

Pergamenből és cserzetlen bőrből készült tárgyak restaurálásának lehetőségei, a kezelés hatása a műtárgyakra

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

Bevezetés¹

A budapesti Egyetemi Könyvtár pánccélszekrényeiben hosszú éveken át őriztek 35, különböző mértékben sérült kódexet, köztük 12 corvinát. Ezeket a 14–15. századi pergamen- és papírkéziratokat Buda elfoglalása után vitték magukkal a törökök Konstantinápolyba. A kedvezőtlen körülmények között tárolt kódexek átnedvesedtek, penészgombák, baktériumok, rovarkártevők támadták meg azokat. A 35 kötetet 1877-ben II. Abdul Hamid szultán adta vissza a budapesti ifjúságnak, így kerültek az Egyetemi Könyvtárba.² A kódexek visszatérésük előtt „gyorsjavításon” estek át: a törökök a bizonyára megrongálódott eredeti kötéseket lebontották, és új bőrkötéssel látták el a könyveket. Az Egyetemi Könyvtárban a kódexek állapota feltehetően tovább romlott, a pusztulás jelei mutatkoztak, és féltő volt, hogy ez a nemzeti kincs hamarosan megsemmisül. A Művelődési Minisztérium megbízásából az Országos Széchényi Könyvtár Restauráló Laboratóriumának restaurátorai több intézménnyel³ együttműködve 1983-ban kezdték meg az ún. „Corvina programot”, ami a pergamen vizsgálati lehetőségeinek feltérképezését, a kötetek legmegfelelőbb restaurálási módszereinek kidolgozását tűzte ki célul. A vizsgálatok és kísérletek a fertőtlenítésre, a színes anyagok és fémfóliák rögzítésére, a pergamen megerősítésére és kiegészítésére irányultak. Ekkor kísérletezték ki a pergamenöntéshez használt pép egy új receptjét, melynek alkalmazását Európa-szerte magyar módszerként ismerik.⁴ A program eredményeként 31 pergamen kódex⁵ restaurálását végezték el az OSZK és az Egyetemi Könyvtár restaurátorai.⁶ A hetvenes és

nyolcvanas években a bőrből készült néprajzi és történelmi tárgyak restaurálásának területén több elméleti és gyakorlati eredmény született. Az azóta eltelt harminc év sok új gondolatot, tapasztalatot hozott, ezért érdemes ismét számba venni a pergamen és cserzetlen bőr restaurálásának helyzetét, módszereit, összegezni mai ismereteinket és az elmúlt évek kutatási eredményeit. Jelen cikkben az iparművészeti restaurátorok egyetemi képzése során a hallgatókkal végzett munkára és szakirodalmi kutatásra, ezáltal más kollégák tapasztalataira is támaszkodunk. A pergamenből és cserzetlen bőrből készült főbb tárgytípusok fontosabb restaurálási problémáiról és a restaurálás során alkalmazható anyagok, eljárások előnyeiről, hátrányairól igyekszünk képet adni.

A restaurálás célja, etikai megfontolások

A pergamen és nyersbőr tárgyak többsége levéltárak, múzeumok, könyvtárak gyűjteményeiben található, de természetesen magántulajdonban is előfordulnak. A restaurátori beavatkozásokat a tárgy állapotán és anyagain kívül befolyásolja, sokszor meghatározza a gyűjtemény típusa és a későbbi bemutatás, vagy használat célja és módja. Ezért először mindig a tárgy restaurálásának, konzerválásának célját és mértékét kell meghatározni, lehetőleg a tulajdonossal, muzeológussal, könyvtárossal, levéltárossal, művészettörténésszel folytatott konzultáció során.

Levéltári dokumentumok (oklevelek, iratok) esetében alapvető fontosságú az információ sérülés- és veszteségmentes megőrzése, valamint a hitelesség jegyeinek teljes körű megtartása. Természetesen ez akkor is igaz, ha az adott oklevelet könyvtár vagy múzeum őrzi.

Könyvtári könyvek esetében a tárgy fizikai és esztétikai egységének, valamint funkciójának megőrzése kerül előtérbe. A könyvet alkotó anyagok, a szerkezet és a benne foglalt információ megtartása egyaránt fontos. A későbbi használhatóság, nyithatóság biztosítása könyvtári gyűjteményekben általában elvárt követelmény.⁷ E területen is történtek azonban változások, sok kötet csak mikrofilmen vagy digitalizálva olvasható.

¹ Jelen kötetben két, témájukban szorosan összefüggő tanulmányt jelentetnek meg a szerzők, melyeket a könnyebb áttekinthetőség kedvéért külön cím alatt közölnek. Az első a pergamennel és a nyersbőrrel kapcsolatos alapvető fogalmakat és folyamatokat próbálja tisztázni (85–98.), a másik a fenti anyagok restaurálásának lehetőségeit tekinti át (99–118.)

² A kódexek történetéről bővebb információ található: http://konyvtar.elte.hu/letoltesek/Egyetemi_Konyvtar_fuzet.pdf

³ A programot a Bőr- és Cipőipari Kutató Fejlesztő Vállalat, a Papíripari Kutató Intézet, a Textilipari Kutató Intézet, a Fővárosi Közegészségügyi és Járványügyi Állomás, az Eötvös Lóránd Tudományegyetem, a Magyar Nemzeti Múzeum, valamint a Magyar Képzőművészeti Főiskola szakemberei és tanárai segítették.

⁴ Wouters 2000. p. 81.

⁵ 27 az Egyetemi Könyvtár, 4 db pedig az OSZK tulajdonában van. Beöthyné Kozocsa 1991–1993.

⁶ A Corvina programban dolgozó restaurátorok (OSZK): Beöthyné

Kozocsa Ildikó, Ballagó Lászlóné, Czigler Mária, Csillag Ildikó, Farkas Csilla, K. Horváth Ágnes, Lente Zsuzsa, M. Ádám Ágnes, (BEK): Szlabey Györgyi. A programhoz kapcsolódó kutatási eredményeket és kísérleteket ld. Beöthyné Kozocsa 1992.

⁷ Ez a múzeumi könyvtárak köteteire is igaz, azonban a múzeumi gyűjteményekben őrzött könyvekre, mint műtárgyakra már nem feltétlenül.

Múzeumi tárgyak esetében három fő csoportról beszélhetünk: képzőművészeti alkotások, használati vagy dísz tárgyak és kultikus tárgyak.

Képzőművészeti alkotások (pl. miniatűrök, pasztelképek) restaurálása esetén a tárgy fizikai egységének, eredeti anyagainak és esztétikai képének megőrzése vagy visszaállítása, valamint a művész szándékának bemutatása egyaránt elvárás. Gyakori kérés a művészettörténészek részéről a zavaró foltok, szennyeződések eltávolítása.

Használati és dísz tárgyak esetében a tárgy fizikai integritása és a használat módjának bemutatása, a funkció megőrzése, valamint a tulajdonosra, a használatra utaló jelek megtartása kerül előtérbe. Az esztétikai kép helyreállítása sok esetben nem elvárás, a használatból adódó elváltozások, pl. szennyeződés, deformáció megőrzése viszont igen, amennyiben nem károsítják, vagy nem pusztítják el teljesen a tárgy anyagait.

Kultikus, spirituális tárgyak általában néprajzi gyűjteményekben található. Speciális jelentéstartalommal rendelkeznek, amit figyelembe kell venni a tárolásuk, kezelésük, bemutatásuk és konzerválásuk során. Ide sorolhatók a sámánizmussal összefüggő kultikus tárgyak (pl. dobok, ruházat), totemek. A beavatkozások megtervezésekor tiszteletben kell tartani a tárgyat létrehozó kultúrák hitét, amennyiben lehetőség van rá ajánlott konzultálni a lezártakkal. Spirituális tárgyak esetében bizonyos kezeléseket nem elfogadhatók a közösségek számára: pl. fertőtlenítőszerekkel való kezelés, vagy nem kóser anyaggal történő kiegészítés.⁸

Különösen fontos, hogy az emberi maradványok (pl. múmiák, amerikai indián és maori zsugorított koponyák) kezelése a kegyeleti szempontok figyelembevételével történjen.

A restaurálás lehetőségei és korlátai

A különböző pergamen és nyersbőr tárgyak restaurálásának lépései, módszerei és eszközei sok hasonlóságot mutatnak, ugyanakkor minden egyes tárgy esetében más-más megoldás születhet. Az alkalmazott módszerek kiválasztásához ismerni kell nemcsak a tárgy anyagainak viselkedését, de a használni kívánt kezelőszerek lehetséges hatását, előnyeit, hátrányait is. Az alábbiakban ezért egy általános restaurálási sort leírva végiggondoljuk, hogy milyen kezelési lehetőségek állnak mai ismereteink szerint rendelkezésre a fertőtlenítés, tisztítás, színes anyagok fixálása, a pergamen és bőr megerősítése, kiegészítése, a deformáció megszüntetése során, és ezeknek mi lehet a hatása a pergamenre és a cserzetlen bőrre.

