

A pergamen és a cserzetlen bőr felépítése, viselkedése, károsodása a műtárgyrestaurálás tükrében*

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

Bevezetés

Az állatról frissen lefejtett, nagy nedvességtartalmú nyersbőr szobahőmérsékleten gyorsan romlik, kiszáritva pedig merevvé, keménnyé válik. A bőrgyártás során cserzőanyagok segítségével alakítják át annak érdekében, hogy ellenállóbb legyen, és száradás után is megtartsa rugalmasságát. Műtárgyaink anyagai között azonban előfordulnak olyanok is szép számmal, amik nem kaptak cserzést, mégis előszeretettel használják fel azokat. Mi lehet az oka és célja az eltérő feldolgozásnak? Milyen vonzó tulajdonságokkal ruházzák fel ezek a készterméket, amik a cserzett bőrből hiányoznak? Van-e kapcsolat ezen anyagok megjelenése, állaga, viselkedése és a felhasználási területek között?

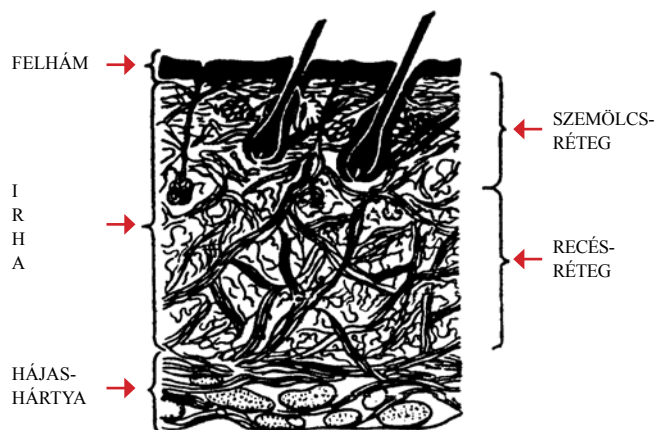
Tanulmányunkban áttekintjük a pergamen és a cserzetlen bőr alapanyagának, a nyersbőrnek szerkezetét, kémiai felépítését, a feldolgozás során benne lezajló fizikai és kémiai változásokat. Bemutatjuk továbbá az e két anyagból készült tárgyak főbb típusait, ezek reagálását a környezet különböző hatásaira és a rájuk jellemző károsodásokat.

A nyersbőr szerkezete

Az emlősök bőre három rétegből épül fel.¹ A felületen a felhám helyezkedik el, alatta a bőr legnagyobb hányadát kitevő irha, az alatt pedig az úgynevezett hájasréteg (1. kép).²

Pergamenkészítés során mind a felhámot, mind a hájasréteget eltávolítják. Cserzetlen bőroknél előfordul, hogy a szőrzetet és így az azzal kapcsolatban lévő felhámot is megtartják.

Az irha fő tömegében kötőszövetből áll, melynek legfinomabb szálai a fibrillák. Ezek nagyobb egységekké, rostokká, végül rostkötegekké tömörülnek, melyek háromdimenziósan fonódnak össze a bőr teljes vastagságában. A legnagyobb nyalábok a középső területen vannak, majd ahogy közelednek a bőr felszíne felé, több ágra válnak szét,



1. kép. Az emlősállatok bőrének keresztmetszete.

finomabbak lesznek, és egyre sűrűbb szövédéket alkotnak.

Az irha keresztmetszetében szabad szemmel is megkülönböztethető két réteg. A szemölcsréteg (más néven barkaréteg) közvetlenül a felhám alatt található és finomabb rostkötegekből áll, mint az alatta elhelyezkedő recésréteg. Határterületük közelében helyezkednek el a szőrtüszők, faggyú- és izzadságmirigyek, melyek miatt itt a kötőszövet hálózata lazább, így különböző kémiai és fizikai hatásokkal szemben is érzékenyebb. A szerkezet nem csak a keresztmetszet függvényében változik: a rostok felszínnel bezárt szöge, az összefüzdés tömörsége, az uralkodó rostlefutási irány és a nyalábok teltsége eltérő a test különböző részein. Tömöttsége a farrészen és a háton a legjellemzőbb, a has felé egyre lágyabb és lazább. Ezek a különbségek befolyásolják a nyersbőr és a pergamen viselkedését feszítés közben, és később a használat során is. A fentiek mellett természetesen az életkor is szerepet játszik a bőr minőségében.

Az egyes állatfajták bőrének szövettani jellegzetességei

Az eddig említett tulajdonságok minden emlős bőrének szerkezetére érvényesek. Vannak azonban kisebb eltérések az egyes állatfajok bőrszerkezete között, és ezek a különbségek befolyásolják a belőlük készült termék jellegét. Alább az Európában pergamenkészítésre leggyakrabban használt fajok – borjú, kecske és juh – bőrét hasonlítjuk össze röviden.

* Jelen kötetben két, témájukban szorosan összefüggő tanulmányt jelentetnek meg a szerzők, melyeket a könnyebb áttekinthetőségért külön cím alatt közölnek. Az első a pergamennel és a nyersbőrrel kapcsolatos alapvető fogalmakat és folyamatokat ismerteti (pp. 85–98.), a második a fenti anyagok restaurálásának lehetőségeit tekinti át (pp. 99–118.).

¹ Az emlősökén kívül számos más állatfaj (hüllők, halak, madarak, stb.) bőrét is alkalmazzák tárgyak készítéséhez. Ezeknek az irharétegből nem szőrszálak nőnek, valamint a rostkötegek elrendeződése is eltérhet az emlősökétől, a rostoknak és az azokat felépítő fibrilláknak a kémiai és fizikai felépítése azonban minden bőrben azonos.

² Mihajlov 1951. p. 9.



2. kép. Növényicserzésű kecskebőr barkaoldalának mikroszkópos felvétele.



3. kép. Kecsebőrből készült pergamen barkaoldalának mikroszkópos felvétele.

A *borjúbőr* kisebb méretben olyan, mint az érett marhabőr. A vastagság 1 hónapos korban 1 mm, 12 hónaposan, amikor már szinte teljesen kifejlett, kb. 3 mm. A szemölcsréteg ennek kb. 1/6–1/4 része. Kötőpergamennek rendkívül alkalmas, mert szerkezete tömött, jól vékonyítható. Ahhoz, hogy írópergament lehessen készíteni a bőrből, az állat nem lehet idősebb, mint 6 hónapos. A múltban a magzati borjúbőröket is felhasználták vékony, finom textúrájú íróanyagokhoz.

A *kecskebőr* 1–2 mm vastag, a szemölcsréteg ennek kb. 1/3 részét teszi ki. Zsírszövetet nem tartalmaz, ezért mechanikai tulajdonságai jók. Finom, tömött rostszövege nagyon jó alapanyaggá teszi, különösen könyvkötés céljára.

A különböző *juhok bőre* igen eltérő lehet, Észak-Európában a gyapjukért tenyésztett állatok bőrét használták pergamen készítésére. Ezek vastagsága 2–3 mm, rostjaik finomak, összeszövődésük kevésbé tömött. A recés- és a barkaréteg rostszálai a többi bőrfajtaéhoz viszonyítva kisebb területen tudnak összefonódni egymással a gyapjuszálak sűrűsége, továbbá a faggyút raktározó sejtek nagy száma miatt. A lazább szerkezet következtében a juhóbőrből készült pergamen nem olyan erős, és nehezebben vékonyítható, mint a borjú vagy a kecske bőrből származó, ezért könyvkötésre kevésbé alkalmas. A barkaréteg eltávolításával viszont kiváló íróanyag készülhet belőle.³

Cserzett bőrök barkarajza alapján azonosítani lehet az állatfajt. Pergamennél nehezíti a felismerést, hogy feldolgozás során többnyire eltávolítják a barkafelszínt. Ha ez részben meg is marad, az áttetszőség és a feszítés következtében történő szerkezetváltozás megnehezíti a jellegzetes mintázat felismerését (2–3. kép).

Szerencsés esetben a színoldalon halványan látható szőrtüszők alapján lehet az állat fajtát meghatározni, a húsoldal pedig felismerhető a vízszintesen futó rostkötegekről és a véredényekről.

