se declanșează, putem trage concluzia că cele mai puternice schimbări sunt provocate de influențe mecanice, temperatura, umiditatea relativă, radiațiile electromagnetice, materialele acide și oxidante precum și materiale catalizatori (anumite metale). Aceștia pot avea efecte în sine, dar de obicei apar simultan, crescând reciproc efectele.

Efecte mecanice

Utilizarea (deschiderea cărții, întoarcerea paginii, plierea documentelor, folosirea instrumentelor muzicale) și efecte mecanice cauzate de rozătoare, insecte, provoacă în principal degradări fizice (uzură, rupturi, lipsuri). În aceste zone structura pielii slăbește, din zone cristaline se formează zone amorfe, prin care materiale patologice din mediu (apă, acizi, materiale oxidante), pătrund mai ușor în structura pielii.

Efectele temperaturii și umidității relative (UR)

În primul rând trebuie menționat faptul că ridicarea temperaturii – indiferent dacă este vorba de condiții uscate sau umede – mărește rapiditatea și intensitatea reacțiilor chimice, grăbind astfel procesul de descompunere

În mediul înconjurător cald și umed (peste 70% umiditate relativă) crește riscul apariției ciupercilor și mușgaiurilor și de colonizarea bacteriilor a căror enzime ajută la descompunerea hidrolitică a proteinelor, slăbind structura lor. Efectul incidental, dar din punct de vedere estetic deranjant este că anumite substanțe organice produse de microorganisme pot colora obiectele, operele de artă.

Temperatura de contracție a pielii crude și a pergamentului este joasă (v. Tabelul 1) În procesul de îmbătrânire această valoare scade și mai mult din cauza descompunerii legăturilor din structură și, pe lângă aceasta, valoarea nu este uniformă în tot materialul. Dacă obiectul este ex-

pus simultan la valori înalte ale temperaturii umidității, din cauza destrămării legăturilor de hidrogen din interiorul colagenului, se produce gelatinizarea, care favorizează contracția și distorsiunea ireversibilă în material. În cazul pergamentelor grav deteriorate este riscantă și umidificarea lor, pentru că preluarea apei în material poate produce ridicarea temperaturii și aceasta poate provoca gelatinizarea colagenului.

În cazul îmbătrânirii pergamentului și a pielii ne argăsite, cu timpul, absorbția umidității scade. Ținut în *condiții uscate*, timp îndelungat sub 40% RH, se pierde treptat marea majoritate a cantității de apă proprie, și poate deveni rigid, fragil, deformat. Se pierde capacitatea de absorbție a apei, devine rezistent la umidificare, uscarea fiind mai rapidă.²³ Ciclurile repetate de umidificare – uscare, amplifică procesele mai sus amintite.

Radiațiile electromagnetice

Radiațiile electromagnetice favorizează formarea de radicali liberi de proteine, ce sub forma de fotooxidare duc la descompunerea structurii, la ruperea lanțului de proteină și ca urmare la slăbirea acestuia. Oxidarea provoacă schimbarea culorii, de obicei cauzează îngălbenirea materialului. Pot reprezenta pericol pentru opera de artă prezența materialelor fotosensibile (ioni metalici, cerneală fero-galică, coloranți, pigmenți), și radiațiilor de mică amplitudine.

Materiale și agenți acizi și oxidante

Materialele de ambalare, pigmenții, cerneluri pe bază de fier și cupru, poluanții atmosferici (dioxid de sulf, oxizi de azot, ozon, peroxizi) sunt surse de acizi și oxidanți pentru obiectele făcute din pergament și piele ne tăbăcită. Pergamentul din cauza alcalinității sale este mai protejat împotriva substanțelor acide, decât alte tipuri sau specii de piele, dar pe termen lung, acizii puternici, degradează starea pergamentului.