A mikrobiológiai fertőzések okai, a baktériumok és penészek élettevékenysége

A pergamen és cserzetlen bőrtárgyak biológiai károsítói többnyire rovarok, penészgombák és baktériumok. A ro-

varok főként fizikailag roncsolják a műtárgyak anyagait, míg a mikroorganizmusok kémiai folyamatok útján bontják le a szerves tárgyalakotokat. A rovarfertőzések ellen a megelőző védekezés (ellenőrzés, takarítás, stb.) valamint a raktárak tömeges fertőtlenítő kezelése a javasolt. Ezek lehetőségeiről, előnyeiről és veszélyeiről számos szakirodalom beszámol.⁹ A tapasztalat szerint nagyon ritkán kerülnek pergamen és nyersbőr tárgyak restauráló műhelybe élő rovarfertőzéssel, ezért az egyedi eljárásokat jelen tanulmány nem tárgyalja.

Az aktív mikrobiológiai fertőzés már jóval gyakoribb, azonban annak megállapítása, hogy egy tárgyon tényleg élő penész vagy baktérium látható-e szemrevételezéssel nem lehetséges. Legfeljebb akkor lehetünk ebben biztosak, ha friss beázással, nedvesedéssel összefüggő fertőzésről van szó. Az alábbiakban ezért röviden összefoglaljuk a műtárgyakat károsító mikroorganizmusok életműködését és a lehetséges, illetve alkalmazott fertőtlenítő módszerek és anyagok tulajdonságait valamint hatását a pergamenre és cserzetlen bőrre.

A *baktériumok* sejtmag nélküli, önálló anyagcserével rendelkező egysejtű szervezetek, melyek a növényi élet legalacsonyabb formáját képviselik. Különböző szerves és szervetlen anyagok lebontásával fedezik tápanyagszükségletüket. A lebontást enzimek segítségével végzik oxigén jelenlétében vagy anélkül. A szerves anyagú műtárgyak számára az ún. heterotróf¹⁰ baktériumok jelentenek veszélyt, mert ezek szerves tápanyagot igényelnek. A baktériumok többnyire osztódással szaporodnak, megfelelő körülmények között rendkívül gyorsan.¹¹ A sejtekben keletkezik egy endospóra (kitartóspóra), ami nem ivaros szaporítóképlet, de lehetővé teszi a baktérium számára a szélsőséges körülmények átvészelését. A kitartóspórák víztartalma és anyagcseréje minimális, hosszú ideig életképesek még extrém meleg és száraz körülmények között is. Kedvező környezeti tényezők között vegetatív sejté alakulnak, ekkor azonban már nem hóállóak, és nedvességre van szükségük. A baktériumok viszonylag tág hőmérsékleti tartományban (0–45°C) életképesek, azonban csak nagy nedvességtartalmú szerves anyagon képesek élni. Szaporodásukhoz a 100% körüli relatív páratartalom és a szubsztrát¹² magas víztartalma szükséges. Többiségük enyhén lúgos pH tartományban (pH 7,2–7,5) fejlődik a legjobban. Jellegzetes lebontó tevékenységük az ún. rothasztás, mely főleg nagy nedvességtartalmú állati eredetű anyagok enzimatisz lebontását jelenti. Ezzel főként a hosszú ideig nedves talajban lévő régészeti bőrleletek esetében találkozhatunk. A kollagént a sókötésekkel és másodrendű kötésekkel összetartott hármas

⁸ Kite-Thomson 2007. p. 184.

⁹ Gilberg 1990., Morgós 2001., Brokerhof et al 2007., Strang 2012.

¹⁰ Heterotrófoknak nevezzük azokat az élőlényeket, melyek szervetlen anyagoknak szerves anyaggá való átalakítására nem képesek, csak szerves anyagot alakítanak át, építenek be szervezetükbe.

¹¹ Akár néhány óra alatt képesek megduplázni tömegüket és kettéosztódva újabb sejtek millióit létrehozni.

¹² Szubsztrátnak nevezzük azt az anyagot, amin a mikroorganizmus megtelepszik, és tápanyagként használja.

spirál szerkezete miatt viszonylag kevés baktérium képes lebontani (ilyenek bizonyos Clostridium fajok).¹³ A pergamen azonban enyhén lúgos kémhatása miatt veszélyeztetettebb, amennyiben hosszabb ideig erősen nedves körülmények között tárolják, vagyis ha pórusaiban sok kapilláris víz található.¹⁴

A penészgombák valódi sejtmaggal rendelkező, klorofil nélküli, szerves anyagokkal táplálkozó (heterotróf), spórákkal vagy álspórákkal szaporodó szervezetek.¹⁵ Szilárd sejtfalú sejtjeik egy irányban osztódnak, specializálódnak és hosszú gombafonalakat (hífa) hoznak létre. A hífaszövedékek alkotják az ún. telepeket (micélium), melyek különböző színű, vattaszerű képződményként jelentkeznek a szubsztrát felületén. A szerves anyagú műtárgyakat lebontó penészek az ún. konídiumos (álspórás) gombák (Deuteromycota) körébe sorolhatók. Ezek a fajok konídiumokkal (álspórák) szaporodnak, melyek a hífák csúcán vagy jellegzetes konídiumtartón termelődnek, melynek formája és színe jellemző a penészfajra. A rendkívül kis méretű álspórák a levegőben lebegnek és képesek megtelepedni a műtárgyak felületén, majd megfelelő körülmények esetén kicsíráznak és a vegetatív szakaszban újabb konídiumok százait hozzák létre. A baktériumokhoz hasonlóan a penészek konídiumai szintén rendkívül szívósak, szélsőséges környezeti tényezők mellett is sokáig életképesek maradnak. A penészek az életműködésükhöz szükséges tápanyagokat a szubsztrát (jelen esetben a műtárgy) szerves anyagainak lebontásából nyerik. Ehhez enzimeket és szerves savakat termelnek, ezeket nevezzük elsődleges anyagcsere termékeknek. Ide sorolhatók még a szubsztrát nedvességtartalmát szabályozó anyagok is (pl. a glicerin). A szerves anyagok lebontása, valamint a penész növekedése során keletkező pigmenteket,¹⁶ szaganyagokat, antigéneket, antibiotikumokat másodlagos anyagcsere termékeknek nevezzük. Ide tartoznak különböző toxikus anyagok is pl. a muko-poliszacharidok, amik légúti allergiás reakciót válthatnak ki az arra érzékeny embereknél.

A penész képes felszívni az egyszerű cukrokat, monoszacharidokat, és szabad aminosavakat a szubsztrát oldatából, de a peptidok és diszacharidok emésztéséhez azokat enzimek segítségével aminosavakra és egyszerű cukrokra kell bontania.

Életműködéséhez nagy nedvességtartalomra van szükség, amit a környezetéből vesz fel. A fehérje alapú műtárgyak nedvességtartalma akkor elég magas a csírázáshoz, ha huzamosabb ideig 70% körüli vagy fölötti

a környezet páratartalma. Azonban az oldott anyagok mennyisége, koncentrációja is befolyásoló tényező, amit a folyadék vízakтивitásával¹⁷ jellemzünk. A penészek csak a 0,7–0,98 közötti vízakтивitású vizet képesek használni. A tiszta vizet és az olyan oldatot, amiben az oldott anyag 0,7 alá csökkenti a vízakтивitást azonban nem.

Az ún. xerofil (szárazságtűrő) penészgombák képesek csírázni a 0,7 és 0,9 közti vízakтивitású anyagokon. Ezeknek nagy víztartalmú konídiumjai vannak, amik a csírázás után glicerint állítanak elő, ezzel képesek a számukra megfelelő vízakтивitást beállítani a szubsztrátban.

A nem xerofil penészeknek kis víztartalmú konídiumjaik vannak, ezért csak 0,98 vízakтивitás környékén képesek csírázni. De ha egyszer már kicsíráztak, ezek is befolyásolni tudják a szubsztrát vízakтивitását.¹⁸ A szerves anyagú műtárgyakon gyakran kimutatott Aspergillus nemzetségbe tartozó fajok egy része xerofil, ilyenek pl. az Aspergillus niger, az A. flavus és az A. fumigatus.

A csírázást, hasonlóan a baktériumokhoz a környezet kémhatása is befolyásolja. A penészek számára az optimális pH a savas tartományban van 3–7 között, de a tágabb, pH 2–9 közötti kémhatás mellett is előfordulhatnak. A szubsztrát pH-ját maguk a penészek is befolyásolják, mivel metabolikus savakat termelnek (pl. citromsavat), azonban ha a kiindulási pH a szubsztráton 4–7 közötti, akkor a legtöbb penész képes növekedni. Ez is oka annak, hogy pergamen és bőrtárgyakon egyaránt gyakoribb a penészfertőzés, mint a baktériumok megtelepedése.

A penészek viszonylag tág hőmérsékleti határok között életképesek, de a hőmérséklet befolyásolja a csírázás sebességét. A hőmérséklet hatása alapján a penészfajok 3 csoportba sorolhatók: a hidegtűrő, a mezofil vagy mérsékelt hőmérsékletet kedvelők, és a melegtűrő fajok (1. táblázat).