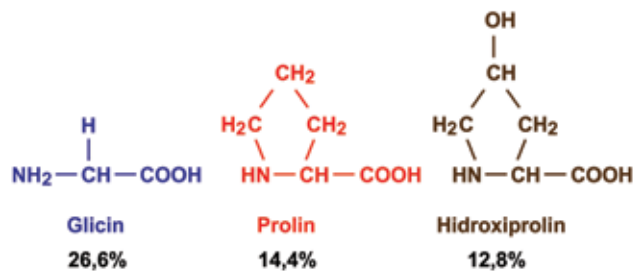
A bőr kémiai felépítése⁴

A fehérjelánc, a mikro fibrillák és a fibrillák kialakulása

A fizikai jellemzőkön túl a pergamen viselkedését jelentősen befolyásolja alapanyagának, a nyersbőrnek kémiai felépítése is. A fent ismertetett rostos szerkezet legkisebb egységét fehérjeláncok és az azokból felépülő kollagén molekulák alkotják. A kollagén nagyon stabil, erős anyag, nagy szilárdságot ad a belőle felépülő szövetnek. Mint minden fehérje, kémiaiilag aminosavakból épül fel, melyek megegyeznek abban, hogy központi szénatomjukhoz egy hidrogénatom, egy aminocsoport (-NH₂), egy karboxilcsoport (-COOH) és egy oldallánc kapcsolódik. Az aminosavak közötti különbséget oldalláncuk jellege biztosítja, mely lehet rövid vagy hosszú; egyenes, elágazó vagy gyűrűs szerkezetű; poláris (kémiaiilag aktív) vagy apoláris (kémiaiilag nem aktív) továbbá savas vagy bázikus kémhatású. A különálló aminosav molekulákból polikondenzációval képződnek a fehérjék. A reakció során víz lép ki, és a molekulák között peptidkötések (-CO-NH-) alakulnak ki. A kollagént kb. egyharmad részben glicin (COOH-CH₂-NH₂), egyharmad részben poláris oldalláncú, egyharmad részben pedig apoláris oldalláncú aminosavak építik fel. Az így kialakult fehérjelánc rugalmassága a molekulák sorrendjének köszönhető: a szerkezet nagy részében minden harmadik aminosav glicin, ami kémiai felépítése és kis mérete miatt a lánc korlátlan forgását teszi lehetővé.

Az imino (prolin és hidroxiprolin) (4. kép) és a semleges aminosavak (melyek csak hidrogént és szenet tartalmaznak oldalláncukban), inkább a molekula közepe felé koncentrálnak, a poláris és ionizálható savas és bázikus aminosavak pedig a molekula két végén. Ez az elrendeződés elősegíti a fehérjelánc spirállá csavarodását, a hélix-formációt. Az egyes fehérje alapláncok hármas spirálakká kapcsolódnak össze, ezeket nevezik tropokollagénnek vagy kollagén molekulának, majd a hármas spirálok kis eltolással egymás mellé rendeződnek, így létrehozva a bőrt felépítő mikro fibrillákat és fibrillákat (5. kép).

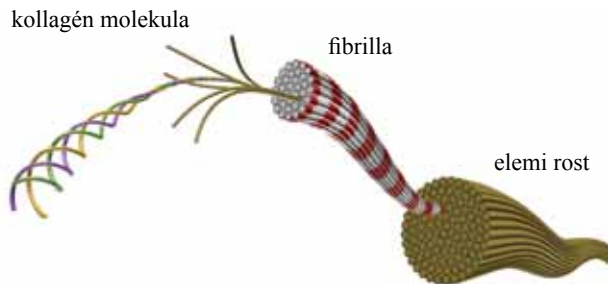
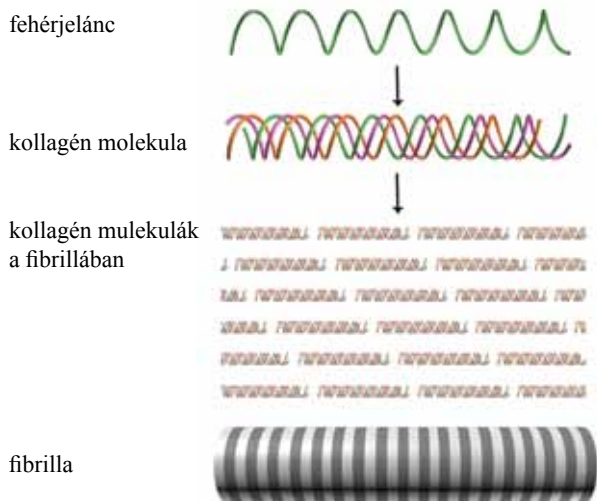
Ebben az elrendezésben az egyik molekula poláris és ionizálható csoportjai közel kerülnek a szomszéd molekula hasonló egységeihez, amorf területeket képezve. Azok



4. kép. A glicin, prolin és hidroxiprolin képlete.

³ Haines 1999. pp. 4–6.

⁴ Vermesné – Fekete 1983. pp. 11–44., Haines 1999. pp. 10–18., Kissné Bendefy 1990. pp. 11–17.



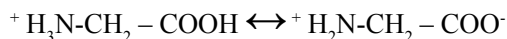
5. a-b. kép. A nyersbőr felépítése a fehérjelánctól a rostkötegig (grafika: Gerlei Katalin).

a szakaszok pedig, amelyek gazdagabbak kis, nem poláris és imino-sav csoportokban, a kristályosabb területeket alkotják. A kristályosság a polipeptid láncok szoros sorban állásának és a háromdimenziósan rendezett struktúrájának köszönhető. A láncok között erős keresztkötések – kovalens-, só- és hidrogénkötések – stabilizálják a szerkezetet.

Ha a kollagént a hidrogénhidak kötési energiájánál magasabb hőmérsékletre (az úgynevezett zsugorodási hőmérsékletre) hevítik, azok felszakadnak, a nyújtott, spirális szerkezet fellazul, a kristályosság szétrombolódik. Ha a melegítés víz jelenlétében történik, a kollagén zselatinálódik, vagyis vízben oldható enyvvé válik. Mivel a zsugorodási hőmérséklet értékét a bőrök cserzésén túl azok kémiai stabilitása is befolyásolja, mérésével információt kaphatunk lebomlásuk mértékéről.⁵

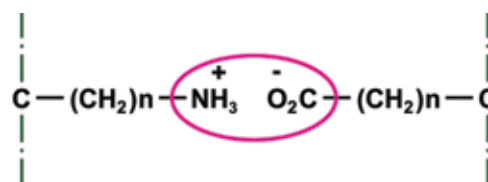
A kollagén ikerionos szerkezete

Az aminosavakban jelenlévő két, ellentétes kémhatású csoport a molekulának amfoter (sav-bázis) tulajdonságot biztosít. Ennek köszönhetően egyaránt válhat pozitív és negatív töltésű ionná, aszerint, hogy annak a közegnek, amibe helyezzük, milyen a pH-ja (ikerionok képződése):



Ugyancsak ikerionokat képeznek a fehérjék oldalláncában lévő $-\text{COOH}$ (karboxil) és $-\text{NH}_2$ (amino) csoportok is. Ilyenkor azonban nem ugyanazon az aminosavon belül, hanem két szomszédos polipeptid lánc $-\text{COOH}$ illetve $-\text{NH}_2$ csoportjai között jön létre az ikerionos állapot (6. kép).

Az előbbi átalakulások alapján tehát a fehérje savas közegben pozitív, lúgos közegben negatív töltésűvé válik. Azt az állapotot, amelyben a molekula pozitív és negatív töltéseinek száma teljesen egyenlő, izoelektromos állapotnak, azt a pH értéket, amelynél ez az állapot bekövetkezik, izoelektromos pontnak nevezik. Az anyag ezen



6. kép. Sókötés a fehérje alapláncok oldalláncain lévő amino- és karboxil csoportok között.

a ponton a legstabilabb, mivel oldhatósága, duzzadása ilyenkor a legkisebb. A legtöbb fehérje izoelektromos pontja savas tartományban, a kollagéné 5,5 körül van. Az oldalláncokban végbemenő minden változás, amely a bázikus és savas csoportok arányát megváltoztatja, az izoelektromos pontot is eltolja. A fenti érték a bőrgyártás különböző fázisaiban, meszezés, cserzés során, sók hozzáadására, zsírozószerekkel vagy színezékekkel való kezelésre a kollagénnél is megváltozik.