Acizii, în prezența apei de hidroliză sau prin desfacerea legăturilor de clorură de sodiu provoacă deteriorarea pielii. În stare uscată, mai degrabă au rol de catalizator asupra lanțului de bază a moleculelor de colagen, unde accelerează oxidarea cauzată de efectul radiației electromagnetice (UV), care produce degradarea oxidantă.

Studiile efectuate în cazul legăturilor din piele îmbătrânite, au arătat că deteriorarea este relativ ușoară, până când valoarea pH-ului pergamentului sau a pielii nu scade sub 3,0, dar după aceasta crește. S-a observat că în cazul unei piei foarte acide (pH 2,5), ținută sub valori de 40% RH, degradarea a încetinit.²⁴ Pentru restauratori se poate trage concluzia, că, trebuie să evităm folosirea tratamentului umed, precum și utilizarea neutralizării cu alcalini în mediul apos. În acest caz, conținutul apos al reactivului

²³ Haines 1999.

²⁴ Idem 1991. p. 70.

bazic, deteriorează pielea înainte de a neutraliza aciditatea ei. Deteriorarea în aceste cazuri se produce în structură, desfacerea legăturilor dintre molecule, în cazurile severe prin desfacerea legăturilor covalente primare din proteine (hidroliza). În unele cazuri, umidificarea și migrarea cernelii acide prezintă un pericol, pentru că în timpul absorbției de apă, acizii pot periclita zonele încă intacte.

Categoriile obiectelor din pergament și piele netăbăcită

Obiectele din pergament și piele ne tratată pot fi clasate pe mai multe criterii, cum ar fi: funcția obiectului, materia primă folosită, forma dimensională, (plată sau tridimensională), tipul păstrării, depozitarea. Dat fiind că acești factori influențează restaurarea obiectului, prezentăm un clasament ce ia în calcul toate criteriile enumerate (v. Tabelul 2).

În continuare vom folosi această clasare pentru prezentarea deteriorărilor specifice ale acestor obiecte, problemele restaurării și soluțiile aplicate.²⁵

Documente, acte oficiale

Materialul documentelor, actelor oficiale, blazoanelor, scrisorilor de debitor / creditor, până în sec. 19-lea, în general era din coli de pergament și le putem împărți în două categorii.

Pe teritoriile nordice ale Europei (îndeosebi cele germanice), pergamentul este prelucrat pe ambele fețe, cu suprafață fin răzuită, șlefuită, astfel se obținea un suport de scris neted, catifelat pe ambele fețe.

În cazul documentelor făcute în Italia, pergamentul era netezit doar pe o față (stratul cărnos), pe dos, părul fiind răzuit manual cu briceagul, se observă urme de foliculi de păr. Versoul pergamentului era vopsit cu vopsea vegetală (pațachină, rumenele, garanță) în galben. Astfel fața suportului de scris era albă, bine netezită, șlefuită cu praf de cretă, dosul era galben cu urme de foliculi.

Deteriorarea specifică a acestor documente provine din modul de păstrare a acestora. În general acestea erau păstrate pliate, într-o copertă protectoare de scoarță, ulterior s-a scris datarea, numerele de inventar și alte note. Din această cauză pergamentul a suferit deteriorări precum: murdărie neuniformă, întinderea, ruperea materialului de a lungul plierii, deformări, degradări fizice, mecanice.

Scrisul șters, scurs, exfolierea, desprinderea cernelii sau a picturii, fenomenul de împăienjenire, coroziunea, erodarea acestora, precum și lipsa sau degradarea pecetilor sau a sigiliilor din ceară, lipsurile șnururilor de susținere (din mătase, fire metalice, pergament), de asemenea sunt degradări frecvente (foto 12).