1. táblázat: A hidegtűrő, mezofil és melegtűrő penészfajok életműködésére jellemző hőmérsékleti határok

	Minimum T	Optimum T	Maximum T
Hidegtűrő fajok	-2 és +3,6°C	7–24°C	30–45°C
Mezofil fajok	-2 és +8°C	25–40°C	35–48°C
Melegtűrő fajok	+12–30°C	37,5–50°C	50–60°C

Általánosságban elmondható, hogy a műtárgyak leggyakoribb károsítói közül az Aspergillus fajok magasabb hőmérsékleten növekednek, ugyanakkor kisebb

¹³ Kastaly 2010. pp. 9–15.

¹⁴ Jó példa erre a Törökországból visszakapott kódexek néhány példánya, melyeken a baktériumokkal közeli rokonságban lévő sugárgombákat mutattak ki (Beöthy Kozocsa 1992. p. 13.).

¹⁵ Sem a növények sem az állatok világába nem sorolhatók, különálló rendszertani csoportot alkotnak.

¹⁶ A műtárgyakat elcsífitó penészfoltok színét tehát nem a konídiumok okozzák többnyire, hanem a hífák által kiválasztott színes anyagok. Ezek a hífákkal együtt behatolnak a bőr, papír, textil rostjai, szálai közé, eltávolításukat ezért csak kémiai kezelésekkel kísérhetjük meg.

¹⁷ A vízakтивitás az anyagokban lévő víz vízgőznyomásának és a tiszta víz vízgőznyomásának a hányadosa adott hőmérsékleten és RH-n. A tiszta víz vízakтивitása $a_w = 1,0$. Ha a tiszta vízben oldott anyag is van (só, cukor, glicerin vagy fehérjék), akkor vízgőznyomása és ezáltal a vízakтивitása csökken 1,0-tól 0,01 értékig. Tehát minél több oldott anyagot tartalmaz egy folyadék, annál kisebb a vízakтивitása. Élet csak a 0,99 és a 0,60 közti vízakтивitású vízben/oldatokban lehetséges (Florin 2004. p. 47).

¹⁸ Minden bizonnyal ezzel magyarázható az a tény, hogy a penészek nedves körülmények között rövidebb idő alatt képesek elszaporodni és megtelepedni a műtárgyakon, mint a baktériumok.

vízaktivitást igényelnek, mint a *Penicillium* fajok. Utóbbiak alacsony hőmérsékleten is képesek növekedni, így hűtőkamrákban, háztartási hűtőszekrényekben tartott ételen is megélnek.¹⁹ Fehérje alapú műtárgyakon mindkét nemzetségbe sorolt fajok előfordulnak.²⁰

Fertőzött műtárgyak kezelésének lehetőségei²¹

A kezelés célja a pergament és a tárgy egyéb anyagainak arosító, élő vagy aktív mikroorganizmusok elpusztítása. A beavatkozás lehet egyedi vagy tömeges. Önmagában a fertőtlenítés azonban nem elegendő, a penészképletek és szennyeződések fizikai eltávolítása is szükséges a műtárgyról.

Mivel a legtöbb fertőtlenítési eljárásnak lehetnek negatív hatásai a tárgyra vagy a kezelő személyzetre, a kezelés módjának kiválasztása előtt alapos mérlegelést igényel annak eldöntése, szükség van-e beavatkozásra. A döntést elsősorban az befolyásolja, hogy a mikroorganizmusok életképesek-e, aktívak-e (csírázás, növekedés). Ennek megállapítása abban az esetben okoz gondot, ha nem friss fertőzésről van szó, a tárgy nem nedves. Száraz tárgyon lévő penész esetén csupán szemrevételezéssel nem dönthető el, hogy az életképes-e. Ilyenkor steril eszközzel mintát kell venni a penész-, illetve baktérium telepből, majd steril táptalajra oltva megfelelő körülmények között kitenyészteni. Ez restaurátor műhelyekben általában nem oldható meg. A mintát speciális mikrobiológiai laborba kell vinni.²² A kezelőanyagok és eljárások káros hatásai miatt csak az élő vagy aktív penészképletek jelenléte esetén javasolt a fertőtlenítő kezelést elvégezni.

A fertőtlenítésre különböző lehetőségek állnak rendelkezésre. A műtárgy szempontjából a legkíméletesebb talán az, ha a mikroorganizmusok számára kedvezőtlen környezetet teremtünk. Ez történhet a hőmérséklet és/vagy a páratartalom változtatásával, az oxigén megvonásával vagy besugárzással. Ezen kívül különböző kémiai fertőtlenítőszer használata is lehetséges. Mivel pergamen és cserzetlen bőr tárgyakon átlagos gyűjteményi körülmények között a baktériumos fertőzés – melynek kialakulásához huzamosabb ideig vízzel telítettség vagy 100% körüli RH szükséges – jóval ritkább, mint a penészfertőzés, ezért cikkünkben elsősorban ez utóbbival kapcsolatban vesszük számba a fenti módszerek hatását, előnyeit és hátrányait.

¹⁹ Florian 2004. pp. 52–57.

²⁰ Kastaly 2010. pp. 23–24.

²¹ Természetesen amennyiben lehetőség van rá, a fertőzést meg kell előzni megfelelő klimatikus viszonyok kialakításával, kellő légáramlás biztosításával és a raktár rendszeres portalanításával.

²² Hollandiában kifejlesztettek egy restaurátorok által is könnyen használható mintavevő és kitenyészítő szettet, ami két steril műanyag kémcsőből áll. Az egyikben egy pálcára tekert steril vattatampon van, a másikban pedig táptalaj. A pálcával vett mintát a táptalajos kémcsőbe téve és lezárva klímazekrényben kitenyészthető a penész, ha életképes. (Brockerhof et al 2007.) Ennek használata azonban tudásunk szerint nem terjedt el Magyarországon.

A hőmérséklet változtatásán alapuló módszerek

Alacsony hőmérséklet (4°C)

Az alacsony hőmérséklet – ha csak a fertőzött műtárgyat nem hűtjük 0°C alá – inaktívvá teszi ugyan a penészeket, lelassítja növekedésüket, de szárítás nélkül nem öli meg azokat. Ha a tárgy ezután ismét szobahőmérsékletű térbe kerül, a mikroorganizmus ismét aktívvá válik.

A 4°C-ra történő hűtés tehát egy beázás okozta fertőzés esetén alkalmas lehet arra, hogy a penész hirtelen növekedését leállítsuk, azonban fertőtlenítésre nem megfelelő.

Fagyasztás és fagyasztva szárítás

A közgyűjteményekben viszonylag gyakran előforduló „vizes katasztrófák” (beázás, csőtörés) során elázott, átnedvesedett tárgyakat a fertőzés megelőzése céljából minél előbb ki kell szárítani. Ha azonban nagyobb mennyiségű papír vagy könyvállomány érintett, vagy már megindult a penészesedés, akkor jó módszer lehet a tárgyak lefagyasztása és később fagyasztva szárítása.²³

A fagyasztási eljárással való fertőtlenítés egyrészt fizikai roncsolás (pl. a sejtmembrán és sejtservecskék roncsolása) másrészt kémiai károsítás útján történik.²⁴ Az alacsonyabb hőmérséklet ugyanakkor csökkenti a vízaktivitást és ezáltal határt szab a növekedésnek. A vizsgálatok szerint a vízzel telítődött spórák és vegetatív hifák sokkal érzékenyebbek a fagyasztásra, ezek nem nagyon élnek túl a mélyhűtést, a száraz spórák azonban rendkívül ellenállóak, mivel kicsi a víztartalmuk, így nem keletkeznek bennük jégkristályok. Az alvó konídiumok nem pusztulnak el a fagyasztás-felolvasztás ciklusban.

Az anyagokban lévő szabad (nem kondenz) víztartalom 0°C alatt sem fagy meg akkor, ha kis kapillárisokban van, vagy oldott anyagokat tartalmaz, amik csökkentik a fagyáspontját. A penészek növekedésének megállítására és megakadályozására a tárgyakat -20°C-ra vagy ez alá kell hűteni rövid idő alatt, hogy elkerüljük a nagy méretű jégkristályok kialakulását, amik fizikailag roncsolják a pergament és a papírt. A gyors fagyasztás, tehát kis jégkristályok keletkezése esetén is megfigyelhető azonban a porózus szerves anyagok pórusainak kitágulása, a rostszerkezet lazulása. Fagyasztva szárítás során megfigyelték, hogy a szerves anyagok külső rétegeiből a kötött víz egy része is eltávozik, ezáltal csökken a rugalmasságuk, sérülékenyebbé, törékenyebbé válhatnak.²⁵ A szárítás során alkalmazott vákuum mértékét körültekintően kell megválasztani, hogy elkerüljük a tárgy bizonyos anyagainak sérülését (pl. festékréteg, vagy aranyozás repedezését).