A bőr és a víz kapcsolata

Egyensúlyi állapotban az áztatott kollagén 2/3 része víz, és csak 1/3 része szárazanyag. Víz tartalma egyrészt fizikai erőkkel, másrészt molekuláris, kémiai erőkkel kötődik. A készbőrnek ahhoz, hogy természetes hajlékonyságát megtartsa, szüksége van kb. 12% víztartalomra a rostok között. Ez természetes lágyítóként bizonyos mértékig távol tartja egymástól a molekulákat, ezzel csökkenti a szoros összetapadás lehetőségét.

Vízben történő áztatás során a cseretlen bőr rostjainak vastagsága növekszik, hosszirányban viszont rövidülnek. A duzzadás mértékét az oldószer, a pH, a hőmérséklet és elektrolitok, vagy más vegyi anyagok jelenléte is befolyásolhatja. Savak és lúgok hatására ez a változás erőteljesebb, mint a bőr számára semleges közegben. Ha a duzzadt kollagénrostokat szárítjuk, a vízvesztés következtében vékonyodnak és 1–5%-kal megrövidülnek.

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

A cserzetlen bőr és a pergamen gyártása

A cserzetlen bőr és a pergamen sok szempontból hasonló, készítésükben, és ebből fakadóan tulajdonságaikban is, van azonban néhány jellegzetes különbség.

A *cserzetlen bőr* hússolt, többnyire szörtelenített nyersbőr. A készítési technológia vidékenként és kultúránként igen eltérő lehet, és pontos lépései – a pergamentől eltérően – nem eléggé dokumentáltak. A legegyszerűbb készítési mód, hogy a frissen lenyúzott állatbőr húsoldaláról még nedvesen, kaparással eltávolítják a hájas réteget, de ezt gyakran mosás, áztatás is megelőzi. Alkalmanként meszeztést, biológiai erjesztést alkalmaznak a bőr feltárására, valamint a szőr és a hájas réteg eltávolításának elősegítésére. Enyhe felületi kezelés is előfordul, ami részben cserző hatású is lehet (növényi levelekkel történő átkenés, tűz feletti formázás, stb.). Mivel a nyersbőr jellegzetes tulajdonsága, hogy vízben feláztatva teljesen képlékenynyé válik, a végső alakot nedvesen hozzák létre. Keretre vagy valamilyen belső magra rögzítik a bőrt, majd ebben a formában szárítják meg. A víz elpárolgása során erősen összehúzódik, így kifeszül, és teljesen felveszi a kívánt alakot. Ez a tulajdonsága teszi alkalmassá arra is, hogy a belőle készült csikok segítségével szoros kötést hozzanak létre pl. primitív szerszámok nyél-rögzítésén vagy a tiszafüredi típusú nyereg vázán.⁶

A *pergamen eredetéről* és készítésének módjáról sokkal több adat áll rendelkezésünkre. Elnevezésének története közismert ifj. Plínusz leírása alapján. Ezek szerint a pergamengyártás bölcsője a hellenisztikus Pergamon volt a Kr.e. 2. század környékén, II. Eumenes király uralkodásának idején, mikor az Egyiptom által bevezetett papirusz-kiviteli tilalomra válaszként találták fel ezt az új alapanyagot. Az elnevezés valóban onnan eredhet, azonban az állati bőrok íráshordozóként való felhasználása ennél sokkal régebbre nyúlik vissza. Az egyik legkorábbi, máig fennmaradt bőr, melyet feszítve szárítottak meg, és felületét egyenletessé, simává alakították, egy a Museum of Cairo-ban őrzött, Kr.e. 2400 körüli időkből származó kézirat, de számos hasonló Kr.e. 2400 és 200 közötti töredék is ismert.⁷ Ezeknek pontos készítési módjáról nincs leírás, de vizsgálatuk alapján annyi tudható, hogy szárításuk kifeszítve történt, és gyakran növényi kivonatokkal is átkenték a felületüket, melyeknek lehetett enyhe enzimatikus vagy cserző hatása a nyersbőrökre. A szőrt eltávolították, de a húsoldalt nem dolgozták ki alaposan, ezért az írás mindig a sima színoldalra került.⁸

Ma pergamen elnevezés alatt olyan meszezett, hússolt, szörtelenített, cserzetlen nyersbőrt értünk, melyet kifeszítve szárítanak, és felületét hántolással, kaparással egyenletessé, simává alakítják. Az így készült anyag átlátszatlan, lágy, vékony, bársonyos tapintású és köny-

nyen hajlítható.⁹ Készítésének módjáról a középkortól kezdve több írott dokumentum is beszámol, ezek szerint a felhasznált anyagokban és az egymást követő lépésekben kevés az eltérés. Olyan receptek, melyekben már a meszes fürdőben való áztatást is megemlítik, a 8. századból ismertek.¹⁰ A pergamen elsősorban íráshordozóként kapott szerepet, de e finom felületű, hajlékony, ugyanakkor szívós anyagot könyvkötésre, dobozok borítására, legyezők készítésére, és számos más célra is felhasználták.

A pergamenkészítés lépései¹¹

A romlandó nyersbőrt, ha a nyúzás után nem dolgozták fel azonnal, átmenetileg szárítással vagy sózással tartósították. A gyártás első lépéseként hideg vízbe merítve áztatták kb. 48 órára, hogy kioldódjanak a szennyeződések, és újrահidratálódjon a bőr. A folyamatot óvatos mozgással gyorsíthatják. A következő lépés a 3–10 napig (hideg időben akár hosszabb ideig) tartó meszes áztatás volt. A bőroket oltott mészből készült szuszpenzióba helyez-



7. kép. Pergamenkészítés napjainkban hagyományos eljárással. A kép Kovács Péter restaurátor műhelyében készült (fotó: Kovács Péter).

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.

¹⁰ Reed 1972. p. 33.

¹¹ Reed 1972. pp. 118–173., Haines 1999. pp. 19–27., Kissné Bendefy – Beöthyne Kozocsa 1992. pp. 34–36.

ték, ahol a lúgos közeg fellazította a szőrt és a felhámot. Az ily módon előkészített irháról tímártóként eltávolították a szőrt és a hájas réteget. Szőrtelenítés után a bőrt általában még pár napra visszatették a mészfürdőbe, majd egy vagy két napig vízben mosták.

A pergamen minősége a száradás gondos szabályozásától függ. A bőrt mosás után egy keretre rögzítették úgy, hogy lehetőség legyen a feszítés szabályozására. A nedves póre¹² szélén körben néhány centiméterenként egy kis sima kavicsot vagy rongyból, papírból készült golyót tekertek a puha bőrbe, és az így készült bütyköt zsinórral a fa kereten lévő, állítható feszítő cövekekhez, vagy közvetlenül a kerethez rögzítették. Még a szárítás megkezdése előtt a bőr mindkét oldalát erőteljesen lekaparták egy íves, félhold- vagy kör alakú késsel (7. kép).

Ez alatt ismételt vizezéssel folyamatosan nedvesen tartották a póret. Az eljárás során rendszeresen újrafeszítették a cövekek segítségével, míg meg nem száradt a levegőn. A szárítás mértékét szabályozni kellett, mert a közvetlen napsugárzásnak vagy gyors légmozgásnak kitett pergamen károsodhatott a magas hőmérséklet vagy a túl gyors vízvesztés következtében.

Száradás után a bőr vastagabb területeit a húsoldal felől lehántolták az íves kés segítségével, hogy egyenletes keresztmetszetű lapot kapjanak. Hacsak nem könyvkötésre készítették, a barkaoldalt is lekaparták, hogy annak fényes felületét eltüntessék, mert a magas fény nem volt kívánatos az írópergameneknél. Hántolás után a száraz lap felületét szükség esetén még homokkövel, habkövel csiszolva tették egyenletesebbé. A keretről lebontva méretre vágták, az írásra szánt darabokat krétaporral bedörzsölték, majd préseléssel biztosították a lapok simaságát.