Obiecte cu structură demontabilă

Cărți

Materia primă a paginilor codicelor din Evul Mediu era de obicei din coli de pergament, care erau finisate pe ambele fețe, frecate cu cretă, și scrise cu cerneală fero-galică sau cerneală neagră (negru de fum), la final ornamentate cu culori de tempera cu ou, sau pulbere de aur, ori foiță de aur. Mai târziu pergamentul s-a folosit doar pentru legătura cărților tipărite pe hârtie, legate într-o legătură dură, din carton, sau tablă (scoarță), cu diferite tipuri de legături specifice. Astfel erau învelite, copertate, manuscrise pe hârtie sau tipărituri, coperta cărții fiind din pergament.

Tot în această categorie se poate clasifica și așa zisele legături de pergament din Debrețin, adevărate capodopere, majoritatea produse în sec. al 18-lea, bogat ornamentate prin pictare și aurire.²⁶

Deseori, pergamentul deja uzat, scris, era refolosit (a doua folosință), pentru legătura cărților, sau tăiate în bucăți mai mici, pentru cașerarea cotorului și suport pentru capital band.

Degradarea cea mai specifică și frecventă a cărților provine din uzura lor, adică slăbirea cusăturii, desfacerea în urma deschiderii-închiderii repetate, deteriorării fizice – mecanice, rupturi, fisurări, ruperea tablei din lemn

Tabel 2: Categoriile specifice de obiecte din pergament sau piele ne tăbăcită

Documente autentificate	Obiecte de artă plastică	Obiecte cu structură demontabilă	Membrane De percuție/ Rezonante, pe suport stabil	Piele crudă, Pergament, pe suport stabil	Veșminte, Elemente decorative vestimentare
Acte oficiale	Miniaturi	Cărți	Tobe	Cutii	Veșmânt inuit
Documente	Icoane	Figurine pentru teatrul de umbre	Instrumente cu coardă	Tocuri	Fire din piele
Contracte	Pasteluri	Evantaie		Leagăne	Paiete, fluturași
Scrisori de debitor/ (creditor)				Figurine pentru teatrul de umbre	bijuterii
Blazoane					
Diplome					

²⁵ Metodele și procedeele v. în materialul amintit, Kozocsa et al.

²⁶ Despre aceste legături din pergament pictat din Debrețin, mai multe informații v. Rozsondai 2002, Beöthyne Kozocsa 2002.

sau carton, sau uzura materialului de învelire a copertei. Deformarea, rigidizarea învelișului din pergament este cauza ruperii forțașului (foto 13–14). Din cauza contracției fizice a învelișului din pergament, uneori se degradează muchiile paginilor.

Figuri teatru de umbră

În țările asiatice era o tradiție ca, povestirea, prezentarea unor întâmplări, legende istorice, să fie mai agreabile, să se folosească figurine decupate în forme de oameni sau animale, din pergament sau piele ne tăbăcită. Erau manevrate cu mânere, din lemn sau corn, care erau fixate de figurine cu șnururi, sau fire vegetale. Membrele figurinelor erau cusute de corp cu mici discuri din piele, care ofereau mobilitate. Jocurile de umbră din Indonezia și China sunt elaborate minuțios, detaliate, ștanțate, traforate, suprafețele sunt pictate cu culori sau aurite. Figurile realizate în Turcia sunt mai simple, nu sunt traforate, dar în general sunt colorate.

Degradările cele mai frecvente sunt scorojirea vopselei sau auritului, deformarea, rupura traforărilor, desprinderea, deteriorarea părților mobile (foto 15–16).

Evantaie

Pergamentul era folosit și pentru fabricarea evantaielor. Acestea aveau o formă de semicerc, o structură din lemn, corn, carcasă de broască țestoasă, spițe, în forma razelor soarelui, prinse în cuie la un capăt. Spițele erau ornamentate prin cioplire, aplicații sau aurire. Pe acestea erau aplicate câte o foaie de pergament sau hârtie, pe ambele fețe, prin lipire. Fețele puteau fi numai din pergament sau în combinație, hârtie și pergament.