A fagyasztás, illetve fagyasztva szárítás tehát csak elázott, nedves tárgy esetén lehet alkalmas fertőtlenítésre,

²³ Fagyasztva szárítás során a jeget vákuumban a hőmérséklet kb. 40°C-ra történő emelése mellett szublimáltatják a műtárgy anyagaiból.

²⁴ Az utóbbi azon alapul, hogy a jégkristály képződés során vizet vonunk ki a sejtől, ezért a metabolikus savak és enzimek koncentrációja megnő, így kialakul egy, a sejt számára halálos pH érték és ionos változás.

²⁵ Banik – Brückle 2010. p. 175.

amikor a penész konidiumai és fonalai is nedvesek, vízzel teltek. Az eljárást körültekintően kell végezni, hogy a műtárgy anyagainak károsodását elkerüljük.

Elektromágneses és ionizáló sugárzások

A rövid hullámhosszú, nagy energiájú sugárzások (UV, gamma) kémiai aktív molekulák létrehozásával elpusztítják a mikroorganizmusokat.²⁶ Éppen e nagy energia miatt bőr és pergamen tárgyak kezelésére nem ajánlhatók, mert azokban fotooxidációs lebomlást indítanak el.²⁷ Az UV sugárzás azonban alkalmas lehet restauráló laborok levegőjének, esetleg segédanyagok fertőtlenítésére. A gamma sugárzást Hollandiában fertőzött levéltári iratanyag egyszerű fertőtlenítésére használják annak ellenére, hogy bizonyos papírfajták esetében kimutatták a káros hatást. Máshol nem terjedt el az alkalmazása.

Oxigénmentes környezet

A csökkentett (0,1–1%) oxigéntartalmú környezetben a penészek nem tudnak növekedni, de még 3 hét után is életképesek maradnak. Ez a fertőtlenítési mód tehát esetükben nem olyan hatásos, mint a hőmérséklet csökkentése, ráadásul viszonylag nehéz is előállítani és fenntartani ilyen körülményeket. A tárgyak tárolása során az oxigénmentes környezet kialakítása történhet megelőzési céllal.²⁸ Ekkor a tárgy egy oxigén számára nem átjárható vitrinbe vagy műanyag zacskóba kerül, amibe oxigénmegkötő anyagot is tesznek, majd lezárják. Az oxigénmegkötő anyag (pl. Ageless²⁹) a zárt térben lévő oxigént megkötí, így alakul ki az oxigénmentes környezet. Az Ageless, gázokat át nem eresztő fóliában képes az oxigénszintet 0,01% alá csökkenteni. A folyamat kezdetén azonban az oxigén adszorpciója hőfelszabadulással jár, ami az erősen lebomlott pergament károsíthatja.

Gázzal történő fertőtlenítő módszerek

Etilén-oxid gáz

Az etilén-oxid (H_2COCH_2 , dietilén-oxid) színtelen, jellegzetes szagú, igen reakcióképes, gyúlékony és robbanékony gáz. Múzeumi tárgyak (eleinte rovarfertőzött textilek) fertőtlenítésére 1933 óta használják, a tapasztalatok szerint minden mikroorganizmust (azok szaporító képleteit, spóráit is) elpusztít. A kezelő gáz összetétele: 10–15% etilén-oxid és 85–90% széndioxid, melyet általában megemelt hőmérsékletű (50°C) és páratartalmú (80–90%) térben alkalmaznak. Úgynevezett tömeges kezeléseket végeznek vele (pl. levéltári, könyvtári dokumentumok, könyvek esetében) nagyon szigorú biztonsági előírások szerint, mivel erősen rákkeltő és mutagén hatású. A porózus anyagok

hosszú időre megkötik az etilén-oxidot, ezért fertőtlenítés után a tárgyak alapos, több hónapos szellőztetésére van szükség, hogy ne okozzanak a velük dolgozóknál egészségkárosodást.³⁰ A Corvina programban illuminált kódexlapok kezelésére is használták 25–30°C hőmérsékleten, 60% RH mellett, és a kezelés után szemmel, vagy mikroszkóppal megfigyelhető elváltozást nem tapasztaltak sem a pergamenen, sem a festett és aranyozott rétegeken.³¹

Az Európai Unióban 1991 óta tilos növények vagy növényi termékek fertőtlenítésére etilén-oxid alkalmazása. Ipari használata engedélyezett, Magyarországon még könyvtári, levéltári gyűjtemények tömeges fertőtlenítésére is alkalmazzák.

Az etilén-oxid, (csakúgy, mint a metil-bromid és a metil-klorid) a fehérjék metilezését okozza. Ez azt jelenti, hogy a molekulákhoz metilcsoport kapcsolódik kovalens kötéssel, ami megváltoztatja az alapszerkezetüket, ezért Florian szerint pergamen tárgyak kezelésére nem javasolt.³²

Formaldehid és paraformaldehid

Könyvtári és levéltári raktárak tömeges fertőtlenítésére még ma is használják a formaldehidet, ami szobahőmérsékleten gáz halmazállapotú, száraz körülmények között lobbanékony, a levegővel könnyen robbanó elegyet alkot. Hatékonyan elpusztítja a legtöbb baktériumot, penészfajt és a spórákat is azáltal, hogy kémiai szerkezetüket megváltoztatja. Alkalmazása folyadék vagy gáz halmazállapotban történhet, de utóbbi formájában hatékonyabb, ezért általában így használják. A gázképzés többnyire formalin és kálium-permanganát vagy hidrogén-peroxid reagáltatásával történik. Napjainkban paraformaldehidet párologtatnak el magasabb hőmérsékleten, így képzik a formaldehid gázt.³³

A fent említett kémiai átalakulás a cserzetlen bőrben és pergamenben is végbemegy. Ennek során a formaldehid kovalens kötéssel kötődik a fehérjelánchoz és a láncok között is kovalens keresztkötéseket hoz létre.³⁴ A folyamat tulajdonképpen azonos a füst- vagy aldehid cserzéssel, vagyis megváltozik a bőr kémiai szerkezete, ezért ez a fertőtlenítő eljárás nem javasolt pergamenkötésű könyvek, oklevelek, illetve az ilyen tárgyakat tartalmazó könyvtárak, irattárak fertőtlenítésére sem. Mivel rákkeltő hatást is tulajdonítanak neki, egészségvédelmi szempontból is veszélyes anyagnak számít.

Illóolajok

Különböző növényi olajok pl. a neem olaj (*Azadirachta indica* növény olaja), a szegfűszeg-, fahéj- és kakukkfűolaj, természetesnek tekintett fertőtlenítőszer.³⁵ Legtöbbjük a terpének közé tartozik, de előfordul bennük fenol, keton vagy aldehid csoport, ami kémiai aktív vá teszi azokat. Feltehetően ezek felelősek a mikroorganizmusok

²⁶ Reichart 2002.

²⁷ Lásd jelen kötetben Kozocsa et al 2013. p. 81.

²⁸ Iskander 1998.

²⁹ Ageless: kevés kéntartalmú, felületén tengervízzel bevont vas(II)-oxid, ami oxigén megkötésével vas-hidroxiddá alakul (Morgós 2001.).

³⁰ Kastaly – Schramkó 2001.

³¹ Beöthyné Kozocsa 1992. pp. 21–23.

³² Florian 2004. p. 95.

³³ Cadirci 2009.

³⁴ Kite – Thomson 2006.

³⁵ E. Nagy – Várfalvi 2013. p. 82.

elpusztításáért. Ahogy nevük is mutatja illékonyak, zsírban oldódnak, ezáltal felgyülemlhetnek zsírokban, olajokban. Fertőtlenítő hatásuk még nem igazolt, használatuk kísérleti stádiumban van.

Timol

A kakukkfűolaj egyik alkotóeleme a timol (5-metil-2-(1-metiletil)fenol), amit korábban elterjedten használtak a papírrestaurálásban fertőtlenítés és megelőzés céljából. Hatását megkérdőjelezzük, nem teljesen bizonyított, hogy mely penészeket, illetve azok mely alakjait pusztítja el. Használatakor megfigyelték a papír sárgulását, bizonyos lakkok, gyanták, festékek megpuhulását, továbbá különböző egészségügyi panaszokat (szédülés, hányás, émelygés) tapasztaltak.³⁶ Pergamenre, illetve cserzetlen bőrre gyakorolt hatásáról nincs adat.

Folyadék formában alkalmazott fertőtlenítőszer

Preventol CMK, Preventol CMK-Na

Kémiailag para-klór-meta-krezol, illetve ennek Na sója, fehér granulátum formában előállított anyagok. A CMK vízben kevésbé, etanolban és toluolban jobban oldódik, a CMK-Na vízben is jól oldható. Bőrre, szembe kerülve vagy lenyelve rendkívül mérgezőek, valamint vizes élőhelyekre erősen környezetkárosító hatásúak. Kémiailag stabil molekulák, a környezet kémhatására nem érzékenyek. Mind baktérium, mind gombaölő hatásuk igazolt. Cserzetlen bőrre a 0,1–1%-os etanolos oldatuk javasolt átkenéssel. A Preventol CMK gőze a biztonsági adatlapja szerint illékony, ami lehetővé teszi fertőtlenítő kamrában gázként történő alkalmazását is. Klórtartalmuk és környezetszennyező hatásuk miatt ipari felhasználásukat ma már korlátozzák. Műtárgyak fertőtlenítésére indokolt esetben alkalmazhatók, de figyelembe kell venni, hogy a vízben oldódó változata lúgos (pH 10,5–11,5) kémhatású.