A cserzetlen bőrben és a pergamenben gyártás során végbemenő változások

Cserzetlen bőr

A szőrtelenített nyersbőrnek csupán 25%-át teszi ki a kollagén (a kötőszövetet felépítő fehérje), 60%-a azonban víz. A fibrillák közötti teret teljes egészében egy folyadék vagy plazma tölt ki, amiben kismolekulájú fehérjék és más, elsősorban szerves anyagok találhatóak, melyeknek egy része kémiai úton is kötődik a kollagénhez. Ha ezeket nem távolítják el a bőrből, a belőle készülő termék kemény és rugalmatlan lesz. Az 1980-as években végzett kutatások során kimutatták, hogy e nem kollagénszerű vegyületeknek marhabőrből történő, szinte tökéletes eltávolításához mozgás nélkül 2 napos sóoldatban végzett áztatás és 8 napig tartó meszezés volt szükséges.¹³ Biztos,

hogy vékonyabb bőrök esetén rövidebb idő is elég lenne a folyamathoz, de cserzetlen bőrök készítése során ritka az ilyen erőteljes kémiai beavatkozás. Ha alkalmaznak is áztatást, meszes vagy erjesztéses feltárást, az rövidebb ideig tart. Ennek következtében a bőrben több-kevesebb mennyiségben visszamaradó anyagok száradás után általában keményvé, merevvé és áttetszővé teszik a cserzetlen bőrből készült tárgyakat.

Pergamen¹⁴

A cserzetlen bőrrrel ellentétben a nyersbőr átalakítása pergamenné jelentős fizikai és kémiai változásokat hoz magával a rostos szerkezetben és magában a kollagén molekulában is. A felhám, a szőr, a hájas réteg és a zsír a kb. 8 napig tartó meszes feltárás során fellazul, és lehetővé válik ezek mechanikus eltávolítása (részben a tímártóként, részben a kereten történő kaparásakor.) A meszezés másik hatása, hogy a nem kollagénszerű összetevők feloldódnak vagy átalakulnak, és a soron következő vizes áztatáskor szinte teljesen kimosódnak a bőrből.

A borjú- és kecskebőrök faggyúmirigyeiben lévő zsiradékot szőrtelenítéskor a tőkén, illetve a keretre feszített állapotban végzett kaparás során kinyomják a rostok közül. A nagyobb mennyiségű faggyút tartalmazó barkás juhbőrök felületére mézspépet kennek, ez száradás közben kivezeti a zsiradékot a mélyebb rétegekből is.

A meszezés utáni mosással nem távolítják el az összes meszet, az optimális esetben 1,6%-nyi mennyiségben kalcium-karbonát kristályok formájában visszamarad a fibrillák között. A mézrészecskék hozzájárulnak a pergamen hajlékonyságához, mivel száradás után távol tartják egymástól a rostokat. A részecskék fehér színe és az a tulajdonságuk, hogy szórják a fényt, a pergament fehérré és átlátszatlaná teszi.

Ahhoz, hogy a nyersbőrt vékony, sima és viszonylag feszes lappá formálják, a rostszövet irányítottságát drasztikusan át kell alakítani. Ennek során a recésréteg rostjainak a felülethez képest körülbelül 45°-os szögben futó, természetes összeszővődését párhuzamosan rétegezett szerkezetté változtatják a feszítés segítségével. Ahhoz, hogy a struktúra ilyen jelentős mértékben szétfeszíthető legyen, jóval nagyobb feltárás szükséges, mint amit a cserzett bőrök készítése igényel. A méz erősen lúgos kémhatása (12,5 pH) következtében végbemenő töltés-változásoknak és kémiai reakcióknak az eredményeképpen a só- és hidrogén keresztkötések száma csökken mind a molekulán belül, mind a molekulák között. A kollagén ennek következtében bizonyos fokig destabilizálódik, amit zsugorodási hőmérsékletének csökkenése is jelez, 65°C-ról 60 vagy hosszabb meszezéssel 55°C-ra (1. táblázat).

¹² Pöre: a meszezés után szőrtelenített, hússolt bőr.

¹³ Haines utal a British Leather Manufacturer's Association 1984-es laboratóriumi beszámolójára. Felhívja a figyelmet, hogy bár Reed a pergamen átlátszatlanságának és tömött fogásának mértékét még a rostokat összeragasztó, kismolekulájú fehérjéknek tulajdonítja, de az említett kutatás azt mutatja, hogy az áztatás és a meszezés szinte tökéletesen kioldja ezeket a bőrből. Haines 1999. p. 27.

¹⁴ Haines 1999. pp. 22–27.

1. táblázat: A kollagén zsugorodási hőmérséklete különböző módon feldolgozott bőrök esetén¹⁵

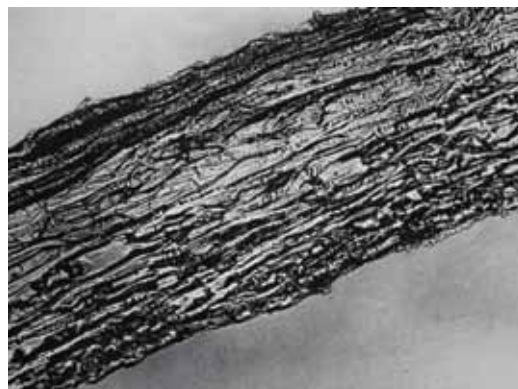
Anyag	Zsugorodási hőmérséklet
Oldható kollagén	35°C
Friss nyersbőr	65–67°C
Meszezett bőr	50–60°C
Új pergamen	55–56°C
Olajos cserzés	50–63°C
Timsós cserzés	50–63°C
Formaldehid cserzés	63–73°C
Növényi cserzés	75–88°C
Krómcserezés	több mint 100°C

Lúgos körülmények között erőteljesebben duzzad, mint semleges kémhatású közegben. A duzzadás során kialakuló feszültség fizikailag tovább gyengíti a kereszt-kötések csökkenése miatt amúgy is egyre lazább szerkezetű bőrt. Ebben a stádiumban kerül sor arra, hogy a pőrét keretre rögzítsék. A rostszerkezet általános lazulása lehetővé teszi, hogy a fesztítés párhuzamosan rétegelt formába rendezze át a szövédéket (8. kép). Ennek az elrendezésnek köszönhető, hogy a pergamen – a bőrrel ellentétben – kézzel is könnyen rétegekre hasítható.

A szárítás az egész folyamat legkritikusabb állomása, és meghatározza a termék végső minőségét. A cél az, hogy legyen az anyagban némi szabad tér, ami biztosítja a hajlékonyságot és átlátszatlanságot, de szükség van a rostok bizonyos fokú összetapadására is, hogy vékony, sima és szilárd lap keletkezzen a duzzadt nyersbőrből.

A víz nagy felületi feszültségének köszönhetően, ahogy a víztartalom elpárolog a belső kapillárisokból, a feszültség egymás felé húzza azok falát. Fesztítés nélkül ez olyan mértékű lehet, hogy a fibrillák felülete szorosan összetapad, és száradás után a bőr keménnyé és áttetszövé válik. A pergamen akkor lesz megfelelően hajlékony és átlátszatlan, ha annyira kifeszítik a kereten, amennyire csak lehetséges. A fesztítés kiszorítja a nagyobb belső terekben lévő víz nagy részét, csökken az összetapadás kockázata száradás közben, ennek következtében marad némi szabad belső tér. A rögzítésnek köszönhetően száradáskor a rostok hosszirányban nem tudnak rövidülni, hanem keresztmetszetük csökken a víz elpárolgásával. Ez az átalakulás segíti elő a vékony, lapszerű anyag kialakulását. A régi, pergamenkészítéssel foglalkozó receptek hangsúlyozzák, hogy a szárítást lassan kell végezni. Minél gyorsabb a száradás, annál nagyobb a zsugorodás és a kialakuló feszültség. Így egy gyorsan szárított bőr áttetszövé válhat akkor is, ha teljesen ki van fesztítve.

Összegezve az átlátszatlanság, a szín és a tömött fogás mértéke a kész pergamennél attól függ, hogy mennyi meszet tartalmaz, és hogy mennyire tapadnak össze



8. kép. A bőr rostkötegeinek párhuzamos elrendeződése fesztítés hatására. Pergamen keresztmetszetének mikroszkópos felvétele (Reed 1972. 296).

a szomszédos fibrillák és rostok a belső szerkezetben. A megfelelő módon készített, jó minőségű pergamen száradás utáni összetétele: 85,4% kollagén, 13% víz, 1,6% mész maradék.¹⁶ Az ilyen anyag vékony, fehér, hajlékony, átlátszatlan, kiválóan megfelel íráshordozónak, könyvkötésnek vagy más értékes műtárgyak alapanyagának.