Foile din pergament folosite erau fine, subțiri, bine răzuite, flexibile, șlefuite cu cretă, ornamentate prin pictare, tipărire sau aurite. Muchia lor era tivită cu bată de hârtie sau din mătase.

Deteriorările cele mai frecvente ale evantaielor derivă din folosința lor, uzură, degradări fizice-mecanice în urma încordării materialelor la deschiderea și închiderea obiectului. Slăbirea pergamentului sau a hârtiei, ruperea de a lungul plierii, scorojirea, exfolierea culorii, dezmembrarea spițelor, deteriorarea tiviturii sau ornamentației (foto 17).

Membrane rezonante întinse pe cadru fix

Tobe

Dintre instrumentele muzicale, cel mai des ajuns pe mâna restauratorilor diferite tipuri de tobe. Tobele sunt compuse din două părți, dintr-un cadru solid (corpul tobei), și din pielea întinsă pe cadru. Pe ele pot fi și accesorii, zornăitori, sau alte ornamente. Corpul tobei poate avea forme diferite, confecționate din lemn, ceramică, metal, pe care se fixează pielea prin lipire, coasere, sau prinse cu șnururi. Prelucrarea membranei diferă în funcție de unde și din ce parte a lumii provine. Pentru învelișul tobelor europene în general s-a folosit pergamentul, dar în colecțiile etno-

grafice s-au păstrat tobe africane, asiatice, sau din Noua Guinee, unde au fost folosite și alte tipuri de piei: de rechin, de varan (reptilă), care de obicei nu erau prelucrate atât de minuțios ca pergamentul. Din aceste cauze pielea tobelor are trăsături foarte diferite. Deteriorările specifice acestora provine din mănuierea și folosirea lor: ruperea, deformarea pielii, sau desprinderea parțială sau totală de pe cadru (foto 18).

Obiecte din pergament sau piele netratată, fixate pe cadru dur

Cutii, tocure

Învelișul obiectelor din această categorie sunt din pergament sau piele ne argășită, întinse și lipite pe suport dur din lemn sau carton. Degradarea obiectului derivă din structura cadrului și modul de deschidere – închidere. Cutiile cu capac mobil, asemănător cărților, se degradează în partea deschiderii și pe muchii. În cazul cutiilor, tocurelor cu capac detașabil, se deteriorează partea de întâlnire a celor două părți în urma uzajului prin frecare. Uzura suprafețelor este o degradare, caracteristică acestor obiecte (foto 19).

Leagăn-căluț (jucărie pentru copii)

Aceste leagăne, balansoare pentru copii, erau făcute dintr-un suport dur, cioplit din lemn, sau din mulaj de carton lipit, în formă de căluț, cu tălpi de lemn curbate. Pe corpul căluțului era montată pielea ne tăbăcită, păroasă, prin lipire pe suport, apoi marginile erau cusute împreună. După aceasta se formau ochii și urechile căluțului, se montau tălpile, și se puneau hășurile. Deteriorările specifice acestor obiecte sunt desprinderea, ruperea pielii, a cusăturilor, lipsuri și uzura suprafeței sau a părului (foto 20–21).

Veșminte

Veșminte din intestine de animal

Cea mai reprezentativă piesă vestimentară inuită este mantaua din intestine de focă, curățate, uscate, tăiate în benzi, apoi cusute una de alta (foto 22). Mantaua este foarte subțire, în stare uscată este rigidă, foarte vulnerabilă, și se rupe cu ușurință. Deteriorările sale specifice sunt degradări fizice, ruperea, crăparea pielii, despicarea, desfacerea cusăturilor, uzura.