Preventol ON (Na-orto-fenil-fenolát)

Vízben, acetonban és etanolban oldódik, kőolaj származékokban szinte oldhatatlan. Vizes oldata erősen lúgos kémhatású (pH-ja 11–12 közötti).

Kevésbé illékony, ezért hosszabb ideig a műtárgy anyagában marad és kifejti védő hatását. Fertőtlenítésre 0,5–1%-os vizes vagy alkoholos oldatát alkalmazzák átkenéssel, bemelegítéssel. A pergamen és a cserzetlen bőr vízzérékenysége miatt javasolt inkább alkoholban oldva alkalmazni permetezéssel vagy átkenéssel, esetleg oly módon, hogy segédanyagot itatunk át vele majd a műtárgyra helyezük.

Az ólomfehér és ultramarin pigmentek valamint a selyem elszíneződését tapasztalták a kezelés után, aminek oka feltehetően a lúgos kémhatásban keresendő.³⁷

70%-os etanol oldat

A fertőtlenítő hatás az etanol vízelvonó képességével függ össze, az etil-alkohol ugyanis dehidratálja a penészek sejtjeit, valamint denaturálja fehérjéiket, ezáltal pusztítja el azokat. A kezeléshez 70% etanol 30% víz keveréke hatékony, mert egy kis mennyiségű víz segít az alkohol molekuláknak áthatolni a sejtfalon. A kezeléshez izopropil alkohol is alkalmazható, ami lassúbb párolgása miatt tovább marad a tárgyan. A módszer az erősen sérült, lebomlott pergamenekre veszélyes lehet, ha zsugorodási hőmérsékletük olyan alacsony, hogy még kis mennyiségű víz is zselatinálódásukat okozhatja a felületen vagy akár mélyebb rétegekben. Folyadékkal történő kezeléseket előtt szükséges az író-, színezőanyagok, festékek, bélyegzők oldódási próbáját elvégezni az alkalmazni kívánt oldószerre.

A fenti információkat összegezve általánosan elmondható, hogy aktív fertőzés esetén első lépésként a nedves tárgyat mindig ki kell szárítani. A szárítást szoba-hőmérsékleten végezzük biztosítva némi légáramlást, ügyelve arra, hogy ne emelkedjen a környezet hőmérséklete 20–25°C fölé, mert akkor megnő a nyirkos pergamen elenyvesedésének kockázata. Ha gyors kiszáritásra (pl. tömeges fertőzés alkalmával) nincs lehetőség, számbavehető a fagyasztva szárítás. Ezzel a módszerrel az elázott bőrök, pergamenek mélyhűtve biztonságosan tárolhatók, és szárításuk időben eltolva, kisebb csoportokra osztva is végezhető. Indokolt esetben a száraz műtárgyakon is végezhető fertőtlenítés, azonban a kezelés előtt mindig mérlegelni kell az esetleges kockázatokat. A mikroorganizmusok elpusztítása után pedig a penészképleteket is fontos eltávolítani a felületről, mivel a spórák és a termelt mikotoxinok erősen allergén hatásúak, az előbbieket még élettelen állapotban is okozhatnak bőr- és légúti allergiát. A fertőtlenítést és tisztítást ezért csak megfelelő védőöltözetben (védőmaszk, gumikesztyű, köpeny) és lehetőleg elszívó fülke alatt vagy a szabadban végezzük. A száraz tisztítás során vattatamponnal, puha ronggyal történő áttörés javasolt ecsetelés helyett, mert utóbbi rengeteg spórát juttat a levegőbe. A fentebb tárgyalt fertőtlenítő módszerek preventív, megelőző hatással nem bírnak, egyedül a Preventol CMK és ON marad valamennyi ideig a tárgy anyagaiban. Arról azonban nincs adat, hogy mennyi ideig és milyen mértékben fejti ki védő hatását a kezelés után. A kezelt műtárgyak tehát a mikroorganizmusok számára kedvező klimatikus körülmények között tárolva gyorsan visszafertőződhetnek.³⁸

Fixálás

A fixálás célja a pergamen vagy nyersbőr tárgyon található író-, festő-, és színezőanyagok rögzítése a felülethez, vagy védelme egyes kezeléseket során. A rögzítés lehet végleges vagy átmeneti.

³⁶ Strang – Dawson 1991. p. 4.

³⁷ Strang – Dawson 1991. p. 6.

³⁸ A mikrobiológiai károsodás megelőzése érdekében alkalmazható védekezési módszerekről lásd Brokerhof et al 2007. és Kastaly 2010. pp. 47–54.

Végleges fixálás során porlékony festékréteget vagy pergő íróanyagot rögzítünk a pergamen felületén azért, hogy megőrizzük az általuk hordozott információt és esztétikai képet.

Felváló, lazán kötődő, pergő, porlékony tinták, festékrétegek és fémfóliák rögzítéséhez többnyire természetes vagy szintetikus ragasztóanyagok híg oldatait használhatjuk. A filmmel szemben elvárás, hogy ne változtassa meg a színes anyag optikai tulajdonságait (színét, tónusát, fényességét), rugalmas, mégis erős kötést biztosítson a pergamen felülethez, jók legyenek az öregedési tulajdonságai. Az eljárás sikerességét alapvetően meghatározza a használt ragasztóanyag minősége, mennyisége és koncentrációja. Az oldat koncentrációját úgy kell megválasztani, hogy bejusson a festékrétegbe vagy az alá, ugyanakkor kellő rögzítést adjon. A pigment és kötőanyag egymáshoz viszonyított aránya (pigment-térfogat koncentráció, PVC) befolyásolja a festék optikai tulajdonságait. A *kritikus* pigment-térfogat koncentráció, amikor a pigment szemcsék közti teret kitölti a kötőanyag, általában a PVC 30–65%-a között van. Ez alatt a festékréteg fényes és sima felületű, fölötté pedig porózus és fénytelen. Porlékony, matt festékréteg rögzítésekor ezért ügyelni kell arra, hogy a kötőanyag ne töltse ki a pigment szemcsék közti teret, mert akkor fényes hatásúvá válik. A fixálás másik hibalehetősége az, hogy a rögzítőanyagok száradás közben összezsugorodhatnak, ezzel repedéseket okozhatnak a kezelt felületen. Mindezek miatt nagyon alaposan kell mérlegelni a fixálás szükségességét és az alkalmazásra kerülő anyagok tulajdonságait.

A természetes kollagén alapú anyagok közül eredményesen használható a pergamenenyv, vizahólyagenyv és a zselatin 0,5–1%-os vizes oldata. Az ezekből képződő filmek rugalmasak, azonban enyhén sárgás színük némileg befolyásolhatja a festékréteg tónusát, az oldatok víztartalma pedig felvitelkor a károsodott, lebomlott pergamen felső rétegének helyi elenyvesedését okozhatja.³⁹ Az enyvek és a zselatin sárgás árnyalatát a gyártás után bennük maradt szennyeződések (zsír, albumin, elasztin, szacharidok) okozzák, melyek az öregedés során mélyülő színt produkálnak. A tisztított zselatin majdnem színtelen, ez alkalmas lehet restaurálási célokra. A vizahólyagenyv gélesedési hőmérséklete a legalacsonyabb, ez tehát szobahőmérsékleten is alkalmazható, a másik két anyagot enyhén melegíteni kell a felhordáshoz, ami növeli a pergamen felületi elenyvesedésének kockázatát. A vörös tengeri algából (*Gloiopeltis tenax* és *furcata*) nyert tisztított poliszacharid kivonat a *Jun Funori*. Vizes oldata önmagában csekély ragasztóképességű, a tapasztalatok szerint vizahólyagenyvvvel keverve adja a legjobb rögzítést, ekkor mindkét anyag 0,5–1%-os oldatát keverik különböző (4:1, 1:1) arányban.⁴⁰

A cellulózszármazékok közül a Klucel G és H (hidroxipropil-cellulóz kisebb polimerizációs fokú változatai)

1–3%-os etanolos oldata bizonyult a legjobbnak. Ezek fotokémiai stabilitása megfelelő és a vizsgálatok szerint mesterséges öregítés után is visszaoldhatók.⁴¹

A felváló, pergő arany- és ezüstfüst visszarögzítését végezhetjük zselatinnal vagy tojásfehérjével, amit eredetileg is használtak a felvitel során. Az utóbbi esetében egy tojásfehérjét kemény habbá verünk, egy napig hagyjuk visszaüledni, leszűrjük és 10%-ának megfelelő etilalkoholt adunk hozzá, majd a fémfólia alá juttatjuk. Ha túl merevnek találjuk a filmet, felvitel előtt szükség szerint vízzel hígítható. A különböző receptekben gyakran alkalmaznak a tojásfehérje tartósítására borecetet, ez azonban savas kémhatása miatt a pergamen felületen nem javasolt.⁴²

Átmeneti fixálás során valamilyen folyadékkal történő kezelés alatt biztosítunk védelmet az alkalmazni kívánt vízre vagy szerves oldószerre érzékeny színes anyag (festék, színezék, tinta) számára. A védőréteg ebben az esetben egyenesen filmet kell képezzen a védendő felületen. A fixáló anyagot ideális esetben a kezelés után eltávolítjuk a tárgyról.