A restaurálásban használt kollagén alapú anyagok, ragasztók

A károsodott pergamenek és cserzetlen bőrök restaurálása során gyakran szükség van valamilyen vékony, átlátszó lap-anyagra a lyukak és szakadások javítására, vagy az egész lap alátámasztására. Ilyenek az aranyverő-hártya és a mesterségesen előállított műbél hárták. Mivel mindkét anyagfajta kollagénből áll, nagyon hasonlóan reagálnak a vízre és a légnedvesség változásaira, mint a pergamen.

Az *aranyverő hártya* (*marhavakbél hártya*) a vakbél külső falából készül (9. kép). Teljesen átlátszó, színtelen, ezért kiválóan alkalmas írott felületek javítására is. Készítése során a vakbél külső falát leválasztás után vízzel mosás, lúgos (kálium-hidroxid) oldatban áztatják, a felületét késsel kaparva tisztítják, vízzel átmoszák, végül keretre fesztítve szárítják.¹⁷

A *műbelek* a marhabőr húsoldali hasítékából készülnek, őrlés majd extrudálás során (10. kép). A gyártás során az a cél, hogy megtartsák a kollagén rostszerkezetét, úgy, hogy közben egy minimális mennyiség zselatinná degradálódjon, ami ragasztóként összetartja az őrléssel szétszabdalt rostokat. Mivel rövidebb szálcscskákat tartalmaznak, kisebb a szakítószilárdságuk, mint a természetes hártáknak. Adott méretekben készülnek, ez meghatározza a javítható, alátámasztható felület kiterjedését is. Nem olyan átlátszóak és színtelenek, mint a marhavakbél hártya, ezért pergamenek javítására kevésbé alkalmasak, de cserzetlen bőrből készült tárgyak megerősítésére

¹⁵ Chahine – Rottier 1999. p. 152.

¹⁶ Haines 1999. p. 23.

¹⁷ Reed 1972.



9. kép. Marhavakbél hártya (jobb oldalon) és a vele beborított pergamentőredék, melyen tökéletesen olvasható a rá nyomtatott szöveg (bal oldalon) (fotó: Nyíri Gábor).



10. kép. Különböző méretű, kereskedelmi forgalomban kapható műbélhárták (fotó: Nyíri Gábor).

nagyon jól használhatóak. Restaurálási célra történő felhasználás előtt meszes vízben áztatással majd mosással javítani lehet a hajlékonyságot, alakíthatóságot, alkohollal, acetonnal áttörölve pedig stabilabb ragasztást érhetünk el.¹⁸

Két olyan ragasztó van, ami kollagénből származik, és a pergamenrestaurálásban alkalmazzák, ezek a pergamenenyv és a zselatin. A cserzetlen bőrök ragasztására a bőrnyv is alkalmas lehet bizonyos esetekben.

A *pergamenenyvet* már a középkorban is használták annak érdekében, hogy a gyenge pergameneket megerősítsék, vagy az anyaghibákat kijavítsák. Úgy készült, hogy finom pergamendarabokat vagy a lehántolt hulladékot hideg vízben áztatták, majd hosszú ideig forralták, míg a víztartalom az eredetinek a kétharmadára csökkent. Ennek során az anyag különböző szintű szétesésen megy keresztül, és a végtermékben megtalálhatók duzzadt, hidratált kollagén fibrillák és zselatin is. A szálacskák jelenléte nagyobb töltő tulajdonságokat ad ennek az enyvfajtának, mint amilyennel a zselatin rendelkezik, és ahogy azt korábbi évszázadokban pergamenenyvvel ragasztott pergamenek esetében látni lehet, természetes öregedés után is hajlékonyabb marad, mint az utóbbi.¹⁹

A *zselatin* készítésekor nem csak a fibrilla, de a molekula is széttördelődik, amíg csak egyedülálló, aminosavakból álló fehérjeláncok maradnak belőlük. Ezt normál esetben úgy érik el, hogy a nyersbőrt vagy más, kollagént tartalmazó anyagot hosszú, meszes vagy ecetsavas kezelésnek tesznek ki, majd melegítik. Lehülés után, a láncok képesek újraprendeződni, és az oldatból gél lesz.²⁰

Az egyedülálló fehérjeláncok képessége arra, hogy kereszt-kötéseket hozzanak létre, és újra hármasspirálokat alkossanak, megmarad a száraz zselatinban is. Ez az oka annak, hogy néhány esetben az öregedett ragasztót nehéz újranedvesíteni.

A cserzetlen bőr és a pergamen tulajdonságai

A *cserzetlen bőrök* rostszerkezete a felhasználástól függően eltérő lehet. Azokban, amelyeket keretre vagy magra feszítettek, a rostszövetek irányítottsága a pergamenhez hasonlóan megnő, de attól eltérően, áttetszőek. Felületük tömör, sima, sokkal keményebb, merevebb a cserzett bőrnél. Rostjaik másodlagos kötésekkel kötődnek egymáshoz, de a közöttük lévő térben jelen vannak a nem-kollagénszerű, kismolekulájú anyagok is, melyek teljesen kitöltik a belső tereket, így nem engednek szabad elmozdulást a rostszerkezeten belül. Cserzőanyagokat nem tartalmaznak, ezért nagyobb a vízfelvételük, mint a cserzett bőröknek, és nagyon fogékonyak a relatív légnedvesség változásaira. Egy tárgy formája eltorzulhat, vagy akár el is repedhet, annak a feszültségnek a következtében, amit a száradás közben összehúzó nyersbőr okoz. Zsugorodási hőmérsékletük új állapotban 65°C körül van, ezen a hőmérsékleten víz jelenlétében visszafordíthatatlan károsodást szenvednek.

A *pergamenre* jellemző a feszített, párhuzamos rostszerkezet és az átlátszatlanság. Felülete tömör, sima, keményebb, merevebb a cserzett bőrnél, de lágyabb, hajlékonyabb, mint a cserzetlen. Rostjai másodlagos kötésekkel kapcsolódnak egymáshoz, de vannak szabad belső terek is, melyek levegővel telítettek. A fibrillák között kb. 1,6% mészmareadék található finom szemcsék formájában, ennek következtében a pergamen pH-ja 7–8 körüli, tehát enyhén lúgos a kémhatása. Mivel cserzőanyagokat nem tartalmaz, nagyobb a vízfelvétele, mint a cserzett bőröknek. Állapota az 50–55% külső relatív légnedvességgel egyensúlyban fenntartható 12–14% belső nedvességtartalom mellett ideális. Zsugorodási hőmérséklete újonnan 55–56°C körül van. Ez az érték nem csak a cserzett bőrkénél, hanem még a nyersbőrénél is alacsonyabb, ami arra utal, hogy a pergamen nedvesség jelenlétében rendkívül sérülékeny.

¹⁸ Haines 1999. p. 30.

¹⁹ Reed 1972.

²⁰ Nguyen 2007. pp. 17–19.

A pergamen és a nyersbőr károsodása

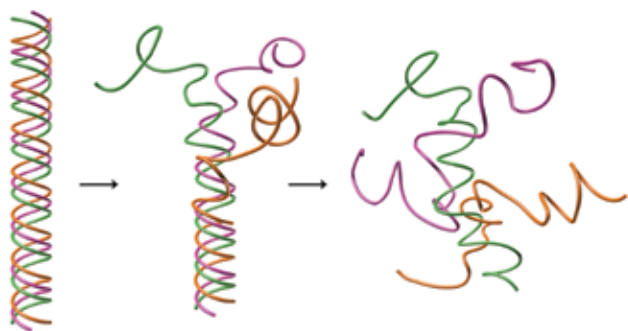
A pergamenre és nyersbőrre jellemző kémiai lebomlási folyamatok

A bőrben lezajló károsodások alapvetően három kémiai átalakulásra vezethetők vissza. Ezek az oxidáció, a hidrolízis és a zselatinálódás.