Ornamentele veșmintelor

În această categorie intră firele din membrane, pielețe, care au fost folosite pentru ornamentare, combinate cu fire metalice.²⁷ Pentru obținerea acestora s-a folosit intestine animaliere, benzi de pergament fin. Ulterior erau argintate sau aurite, tăiate în benzi subțiri, prinse în fire de mătase. Dat fiind faptul că aceste fire sunt din straturi foarte fine,

²⁷ Járó, 1988.

suple, subțiri, de obicei sunt extrem de vulnerabile în fața uzurii, a deteriorării fizice, prin exfolierea firelor metalice, ruperea firelor (foto 23–24). Intestinele și pergamentul ne argășite sunt sensibile la umezeală, în prezența apei se umflă și se deformează, stratul metalic se desprinde.

În prima decadă a secolului 20. era la modă, ca rochiile elegante și evantaietele, să fie ornamentate cu paiete (fluturași) din gelatină. Erau discuri mici, sclipitoare sau colorate, cu un orificiu în mijloc, care se coseau în anumite părți pe diferite textile fine, pantofi. Preparate din gelatină cu formaldehidă, pe suprafața lor se aplica un strat metalic, ori foiță metalică, sau vopsele de diferite culori, apoi erau fixate cu nitrat de celuloză. Fiind foarte vulnerabile la uzură și la apă, la această categorie de obiecte degradarea fizică, deformarea, umflarea, decolorarea, desprinderea cusăturilor, sau ruperea paietelor, sunt problemele cele mai frecvente (foto 25–26).

Concluzii

Folosirea pielii netăbăcite și a pergamentului, în multe cazuri este mai avantajoasă decât a pielii tăbăcite. Prepararea lor este de mai scurtă durată, mai ieftină, și în stare umedă se pot modela ușor, și trasa pe formă, iar după uscare, păstrează forma dorită. Structura materialului este bună, sunt rezonante și se pot folosi pentru fabricarea instrumentelor muzicale, sunt și compacte, rezistente la uzură. Fiind subțiri, mai ales pergamentul, sunt foarte bune ca suporturi pentru scris. Trebuie să fim însă conștienți de faptul că pe lângă calitățile lor foarte bune, sunt mult mai vulnerabili față de pieile argășite. Din cauză, că nu conțin soluții tananți, absorb apa mai repede și în cantitate mai mare. Structura lor internă se descompune mai repede și la schimbările umidității relative, se deformează, iar la temperaturi ridicate se pot contracta ireversibil, se gelatinizează. În prezența apei se poate produce și hidroliza, slăbind soliditatea materialului. Din cauza cernei și pigmentilor, pergamentele scrise sunt sensibile la radiații electromagnetice, care slăbesc structura prin fotooxidare. Structura materiei prime, structura fizică și chimică rezultată în urma prelucrării lor, influențează comportamentul, reacția lor, nu numai în timpul depozitării sau etalării lor în expoziții, ci și în cursul restaurării.