Átmeneti fixálás céljára használhatunk filmképző ragasztóanyagokat vagy olyan vegyületeket, melyek a kezelőszerrel ellentétes polaritásuk miatt zárják el a felületet. A tisztító, lágyító kezeléseket többnyire poláris oldatokkal végezzük (lásd alább), ezért az átmeneti fixáláshoz apoláris anyagok lehetnek megfelelőek.

A filmképző ragasztóanyagok közül alkalmas lehet a zselatin több rétegben, esetleg a papírrestaurálásban alkalmazott Regnal (poli-vinil-butiro-acetál) 1,5–2%-os etilalkoholos oldata szintén többször felhordva, mindig az előző réteg teljes száradása után. A zselatin a vizes, alkoholos kezelés során leoldódik, ezért ilyen közegben nem elegendő. A Regnal megfelelő védelmet adhat, azonban érdemes hátoldalról is elvégezni az átkenést, mert a tisztító folyadék a pergamenbe behatolva oldani képes a védendő színes anyagot. Mivel ez egy nagy molekulájú polimer, a kezelés utáni visszaoldásának mértéke kérdéses. Bár az eddigi tapasztalatok szerint jók az öregedési tulajdonságai, filmje nem sárgul és rugalmas marad, pontos információval nem rendelkezünk arról, hogy milyen hatással lehet hosszú távon a műtárgy anyagaira.

A végleges fixáláshoz megfelelő cellulóz- származékok (Klucel G, H) ebben az esetben nem használhatók, mert vízben és alkoholban egyaránt oldódnak, így nem biztosítanak megfelelő védelmet a kezeléseket során.

Átmeneti védelem céljára alkalmazható a tárgyrestaurálásban széles körben használt ciklododekán ($C_{12}H_{24}$), egy gyűrűs, apoláris vegyület, melyet fehér kristályok formájában forgalmaznak. Melegítésre 61°C-on megolvad, lobbaspontja 87,6°C, apoláris oldószerekben (pl. benzol, petroléter, toluol, xilol, ciklohexán, n-butil-acetát)

⁴¹ Shashoua – Rugheimer 1997.

⁴² A fixáló és ragasztóanyagokhoz korábban gyakran adagoltak fertőtlenítőszeret (pl. timolt, Nipagint) azért, hogy preventív védelmet biztosítsanak a tárgynak a mikroorganizmusok ellen. Mivel ezeknek a szereknek a hosszútávú hatását nem ismerjük a pergamenre, ma már nem javasolt a használatuk.

³⁹ Lásd jelen kötetben Beöthy Kozocsa et al 2013. p. 80.

⁴⁰ Ritter-Masson 2007.

oldható. Pergamen esetében fixáláshoz csak a telített oldata használható. Általában benzines oldatát visszük fel ecseteléssel a védendő felületre a lap mindkét oldaláról.⁴³ A védelem azon alapul, hogy a kikristályosodó anyag beborítja, és poláris oldószerektől elzárja a színezéket, tintát. A kristályosodás sebessége, és ezáltal a keletkező kristályok mérete függ az oldószer illékonyságától. Ha lassúbb a párolgás hosszú túszerű, ha gyorsabb, kis púderezű kristályok keletkeznek.⁴⁴ Érdemes többször átkenni a felületet, hogy elegendő mennyiségű kristály alakuljon ki. Az anyag nagy előnye, hogy a használat után néhány nappal, esetleg héttel teljesen, nyom nélkül elszublimál a műtárgyból. E folyamat sebessége függ a környezet hőmérsékletétől és légnyomásától, valamint a felhordott anyagmennyiségtől. Hátránya, hogy a pergamen a levédett területen nem tisztul, nem lágyul, ezen kívül a kezelt pergamenrészben lévő apoláris szennyeződések oldódhatnak a ciklododekán oldószereiben, ezáltal vízfoltszerű perem alakulhat ki a levédett rész szélén.⁴⁵ A felvitelhez csak olyan eszközöket szabad használni, amik nem oldódnak apoláris oldószerekben, különben idegen anyagok kerülhetnek a műtárgyba (pl. műanyag cseppentő használata az anyagában lévő lágyító miatt nem javasolt).⁴⁶

Fixálás esetén a színes anyagokon beavatkozás előtt oldódási próbát kell végezni a használni kívánt oldószerekkel, mert azok oldhatnak egyes színezékeket, tintákat, festékeket.

Tisztítás (száraz, nedves)

A tisztítás célja a tárgy anyagait károsító, esztétikai képét zavaró, tanulmányozását akadályozó szennyeződések eltávolítása.

A folyamat visszafordíthatatlan, ezért nagyon megfontoltan kell végezni, ügyelve a használatból eredő jelek, nyomok megőrzésére. Bizonyos szennyeződések a műtárgy használatának velejárói, vagy a történetére utalnak, ezért megtartásuk etikai szempontból indokolt és szükséges.⁴⁷ Minden esetben tanácsos kerülni a túltisztítást.

Száraz, mechanikus tisztítás: a felületi, lazán kötött szennyeződések eltávolítása.

Nedves, oldószeres tisztítás: a bőrbe (illetve a tárgy egyéb anyagaiba) beszívódott szennyeződések, és az ott keletkezett lebomlási termékek kioldása. Ezt mindig meg kell előznie a száraz tisztítás azért, hogy elkerüljük a felületi szennyeződések bejutását a mélyebb rétegekbe, a rostok közé.

A műtárgyak *mechanikus tisztítása* függ azok felületi kidolgozásától, azonban mindig igyekezzünk egységes felületet kialakítani, finoman, óvatosan és körkörös mozdulatokkal dolgozni, hogy elkerüljük a „csíkos” felület kialakulását. Az alkalmazni kívánt anyagot mindig érdemes kisebb területen kipróbálni. Ügyelni kell a pergő, porlékony tinta- és festékrétegekre, mert ezeket megsérthetjük, ledörzsölhetjük. Kerüljük az üvegcseruza vagy csi-szolópapír használatát, mert túlzottan felsértik a felületet, és megváltoztatják annak textúráját. A lecsiszolt felületű, úgynevezett barka nélküli pergamen bársonyos, bolyhos felszínét csak nagyon óvatosan tisztíthatjuk, ügyelve arra, hogy ne változtassuk meg a felületét. Mindig a legkíméletesebb módszerrel és anyagokkal kell kezdeni, mint a puha ecsetek, mikroporszívó, kaucsuk (latex) szivacs. Az utóbbi kivételével minden radírféle hagy maga után törmeléket. Ezeket a morzsákat nagyon fontos gondosan eltávolítani, mert kéntartalmuk és egyéb adalékanyagaik miatt öregedésük során barnulnak és savas anyagok keletkezhetnek belőlük.⁴⁸

A latex szivacs természetes kaucsuk vulkanizálásával készül, előnye, hogy nagy fajlagos felületén megköti a lazán rögzült poros szennyeződést, miközben nem hagy maga után semmilyen anyagmaradványt. Puhább és kissé keményebb változata egyaránt ismert, azonban mindkettő nagyon finom, kíméletes tisztítást tesz lehetővé. Különösen alkalmas korommal szennyezett felület tisztítására.⁴⁹ Kereskedelmi forgalomban kaphatók különböző kiserelésű radírpороk, kis pamutpárnába töltve is. Ezek többnyire nagyon apró szemcséjűek, különösen igaz ez a radírpárnára, amiből csak a legapróbb szemcsék potyognak ki. A radírpороk legfeljebb a kötőpergamenek tisztítására alkalmasak, a lecsiszolt barkájú írópergamenek és bizonyos nyersbőr tárgyak (pl. szőrös vagy rücskös felületű bőr) anyagából nem lehet teljesen eltávolítani azokat. Azonban a kicsit tömörebb radírok (pl. vinil radír) lereszelésével mi magunk előállíthatunk nagyobb szemcseméretű radírmorzst, ami alkalmas lehet pergamen tisztítására. Használatkor javasolt pamutkesztyűt viselni és ezzel terelgetni a morzsákat a felületen. A következő fokozat a radírszivacs (Wishab szivacs⁵⁰) használata. Ebből a fehér színű, alacsonyabb kéntartalmú változat javasolt, lehetőleg kisebb darabokra vágva és finoman dörzsölve a felületet. Végül a különböző vinilradírok, radírceruzák is használhatók, amennyiben a pergamen vagy bőr felülete nem nagyon sérült.

Korábban a szennyeződések minél teljesebb eltávolítása volt elfogadott, ma azonban már a tárgy története, korára utaló nyomok megtartására törekszünk, és ez

⁴³ A többi oldószer emberi egészségre sokkal veszélyesebb, ezért használatukat nagyon körültekintően kell mérlegelni.