Oxidáció során a kovalens kötések bomlanak fel elektromágneses sugárzás hatására. A folyamatot katalizátorok (fémek, savak, színezékek) jelentősen felgyorsíthatják. Az oxidáció bizonyos aminosavakat bont le, a kémiai változás tehát a fehérjelánc egyes pontjain történik.²¹ A romlás egyrészt szakadást okozhat a láncokban, emellett párhuzamosan változást idézhet elő a szerkezetben is. Ez annak köszönhető, hogy megváltozik az aminosavak polaritása, ami a spirális szerkezetet stabilizálja és a másodlagos kötésekkel biztosítja a fehérjeláncok között.

Hidrolízis esetén kovalens kötések – többnyire a kollagén láncokban lévő peptidkötések – bomlanak fel víz jelenlétében. Ez a szakadás a molekula különböző helyein történhet meg, és következtében kisebb molekulású töredékek keletkeznek.

A *zselatinálódás* kimondottan a kollagén alapú fehérjék jellemző reakciója, mely szintén víz jelenlétében zajlik le. Akkor következik be, ha akkora energia hat az anyagra, ami nagyobb, mint a hármasspirál szoros szerkezetét biztosító hidrogénkötések energiája. Ennek következtében a kötések felszakadnak, a fehérje alapláncok rendezett, nyújtott szerkezete megszűnik, a rostok összezúgorodnak (11. kép). Csak a megmaradó kovalens kötések és a sókötések tartják egyben a kollagén molekulát, és védik meg attól, hogy azonnal feloldódjon.



11. kép. A kollagén szerkezetének változása a zselatinálódás során (grafika: Gerlei Katalin).

A kémiai lebomlási folyamatokat elősegítő környezeti hatások

Ha megvizsgáljuk, mik azok a külső hatások, amik a cseretlen bőr és a pergamen állapotát befolyásolják, és amiknek következtében a fenti három reakció végbemehet, azt találjuk, hogy a legerőteljesebb változásokat a mechanikai behatások, a hőmérséklet, a relatív légnedvesség, az

elektromágneses sugárzások, a savas és oxidáló valamint a katalizáló hatású anyagok okozzák. Ezek önmagukban is hatnak, de többnyire párhuzamosan, egymás hatását felerősítve jelentkeznek.

Mechanikai behatások

A használat (könyvek nyitása, lapozása, oklevelek hajtogatása, legyezők, hangszerek használata, stb.) és a rágsárlók, rovarok által előidézett mechanikai hatások elsősorban fizikai károsodást okoznak (kopás, szakadás, hiányok keletkezése). Ezeken a meggyengült területeken sérül a bőr szerkezetének rendezettsége, a kristályos tartományok helyén amorf területek keletkeznek, melyeken keresztül a környezetben lévő, kockázatot jelentő anyagok (víz, savak, oxidáló anyagok, stb.) könnyebben behatolhatnak a szerkezetbe.

A hőmérséklet és a relatív légnedvesség (RH) hatásai

Mindenekelőtt meg kell jegyezni, hogy a hőmérséklet emelkedése – akár száraz akár nedves körülményekről van szó – mindig növeli a kémiai reakciók sebességét, ezzel felgyorsítja a lebomlási folyamatokat.

Meleg, nedves környezetben (70% relatív légnedvesség felett) megnő a penészgombák és a baktériumok megtelepedésének veszélye, melyek enzimek segítségével hidrolitikusan bontják le a fehérjét, gyengítve annak szerkezetét. Járulékos, de esztétikailag zavaró hatás, hogy bizonyos, a mikroorganizmusok által termelt vegyületek elszínezhetik a műtárgyakat.

Mind a cseretlen bőrnek, mind a pergamennek már új korában is alacsony a zsugorodási hőmérséklete, (ld. 1. táblázat). Öregedés során a kémiai kötések felszakadása ezt az értéket tovább csökkenti, ráadásul nem egyenletesen. Ha nedvesség és magas hőmérséklet együtt éri a tárgyat (mint például vízzel oltott tűz esetén), a kollagén belüli hidrogénkötések felbomlása miatt zselatinálódás lép fel, ami visszafordíthatatlan zsugorodással, torzulással jár. A nagyon erősen lebomlott pergamennek még a párasítása is veszélyes lehet, mert a vízfelvétellel járó hőfelszabadulás elérheti a zsugorodási hőmérséklet értékét és helyi elenyvesedést okozhat a kollagénben.

Az öregedett pergamen és cseretlen bőr vízfelvevő képessége az idő teltével egyre csökken. Hosszasan *száraz körülmények között* (40% RH alatt) tárolva elveszíti kötött víztartalma nagyobb részét, ettől merevvé válhat, deformálódhat. Fokozatosan gyengül az a képessége is, hogy újra nedvességet tudjon megkötni, ezzel egyre inkább rezisztenssé válik a nedvesítéssel, párasítással végzett lágyításra. Ugyanakkor gyorsabban adja le a vizet, mint új korában, száradása rövidebb idő alatt megy végbe.²² Az ismételt gyors nyirkosítás-száradás ciklusok tovább fokozzák a fenti folyamatot.

²¹ Kennedy – Wess 2003. pp. 70–74.

²² Haines 1999.

Elektromágneses sugárzások

Az elektromágneses sugárzások elősegítik a fehérjében szabad gyökök kialakulását, amik fotooxidáció formájában bomláshoz, a fehérje alaplánc felszakadásához, ezáltal a rendezettség és a szilárdság csökkenéséhez vezetnek. Az oxidáció színváltozást, általában sárgulást is okoz. Fotóérzékenyítő anyagok (fém ionok, pl. vas gallusz tinta, színezékek, pigmentek) jelenlétében kisebb energiájú sugárzás is veszélyt jelenthet a műtárgyra.

Savas és oxidáló anyagok

Pergamenen és cserzetlen bőrtárgyakon sav- és oxidálóanyag források elsősorban a különböző légszennyezők (kéndioxid, nitrogén oxidok, ózon, peroxidok), a vas vagy réz tartalmú tinták, pigmentek illetve a csomagolóanyagok lehetnek. A pergamenek a bennük lévő mészes lúgos kémhatásának köszönhetően kissé védettebbek a savas anyagokkal szemben, mint a többi bőrfajta, az erős savak azonban hosszú távon rájuk is veszélyt jelentenek. Ezek víz jelenlétében hidrolízissel vagy a sókötések felbontásával károsíthatják a bőrt. Száraz állapotban inkább katalitikus hatásuk van, a kollagén molekulák alapláncán felgyorsítják az elektromágneses sugárzás következtében végbemenő oxidatív lebomlást.

Természetesen öregített kötések tanulmányozása azt mutatta, hogy a károsodás viszonylag enyhe, amíg a bőr vagy a pergamen pH-ja 3,0 alá nem csökken, ezután viszont felgyorsul. Azt is megfigyelték, hogy ha egy nagyon savas (2,5 pH) bőrt 40% RH-n vagy az alatt tartották, akkor a romlás nagyon lelassítható volt.²³ Ebből a restaurátorok számára az a tanulság vonható le, hogy minél savasabb egy bőr, annál inkább el kell kerülni a nedvességet, így a vizes bázisú semlegesítőszer használata is. Ilyenkor ugyanis a lúgos reagens víztartalma károsítja a bőrt, mielőtt semlegesíthetné a savat. A károsítás itt enyhébb esetben a molekulák közötti sókötések felszakadása, súlyosabb esetben a fehérjeláncokban lévő kovalens kötések bomlása útján történik. Tintamarásos, savas műtárgyak esetében még a párasítás is veszélyes lehet, mert vízfelvételekor elindulhat a savak vándorlása, ami a környező, még ép területek károsodásához vezet.

Pergamenből, cserzetlen bőrből és más kollagén anyagból készült tárgyak csoportosítása

A pergamenből és cserzetlen bőrből készült tárgyakat több szempont alapján csoportosíthatjuk, ilyenek a tárgy funkciója, anyagai, térbeli formája, illetve az őrzés/gyűjtemény típusa (2. táblázat).

A továbbiakban ezt a besorolást alkalmazzuk a tárgy-típusokra jellemző károsodások, restaurálási problémák és megoldások bemutatásakor.²⁴ Alább a fontosabb tárgy-típusok felépítését, anyagainak és jellegzetes károsodásait vesszük sorra.