BIBLIOGRAFIE

- A bőrgyártás technológiája. (1965) Szerk. Vermes Lászlóné. Budapest, Műszaki Könyvkiadó. (Tehnologia pielăritului. Editor Vermes Lászlóné, Budapesta, Editura Tehnologică)
- BEŐTHYNÉ KOZOCSA Ildikó (2002): A debreceni festett pergamen típusú könyvkötések kötéstechnikai sajátosságai. In: Debreceni festett pergamen kötések. Szerk.: Krankovics Ilona, Déri Múzeum, Debrecen, pp. 31–39. (Specificitatea legăturilor de carte din pergament pictat din Debrețin)
- CALNAN, Christopher – THORNTON, Caroline (1996): Determination of water loss and regain. In: ENVIRONMENT Leather Project. Deterioration and conservation of vegetable tanned leather. Research Report No 6. pp. 17–22.
- CHAHINE, Claire – ROTTIER, Christine (1999): Studies of changes in the denaturation of leather and parchment collagen by differential scanning calorimetry. In: Methods in the analysis of the deterioration of collagen based historical materials in relation to conservation and storage. Advanced study course 6–10 July 1999. Copenhagen, Royal Danish Academy of Fine Arts School of Conservation. pp. 151–158.
- DIRINGER, David (1982): The book before printing: Ancient, medieval and oriental. Dover Publications, New York.
- DOYAL, Sherry – KITE, Marion (2006): Ethnographic leather and skin products. In: Conservation of leather and related materials. Ed. Marion Kite – Roy Thomson. London, Elsevier. pp. 184–191.
- HAINES, Betty M. (1999): Natural ageing of leather in libraries. In: Leather – Its composition and changes with time. Ed. Christopher Calnan – Betty Haines. The Leather Conservation Centre. pp. 66–74.
- HAINES, Betty M. (1999): Parchment. Leather Conservation Centre.
- JÁRÓ, Márta – GONDÁR, Erzsébet (1988): Mediaeval membrane threads used for weaving and embroidery. In: Archaeometrical research in Hungary. Ed. Járó, Márta; Költő, László. Budapest, National Centre of Museums. pp. 255–266.
- JÁRÓ Márta (1991): Klimatizáció, világítás és raktározás a múzeumokban. Budapest, Magyar Nemzeti Múzeum. (Climatizarea, iluminatul și depozitarea în muzee. Muzeul Național Maghiar, Budapesta)
- KENNEDY, Craig J. – WESS, Tim J. (2003): The structure of collagen within parchment – A review. In: Restaurator 24. pp. 61–80.
- KISSNÉ BENDEFY Márta – BEŐTHYNÉ KOZOCSA Ildikó (1992): A bőr és a pergamen felépítése, gyártása, tulajdonságai, károsodása és vizsgálata. Budapest, Országos Széchényi Könyvtár. 53. (Structura pergamentului și a pielii, fabricarea, calitățile, deteriorarea și cercetarea lor)
- KISSNÉ BENDEFY Márta (1990): Bőr anyagtan restaurátoroknak. Budapest, Központi Múzeumi Igazgatóság. (Morfologia pielii, pentru restauratori.)
- KOVÁCS Petronella (2010): Zsugorodási hőmérséklet – a bőrök lebomlási fokának értékmérője. In: Műtárgyvédelem 2009/34. Magyar Nemzeti Múzeum. pp. 83–97. (Temperatura de contracție și gradul de degradare a pielii.)
- LARSEN, René – VEST, Marie (1999): Studies of Changes in the shrinkage activities of leathers and parchment by the micro hot table method (MHT). In: Methods in the analysis of the deterioration of collagen based historical materials in relation to conservation and

- storage. Advanced study course 6–10 July 1999. Copenhagen, Royal Danish Academy of Fine Arts School of Conservation. pp. 143–150.
- MIHAJLOV, A.N. (1951): A bőrgyártás fiziko-kémiai alapjai. Budapest, Könnyűipari Könyvkiadó. (Bazele fizico-chimice al producției de piele)
- NGUYEN, Thi-Phuong. (2007): A zselatin, mint ragasztóanyag. In: Műtárgyvédelem 32/2007. Magyar Nemzeti Múzeum. pp. 15–22. (Gelatina, ca adeziv)
- REED, Ronald: Ancient Skins, Parchments and leathers. London, Seminar Press, 1972.
- ROZSONDAI Marianne (2002): A festett pergamenkötések helye az európai kötéstörténetben. In: Debreceni festett pergamenkötések, Szerk.: Krankovics Ilona, Déri Múzeum, Debrecen, pp. 16–30. (Locul legăturilor de carte din pergament pictat în istoria legăturilor din Europa)
- TORMA László – FÁBIÁN Mária – ÉBER Tamás – DIÓS Márta – SZÓLLÓSY Gábor (2003): A bőrművesség. Oktatási segédanyag, CD. Budapest, Hagyományok Háza. (Pielăritul. Material didactic)
- VERMES Lászlóné – FEKETE Kálmán (1983): A nyersbőrtől a készbőrig. 1–2. köt. Budapest, Műszaki Könyvkiadó. (De la pielea crudă până la pielea finită)
- WOODS, Christopher S. (2006): The conservation of parchment. In: Conservation of leather and related materials. Ed.: Marion Kite – Roy Thomson. London, Elsevier.