⁴⁴ Waters 2007.

⁴⁵ Ha egyéb szerves műtárgyakon olvadék formájában alkalmazzuk, a ciklododekán maga is oldhat szennyeződések, ez lehet az oka az esetenként kialakuló peremnek az átkent felület körül.

⁴⁶ Jägers – Sicken 2012. pp. 36–38.

⁴⁷ Ilyen pl. bizonyos sámándobokon megfigyelhető korom, ami azért került a bőrre, mert a dobot használat előtt tűz fölé tartották, ezáltal a kissé megereszkedett dobőr kifeszült. (lásd jelen kötetben Beöthyé Kozocsa et al 18. kép.)

⁴⁸ Roelofs et al 1999. (az eredeti cikk fordítása megjelent: Papíripár 2004/2, pp. 67–72., www.pny.me.hu/kiadvanyaink).

⁴⁹ Restaurálási anyagokat, eszközöket forgalmazó cégek egyéb tisztításra ajánlott szivacsokat is árulnak, ezek összetételéről a szerzőknek nincs információja. Használatuk előzetes próba után javasolt.

⁵⁰ A sárga színű anyaga sztirol-butadiéngumi, a fehér szivacs anyaga fak-tisz, amit növényi olajokból kénnel történő melegítéssel állítanak elő. A radírszivacs hátoldalára felvitt kék műanyag poliuretán-észter.

a muzeológusok, levéltárosok elvárásaival is találkozunk. Összehajtva tárolt pergamen oklevelek esetében gyakori, hogy a felület nem egyenletesen szennyeződött, a külső oldalak porosabbak, besötétedtek. Ebben az esetben nem cél az egyenletes felület kialakítása, fontos megtartani a tárgy történetéhez tartozó, tárolásának módjából eredő jeleket (1. kép).

A pergamen és cserzetlen bőr tárgyak száraz tisztításának egy lehetséges módja a *lézeres tisztítás*, ez azonban még kísérleti stádiumban van. A módszer azon alapul, hogy a műtárgyra bocsátott lézer sugárzás hatására a felületen lévő anyagokból (szennyeződésből) plazma képződik, ami eltávozik, esetleg fényjelenség kíséretében. Ezt a folyamatot ablációnak nevezzük. A közvetítő anyag az ún. lézerközeg típusa határozza meg a kibocsátott lézersugárzás hullámhosszát.⁵¹ A lézerimpulzus intenzitásától függ, hogy milyen típusú szennyeződést képes eltávolítani, ezt többnyire tapasztalati úton kell kikísérletezni. A sugárnyaláb fókuszálásával pedig beállítható az egyszerre megtisztított terület nagysága, ezáltal lehetőség van írott részekben akár a betűk közötti területek tisztítására is (2. kép).

Az eddigi tapasztalatok szerint a felületi szennyeződés eltávolítását gyorsan és egyenletesen lehet elvégezni az 532 nm-es lézersugárzás segítségével. Azoknál a szennyeződéseknel, melyek mélyebben a pergamenbe szívódtak, csak részleges eredmény érhető el annak károsítása nélkül.⁵² Az írott, festett területek tisztítása is problematikus lehet, mert a lézersugárzás megváltoztathatja bizonyos pigmentek színét, illetve eltávolíthatja a tinták egy részét, különösen a fekete színűeket.

Nedves, oldószeres tisztításra általában erősebben szennyezett és többnyire barkás pergamen vagy cserzetlen bőr esetén kerülhet sor. Sokszor a folyamat végén az anyag puhítása és a tárgy formára igazítása is megtörténik. A nedves, oldószeres tisztítás komoly kockázatokkal jár. Egyrészt a bőr tömöttebb (far, hát) és lazább szerkezetű (hasszél) részein különböző mértékben duzzad meg a nedvesség hatására. Ez esetenként a száradás után is megmaradó méretváltozást, hullámosodást okozhat. Másrészt az erőteljesen lebomlott bőr felületén még kis mennyiségű víz hatására is zselatinálódás alakulhat ki. A fentiek miatt fontos ügyelni a műhely hőmérsékletére, valamint a szárítás körülményeire és időtartamára is.⁵³ A nedves tisztítás különösen veszélyes savak, vas- vagy rézvegyületek által károsított területeken (pl. tintamarás), mivel ezek víz-, illetve alkoholfelvétele nagymértékben eltér az ép bőrterületekétől. Ezen kívül az oldószerek hatására az író- és



1. kép. Elszíneződés eredetileg összehajtván tárolt pergamen oklevél hátoldalán, restaurálás utáni állapot (MNM, fotó: Nyíri Gábor).



2. kép. Lézeres tisztítási próba egy írott pergamen oklevél felületén (magántulajdon, fotó: Orosz Katalin).

festőanyagok, tulajdonbélyegzők megduzzadhatnak és átvérezhetnek a lap másik oldalára, ezért mindenképpen oldódási próbát kell végezni a kezelés előtt.

Vizes, illetve szerves oldószeres likkerek, szilikonos- és egyéb emulziók többnyire nem javasoltak pergamen és cserzetlen bőr tisztításához, legfeljebb kötőpergamen esetében, de használatukat nagyon meg kell fontolni. Készen kapható, nem ismert összetételű emulziót csak kémhatásának ellenőrzése és modellkísérlet után alkalmazzunk műtárgyra.⁵⁴

Leggyakoribb az etilalkohol vagy izopropil alkohol 60–70%-os vizes oldatának használata, amivel poláris szennyeződések lehet kioldani az anyagból. Ezt általában tamponálással végzik. Az izopropil alkohol lassú párolgása miatt kevésbé szárítja a pergament, ezért előnyösebb a használata.

A zsíros szennyeződések oldását végezhetjük nemionos felületaktív anyag habjával, esetleg ökörepe⁵⁵ szappan habjával tamponálással, ezeket azonban el kell távolítani

⁵¹ A nemesgáz halogenidek az UV tartományban (308 nm), a szilárd testek (pl. Nd:YAG lézer) a látható (532 nm) és az infravörös (1064 nm) tartományban bocsátanak ki lézersugárzást, ezek energiája eltérő. Az UV sugárzás nagy energiája kémiai lebomlási folyamatokat indíthat el, vagy gyorsíthat fel a pergamenben, illetve a színes anyagokban, tintában, az infravörös sugárzás pedig nagy hőtartalma miatt okozhat károsodást a műtárgyban.

⁵² Hildenhausen et al 2008.

⁵³ Lásd jelen kötetben Beóthy Kozocsa et al 2013. p. 92.

⁵⁴ Korábban pergamen kötések tisztítására használták a Bőr- és Cipőipari Kutatóintézet által készített ún. szilikonos emulziót, ami azonban néha, az előállítás módjától függően, erősen lúgos kémhatású volt.

⁵⁵ Az ökörepe fontosabb összetevői: víz, sók, pigmentek, koleszterin, különféle ionok, zsírsavak, epesavak, szervesetlen sók, szulfátok, mucin, lecitin, glicuronsav, porfirinek, karbamid. Forrás: termékismertető, http://www.neogen.com/Acumedial/pdf/ProdInfo/7216_PL.pdf



3. kép. Erősen szennyezett pergamenborítású könyvtábla „túltisztított” állapota (fotó: Orosz Katalin).

a felületről alkoholos áttöréssel. Ez a kezelés csak barkás pergamen vagy bőr esetén alkalmazható, hiszen a lecsiszolt barkájú pergamenből nem lehet kioldani a szappan maradékot. Felületaktív anyag vagy ökörepe szappan habját gyakran alkalmazzák könyvkötéseken, ahol nagyon erőteljes, látványos tisztulást lehet elérni. Itt különösen ügyelni kell a túltisztítás elkerülésére (3. kép).

Fehérités pergamen tárgyak esetében nem végezhető, mert a fehéritőszereket nem lehet maradéktalanul eltávolítani, így azok tovább roncsolják (pl. oxidáció útján) a bőrt. A Corvina program keretében kisméretű pergamen töredékeken végzett kísérletek során minden fehéritőszerezellel történt kezelés után a minták károsodását, törékennyé, merevvé válását figyelték meg.⁵⁶

Régi ragasztó, javítás eltávolítása

Gyakori, hogy javított vagy korábban már restaurált műtárgy kerül a restauráló műhelybe. Ilyenkor része lehet a kezelésnek a tárgyat károsító, esztétikailag zavaró, illetve a tanulmányozást és/vagy a konzerválást akadályozó ragasztóanyagok, javítások eltávolítása. Ennek szükségességéről a restaurálás-etikai elvek figyelembevételével kell dönteni, mérlegelve a korábbi beavatkozás információs és történeti értékét.