Hitelesített okiratok

Az oklevelek, címereslevelek, adóslevelek anyaga a 19. századig többnyire írópergamen (hártya), melyet két csoportra oszthatunk. Az északi, főként német nyelvű területeken a pergamen mindkét oldala csiszolt, a barkaréteget eltávolították, a felületet enyhén krétázták. Így bársonyos, puha felületű, világos, két oldalán egyforma lapot nyertek. Az Itáliában készült oklevelekhez olyan pergament használtak, melyen a szörtelenítést sokszor borotválással végezték, a barkát nem távolították el, és ezt az oldalt sárgították (pl. kutyabenge oldattal). A szöveget a húsoldalra írták, amit előzetesen lecsiszoltak és erőteljesen krétáztak,



12. kép. Deformált, kifakult, hiányzó pecsétű pergamen címereslevél (MNM, fotó: Nyíri Gábor).

2. táblázat: Pergament, illetve cserzetlen bőrt tartalmazó jellemző tárgy-típusok

Hitelesített okiratok	Képzőművészeti alkotások	Mozgatható szerkezetű tárgyak	Szerkezetre feszített rezonáló hártyák	Kemény magra rögzített pergamen/ nyersbőr	Viseletek és viseleti darabok díszítései
oklevelek szerződések adóslevelek címereslevelek diplomák	miniatűrök szentképek pasztellképek	könyvek árnyjáték figurák legezők	dobok húros hangszerek	dobozok tokok hintalovak játékfigurák	inuit bélöltözetek kombinált flitterek

²³ Haines 1991. p. 70.

²⁴ A restaurálási eljárásokat lásd a jelen kötetben: Kozocsa et al. pp. 99–116.

mintegy alapoztak. Ezáltal a kész lap írott oldala fehér és nagyon sima, a másik viszont sárgás színű, és sok esetben a bennmaradt szőrtüszők sötét pöttyökként láthatók rajta.

Az oklevelek legjellegzetesebb károsodásai tárolásuk és használatuk módjából származnak. Ezeket ugyanis összehajtva borítékban, tokban tartották, külső felületükre írták később a dátumot, leltári számot, egyéb megjegyzéseket. Emiatt egyenetlen szennyezettség, a hajtási nyúlások okozta deformáció, gyengülések valamint fizikai sérülések jellemzők e tárgy típusra. A kifakult vagy pergő tinta, a repedező, leváló festékréteg és a festék-, illetve tintamarás jelensége, továbbá a hitelesítést biztosító pecsét (többnyire befüggesztett vagy rányomott viaszpecsét) és a befüggesztőanyag (selyem, vagy fémszálas zsinór, pergamen szalag) sérülése vagy hiánya is gyakori (12. kép).

Mozgatható szerkezetű tárgyak

Könyvek

A középkori kódexek lapjainak anyaga írópergamen volt, melyet többnyire mindkét oldalán megcsiszoltak, a barokrétegét eltávolították, majd krétázták és gubacs- vagy koromtintával írtak rá, végül általában tojástemperával

és aranyozással díszítették. A későbbiekben a papírra írt, nyomtatott köteteken találkozunk pergamennel puha, félkemény és keménytáblás kötések borítójaként. Ebbe a típusba sorolhatók az ún. debreceni pergamenkötések, melyek többsége a 18. században készült, festéssel és aranyozással gazdagon díszített vizsgaremek.²⁵ Az írott pergamenlapokat alkalmanként másodlagosan is felhasználták könyvek borítására vagy kisebb darabokra vágva gerinckasírozás és oromszegőalap anyagaként.

A könyvek legjellemzőbb károsodásai a szerkezet használatból eredő sérülései, vagyis a fűzés meglazulása, felbomlása, a nyílás meggyengülése, szakadása, a fatáblák törése, repedése vagy a papírtáblák kopása, sérülése, illetve a borítóanyag szakadása, hiánya. A pergamenborítás deformációja, megkeményedése miatt gyakori a tábla belső oldalára ragasztott előzéktükör szakadása (13–14. kép). Puha pergamenkötések esetén pedig a borítóanyag zsugorodása, sérülése és ennek következtében a lapok széleinek fizikai károsodása figyelhető meg.

Árnyjáték figurák

Több ázsiai országban is szokás volt, hogy árnyjátékkal tették élvezetesebbé az elmesélt történeteket. Az emberi és állati alakokat többnyire cserzetlen bőrlapból, esetleg



13–14. kép. A pergamen borítás deformációja, felválása miatt sérült előzék egy kötetben (OSZK, fotó: Tóth Zsuzsanna).



15–16. kép. Penészfoltok egy török árnyjáték figurán és pergő festék egy indonéz vajang figurán. (Néprajzi Múzeum, fotó: Nyíri Gábor; magántulajdon, fotó: Orosz Katalin).

²⁵ A debreceni festett pergamenkötésekről bővebb információt ld. Rozsondai 2002 és Beöthné Kozocsa 2002.

pergamenből készítették a formák kivágásával. A mozgatható vétagokat cérnával és bőrkorongok segítségével rögzítették. A fogók szaruból vagy fából készültek, ezeket zsinórral vagy növényi szállal erősítették a testhez. Az indonéz és kínai figurák áttörtek, aprólékos, finom stancolásúak, felületük festéssel, aranyozással díszített. A Törökországban készültek egyszerűbbek, kevesebb rajtuk az áttérés, általában színezettek. A tárgy-típus leggyakoribb károsodásai a deformáció, az áttört területek finom részleteinek átszakadása, a festékrétegek és az aranyozás pergése, valamint a mozgó szerkezet sérülése (15–16. kép).

Legyezők

A pergamen az úgynevezett laplegyezők készítésénél volt használatos. Ezek fő részei a – csont, fa, teknőspáncél, szaru vagy műanyag – küllők és a legyezőlap. A küllőket berakással, faragással, aranyozással díszítették és az egyik végükön szeggel összeerősítették. A legyezők általában két lapot tartalmaznak, melyek két oldalról borítják a küllőket és azokhoz ragasztással rögzítettek. Előfordul, hogy mindkettő pergamenből készül, de sokszor az egyik papír anyagú. A legyezőlaphoz nagyon finom, vékony, rugalmas, krétázott, alapozott felületű pergament használtak, melyet festéssel, aranyozással, esetleg nyomtatással díszítettek. A két lapot felső szélük mentén keskeny selyem- vagy papírszegéllyel fogták össze.

A legyezők leggyakoribb károsodásai a használatból eredő fizikai sérülések, melyek a kinyitás és összecsukás közben keletkező súrlódás és feszültségek miatt alakulnak ki. Ilyenek a pergamen és papír meggyengülése, szakadása a hajtási vonalakban, a festékrétegek pergése, kopása, a küllők törése, díszítéseik, valamint a papír- vagy selyemszegély sérülése (17. kép).

Szerkezetre feszített rezonáló hárttyák

Dobok

A bőrral kombinált hangszerek közül a különböző dobok kerülnek leggyakrabban restaurátorok kezébe. A dobok egy szilárd vázból (dobtest) és az arra felfeszített membránból állnak, de lehetnek rajtuk fogó, fém alkatrészek (pl. csörgők) és egyéb díszítőelemek is. A test anyaga és formája nagyon változatos, többnyire fa, fém vagy kerámia, melyre a bőrt ragasztással vagy fűzéssel rögzítik. A membrán anyaga, készítése különböző, attól függően, hogy a világ mely részéről származik a tárgy. Az európaiakon általában pergament alkalmaztak, de a néprajzi gyűjteményekben őrzött afrikai, ázsiai vagy új-guineai dobokon előfordul cápa- vagy varánusz bőr, melyet többnyire nem meszezték, áztattak olyan alaposan, mint a pergament. Ezért a dobbőrök tulajdonságai nagy eltéréseket mutathatnak. Jellemző károsodásaik használatukból, illetve a nedvességtartalmuk változásából erednek, leggyakoribb a szakadásuk, deformációjuk és a dobtesttől történt részleges vagy teljes elválásuk (18. kép).



17. kép. 18. századi legyező pergamenlapjának sérülése hajtásban (MNM, fotó: Nyíri Gábor).



18. kép. Erősen sérült nyenyec sámándob (Néprajzi Múzeum, fotó: Nyíri Gábor).



19. kép. Festett, aranyozott pergamen borítású doboz (Déri Múzeum, Debrecen, fotó: Nyíri Gábor).