Ildikó Kozocsa Beöthy
 Restaurator hârtie și carte
 E-mail: ildiko.beothy @ gmail.com

Marianne Érdi
 Artist restaurator carte, hârtie și piele
 Șef secție
 Biblioteca Națională Széchényi
 E-mail: erdima@oszk.hu

Márta Bendefy Kissné
 Inginer chimist, restaurator piele
 Muzeul Național al Ungariei
 Tel.: + 36-1-323-1416
 E-mail: kissne.bendefy @ gmail.com

Katalin Orosz, DLA
 Artist restaurator carte și piele
 Muzeul Național al Ungariei
 Tel.: + 36-1-323-1416
 E-mail: oroszkata.rest@gmail.com

Traducere: Irén Farkas, Éva Benedek

LISTA FOTOGRAFIILOR

- Foto 1.* Secțiunea transversală a pielii mamiferelor.
- Foto 2.* Imaginea microscopică a pielii de capră, tăbăcită cu tananți vegetali.
- Foto 3.* Imaginea microscopică a pergamentului din piele de capră.
- Foto 4.* Formula chimică a glicinei, prolinei, hidroxiprolinei.
- Foto 5.* Structura pielii crude de la lanțul de proteine până la fibre.
- Foto 6.* Legăturile dintre lanțul principal al proteinei și grupuri amino și carboxil din lanțurile laterale.
- Foto 7.* Prepararea pergamentului cu metode tradiționale în zilele noastre (foto Kovács Péter).
- Foto 8.* Fibrele pielii în poziții paralele în urma încordării. Imaginea transversală microscopică a pergamentului.
- Foto 9.* Membrană de apendicită de bovină și folosirea lui în restaurare.
- Foto 10.* Membrana de intestin artificial de diferite mărimi, din comerț
- Foto 11.* Modificările structurii colagenului din cauza gelatinizării.
- Foto 12.* Diplomă de înnobilitare din pergament, deformată, decolorată, cu ștampilă ruptă. (Muzeul Național, foto Nyíri Gábor).
- Foto 13–14.* Deformarea copertei din pergament și a forțatului desprins. (Biblioteca Națională).
- Foto 15–16.* Pete de mucegai pe o jucărie de umbră din Turcia, și culoare desprinsă pe o figurină din Indonezia (Muzeul Național de Etnografie, colecție particulară, foto Nyíri Gábor, Orosz Katalin).
- Foto 17.* Deformarea pergamentului unui evantai din sec. 18 și deteriorarea pe linia plierii. (Muzeul Etnografic, foto Nyíri Gábor).
- Foto 18.* Tobă de șaman foarte erodată (Muzeul Etnografic, foto Nyíri Gábor).
- Foto 19.* Cutie învelită cu pergament pictat, aurit, (Muzeul Déri din Debrețin, foto Nyíri Gábor).
- Foto 20.* Leagăn pentru copii, deteriorări din cauza uzurii pe (Proprietate privată, foto Nyíri Gábor).
- Foto 21.* Lipsuri, degradări din cauza uzurii pe corpul căluțului. (Proprietate privată, foto Nyíri Gábor).
- Foto 22.* Mantaua înuită din intestine de focă.
- Foto 23.* Broderie cusută din fire de pielită (foto Járó Márta).
- Foto 24.* Imaginea microscopică a unui fir de pielită. (Foto Járó Márta).
- Foto 25.* Evantai din sec. 20 ornamentat cu paiete. (Muzeul din Kiscell, foto Nyíri Gábor).
- Foto 26.* Paiete de gelatină, învelite cu foiță de argint pe un evantai din sec. 20. (Muzeul din Kiscell, foto Nyíri Gábor).