Kemény magra rögzített pergamen, nyersbőr

Dobozok, tokok

Az ide sorolható tárgyak külső borítása készült pergamenből, esetleg cserzetlen bőrből, amit általában valamilyen kemény (többnyire fa vagy papír) magra ragasztással rögzítettek. A doboz vagy tok szerkezetétől és nyitásának módjától függ a tárgy jellemző károsodása. A felnyitható tetejű dobozok a könyvekhez hasonlóan a nyílásban és az

éleken sérülnek leggyakrabban. A levehető tetejű tárgyak ott a legérzékenyebbek, ahol egymásra csúszik az alsó és a felső elem. Mindkét típusra jellemzők a felületi sérülések, horzsolások, kopások, szakadások (19. kép).

Hintalovak

A hintalovak úgy készültek, hogy fa vagy papírmásé magra húzták fel a formára szabott, szőrös cserzetlen bőrt, majd ragasztással és varrással rögzítették a részeket. Ezután kialakították a szemeket, füleket és kantárral látták el a lovacskát, végül talpat rögzítettek alá.

Károsodásuk során gyakori, hogy sérülnek a varrások, a bőr elválik az alaptól, szakadt, hiányos, a szőrzet megkopik (20–21. kép).



20–21. kép. Használatból eredő hiányok, károsodások egy hintalovon (magántulajdon, fotó: Nyíri Gábor).

Viseletek

Bélből készült öltözetek

Az inuitok jellegzetes viseleti darabja volt a főkabél köpeny, amit a főka megtisztított, kiszáritott és csikokra vágott beléből varrással készítettek (22. kép). A bélköpeny rendkívül vékony, száraz állapotban nagyon sérülékeny, törékeny. Leggyakoribb sérülései a szakadás, deformáció.



22. kép. Inuit főkabél köpeny, Alaszka. (Museum of Natural Science, Houston forrás: Wikimedia Commons).



23. kép. Kombinált fém fonal mikroszkópos képe (fotó: Járó Márta).

Viseletek díszítései

Ide sorolhatók a viseletek díszítését szolgáló kombinált fémfonalak.²⁶ Készítésükhöz állati belet (hártya) vagy pergament használtak, amit ezüstöztek, majd aranyoztak, végül keskeny szalagokra vágták és len, selyem bélfonal köré tekerték. Az így előállított fonalat beleszőtték a textilbe vagy hímeztek vele annak felületére. E fonalat nagyon vékony rétegek alkotják, melyek könnyen szenvednek fizikai sérülést, a fémrétegek kopása, a fonal szakadása formájában (23. kép). A cserzetlen bél és pergamen szalagok nedvességre érzékenyek, víz jelenlétében erősen duzzadnak, deformálódnak, leválhat róluk a fémréteg.

A 20. század első évtizedeiben elegáns ruhák, legyezők díszítésére gyakran alkalmaztak zselatin flittereket. Ezek formaldehiddel denaturált zselatinlapokból készültek, melyek felületére csillogó réteget (fémport, fémfóliát, festéket) vittek, majd felületi védelemként cellulóz-nitráttal vonták be. A lapokból kivágott flittereket varrták fel a ruhákra, cipőkre, viseletkiegészítőkre. Ez esetben is a kopás, deformáció, elszíneződés, valamint a nedvesség hatására bekövetkező duzzadás okozza a károsodást (24–25. kép).

²⁶ Járó 1988.



24. kép. Flitterekkel díszített 20. századi legyező (Kiscelli Múzeum, fotó: Nyíri Gábor).



25. kép. Ezüsfóliával bevont zselatin flitterek 20. századi legyezőn (Kiscelli Múzeum, fotó: Nyíri Gábor).

Összegzés

A cserzetlen bőr és a pergamen felhasználása számos esetben előnyösebb a cserzett bőrénél. Feldolgozásuk jóval kevesebb időt és költséget igényel, nedvesen kiválóan alakíthatók és formára húzva száradás után tökéletesen felveszik a kívánt alakot. Anyaguk zárt szerkezetű, jól rezonál, így alkalmasak hangszerek készítésére, és tömött szerkezetüknek köszönhetően kopásállóságuk is számottevő. Vékonyak, jó tartásúak, emiatt – különösen a pergamenek – kiváló íráshordozók.

Számos vonzó tulajdonságuk mellett azonban tisztában kell lennünk azzal, hogy sok szempontból sérülékenyebbek cserzett társaiknál. Mivel nem tartalmaznak cserzőanyagokat, gyorsabban és nagyobb mennyiségű vizet képesek megkötni. A feszített rostszerkezetüket stabilizáló másodlagos kötések akár a relatív légnedveség változásaira is felszakadhatnak, deformációt, magasabb hőmérsékleten visszafordíthatatlan zsugorodást,

zselatinálódást okozva. Víz jelenlétében könnyen végbe-mehet hidrolízis is, melynek során a fehérjeláncban lévő elsődleges kötések bomlanak fel, csökkentve az anyag szilárdságát. A pergamen kéziratok a rajtuk lévő tinták, pigmentek hatására fokozottan érzékenyek az elektromágneses sugárzásokra is, melyek fotooxidáció útján bontják meg a kovalens kötések. Alapanyaguk felépítése, a feldolgozásuk során kialakuló fizikai és kémiai szerkezet alapvetően befolyásolja viselkedésüket, nem csak a gyűjtemények polcain vagy kiállítási vitrinekben, hanem a restaurálás során is.

IRODALOM

- A bőrgyártás technológiája. (1965) Szerk. Vermes Lászlóné. Budapest, Műszaki Könyvkiadó.
- BEÖTHY-NÉ 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.
- 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 Learther 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.
- KENNEDY, Craig J. – WESS, Tim J. (2003): The structure of collagen within parchment – A review. In: Restaurator 24. pp. 61–80.
- KISSNÉ BENEDEFY Márta – BEÖTHYNÉ KOZOCSA Ildikó (1992): A bőr és a pergamen felépítése, gyártása, tulajdonságai, károsodása és vizsgálata. Budapest, Országos Széchényi Könyvtár. p. 53.
- KISSNÉ BENEDEFY Márta (1990): Bőr anyagtan restaurátoroknak. Budapest, Központi Múzeumi Igazgatóság.
- KOVÁCS Petronella (2010): Zsugorodási hőmérséklet – a bőrök lebomlási fokának értékmérője. In: Műtárgyvédelem 2009/34. Magyar Nemzeti Múzeum. pp. 83–97.
- 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.
- NGUYEN, Thi-Phuong. (2007): A zselatin, mint ragasztóanyag. In: Műtárgyvédelem 32/2007. Magyar Nemzeti Múzeum. pp. 15–22.
- REED, Ronald: Ancient Skins, Parchments and leathers. London, Seminar Press, 1972.
- ROZSONDAI Marianne (2002): A festett pergamenkötések helye az európai kötetéstörténetben. In: Debreceni festett pergamenkötések, Szerk.: Krankovics Ilona, Déri Múzeum, Debrecen. pp. 16–30.
- TORMA László – FÁBIÁN Mária – ÉBER Tamás – DIÓS Márta – SZÖLLŐSY Gábor (2003): A bőrművesség. Oktatási segédanyag, CD. Budapest, Hagyományok Háza.
- VERMES Lászlóné – FEKETE Kálmán (1983): A nyersbortól a készbőrig. 1–2. köt. Budapest, Műszaki Könyvkiadó.
- WOODS, Christopher S. (2006): The conservation of parchment. In: Conservation of leather and related materials. Ed.: Marion Kite – Roy Thomson. London, Elsevier. pp. 200–224.

Beöthyné Kozocsa Ildikó
Papír- és könyvrestaurátor
E-mail: ildiko.beothy@gmail.com

Érdi Marianne
Könyv-, papír- és bőrrestaurátor művész
Osztályvezető
Országos Széchényi Könyvtár
Restauráló- és Kötészeti Osztály
E-mail: erdima@oszk.hu

Kissné Bendefy Márta
Vegyész-üzemtechnikus, bőr szakrestaurátor
Magyar Nemzeti Múzeum
Tel.: +36-1-323-1416
E-mail: kissne.bendefy@gmail.com

Orosz Katalin, DLA
Papír-bőrrestaurátor művész
Magyar Nemzeti Múzeum
Tel.: + 36-1-323-1416
E-mail: oroszkata.rest@gmail.com