A korábbi javításokat többnyire pergamen vagy papír segítségével végezték, ezek ragasztóanyaga lehet enyv, zselatin, keményítő vagy valamilyen műanyag ragasztó (többnyire poli(vinil-acetát), PVAc). Amennyiben nem szükséges a javítócsík megőrzése, kevés vízzel duzzasztott metil-cellulóz pasztát alkalmazhatunk pakolásként közvetlenül a csík felületén, ami elegendő nedvességet juttat a kollagén típusú ragasztóanyagokba azok felpuhításához, így lehetővé válik mechanikus eltávolításuk. Ennél kíméletesebb megoldás a félig áteresztő membrán segítségével

⁵⁶ Beöthyne Kozocsa 1992. p. 35.



4. kép. Selyemszítával megerősített oklevél részlete (fotó: Orosz Katalin).

végzett párasítás. Mindkét esetben figyelembe kell venni, hogy a nedvesítés csak helyileg történik, ami feszültséget okozhat a műtárgy nedves és száraz részei között.

A PVAc ragasztók eltávolítását etilalkoholos vagy acetons duzzasztás után lehet megpróbálni mechanikusan, ez azonban lassúbb folyamat, ezért mindenképp a bőr erőteljesebb nedvesítésével jár. A pergamen oklevelek esetében a tárgyakat egy időben hátoldalról vékony selyemszítával (vagy ún. malomszítával, szintetikus szövet) erősítették meg, amit általában PVAc ragasztóval rögzítettek az oklevél szélein körben és a szakadások, hiányok mentén. Ennek a megerősítő anyagnak az eltávolítása is a fent leírt módon duzzasztás után mechanikusan kísérlelhető meg.⁵⁷ A penésztől meggyengült vagy tintamarásos pergamen esetében azonban nagy a további károsodás veszélye ezért megfontolandó, hogy vállaljuk-e a javítás eltávolítását (4. kép).

Az 1960–70-es években gyakori volt az ún. kondenzátortorpaper használata az írott pergamen és papírtárgyak javításához, mivel nem állt rendelkezésre egyéb hajlékony, áttetsző anyag a megerősítéshez. A nagyon erősen őrölt rostokból készült, rendkívül vékony, zárt felületű papír idővel megsárgul, áttetszősége csökken, savasodik, ezért el kell távolítani a felületről. A leoldás módja, oldószere az alkalmazott ragasztótól függ.

A pergamen nagyon időtálló és mindig is drága anyag volt, ezért a valamilyen ok miatt már nem használt, esetleg értéktelenné vált kéziratok lapokat felhasználták könyvek borítására, gerinckasírozáshoz vagy oromszegő alap készítéséhez. Ezek a töredékek ma sokszor pótolhatatlan történeti források, ezért a muzeológusok, történészek sok esetben kérik leválasztásukat a kötetekről (5–6. kép). Ezt a lépést alaposan kell mérlegelni, mert a tárgy integritásának megbontását jelenti. A megfelelő pontos és szakszerű dokumentálás itt különösen fontos szerepet kap.

⁵⁷ Beöthyne Kozocsa 1995.



5-6. kép.

Írott kéziratok töredékei felhasználásra és gerinckasírozásként (OSZK, fotó: Tóth Zsuzsanna).

A töredékek leválasztása és megtisztítása a ragasztótól a fent leírt módszerekkel oldható meg, majd többnyire minimális fizikai megerősítésre is szükség van. Ha összetartozó darabokat találunk, azok összeillesztése, egymáshoz rögzítése is része a feladatnak.

Semlegesítés/kémiai stabilizálás

A kollagén anyagában bizonyos külső hatások következtében savas hidrolízis és oxidációs lebomlás mehet végbe. Az így károsodott műtárgyak esetében felmerül a kémiai stabilizálás kérdése, vagyis a savas és az oxidációs lebomlás megállítása, lassítása a káros anyagok semlegesítésével, kioldásával, illetve blokkolásával (7. kép). Az a tapasztalat, hogy a pergamen kémiai stabilizálása több kockázatot hordoz magában, mint amennyi haszonnal kecsegtet, ezért a ma ismert eljárásokkal nem javasolt. Mivel a jelenség a papír dokumentumok esetében komoly problémát okoz, számos kutatás, vizsgálat és kísérlet irányult a tintamarásos papíryanag kémiai stabilizálásának megoldására. Érdekes tehát e kutatásokat figyelemmel kísérni és az újabb módszerek lehetséges átvételét megfontolni, természetesen mindig szem előtt tartva a kollagén eltérő tulajdonságait és viselkedését.

Ide kapcsolódik az elhalványodott gubacstintával írt írás „előhívása”, melyet 19. századi leírásokban⁵⁸ ajánlanak, és előfordult alkalmazása 20. századi restaurátor műhelyekben is. Ennek során általában vizes áztatást és savas kezeléseket alkalmaztak, melyek erősen károsíthatják a pergament, ezért e módszer nem javasolt. Az elhalványult írás UV sugárzással megvilágítva azonban a gubacstinta vastartalma miatt többnyire jobban olvasható, mint látható fényben, és az így „előhívott” szöveg fényképen is rögzíthető (8-9. kép). Ez a tárgy számára kíméletes megoldást jelent.



7. kép. Egy tintamarástól károsodott 15. századi kódexlap részlete (fotó: Orosz Katalin).



8-9. kép. Elhalványodott írás képe egy oklevél részletén normál fényben és UV sugárzásban (magántulajdon, fotó: Nyíri Gábor).

⁵⁸ Pl. Moigno leírása a Bulletin de la Société Chimique de Paris-ban 1864-ben.

Lágyítás, puhítás

A pergamenből és cserzetlen bőrből készült, illetve ezt tartalmazó tárgyak leggyakoribb károsodása a bőr deformációja, hullámosodása, kiszáradása, merevvé válása és az ezekhez is köthető fizikai sérülések. A lágyítás célja a bőr nedvességtartalmának növelése, a térbeli torzulás csökkentése, a tanulmányozhatóság, illetve az esztétikai kép javítása érdekében. Ellazult, kisimított állapotban a tárgy megerősítése, kiegészítése is könnyebben elvégezhető.

A bőr puhítása a tárgy restaurálásához vagy bemutatásához sokszor elengedhetetlen, ugyanakkor kockázatos lépés. Ehhez az idők során különböző anyagokat próbáltak ki és alkalmaznak eltérő eredménnyel.

Lágyítás folyékony halmazállapotú kezelőszerekkel

A legkorábbi eljárások között találjuk a pergamen átkenését vagy permetezését híg pergamenenyvvel olajos, zsíros, viaszos anyagokkal (pl. lanolin, cetvelő, méhviasz, tojássárgája). Ezek hátránya lehet a lecsiszolt barkájú pergamen esetében az eredetileg bolyhos felület megváltoztatása, a rostok letapasztása, szín- és tónusváltozás. Ezen kívül a zsíros anyagok bevitele megnehezíti a későbbi ragasztások elvégzését, valamint a triglicerid zsírok lebomlása során keletkező zsírsavak a bőr anyagának és a vele összeépített réz alkatrészeknek a károsodását okozhatják. Ma már a fenti módszereket nem alkalmazzák.

Az 1980-as években kísérletek történtek a merev, kemény pergamenek poli-etilén-glikol (PEG) kisebb molekulású változataival (400, 600) történő átítatására. A PEG nagy molekulájú, higroszkópos szerves anyag, vízben és más, elsősorban poláris oldószerekben – aceton, alkoholok, benzol, glicerin, aromás szénhidrogének – jól oldódik. A bőrben segít megkötni a vizet, hátránya, hogy száraz körülmények között képes a műtárgy anyagából is elszívni a nedvességet, így a kötött vizet is kivonhatja belőle. Kockázatot jelent továbbá, hogy nagy molekulamérete miatt, utólag csak hosszas áztatással lehet kivonni a pergamenből, és nem biztos, hogy teljesen. A visszafordíthatóság etikai követelményének tehát nem felel meg.

A hőtől károsodott, zsugorodott és megkeményedett pergamenek lágyítása különösen nehéz feladat. Erre kísérletezték ki a 60-as években⁵⁹ a karbamid 5–10%-os etilalkoholos oldatával történő átítatást 20 perces bemelegítéssel. Esetenként a kezelőoldathoz kevés desztillált vizet is adagoltak, majd a pergament szívópapírok között enyhén lenehéztítve szárították, végül cetvelő 1–2%-os benzolos emulziójával átkenték. A karbamid lágyító hatása azon alapul, hogy képes a sókötések megbontására a pergamenben, majd hidrogénkötéssel a kollagénhez kapcsolódik. Ez utóbbi miatt mondják, hogy enyhe cserző hatással bír. Mivel kémiai megváltoztatja az anyag szerkezetét, puhításhoz nem javasolt, azonban az összet-

padt pergamenlapok szétválasztásához ma sem ismerünk jobb megoldást.

A karbamiddal és cetvelővel is kezelt pergamenek egy részénél néhány évtized után azt tapasztalták, hogy azok áttetszővé váltak, vagy besötétedtek. A hosszú távú hatást erősen befolyásolja az alkalmazott cetvelő oldat koncentrációja. Amennyiben 1–1,5%-nál nem töményebb benzolos oldattal történik a kezelés, nem tapasztalható változás. Jó példa erre a Corvina programban restaurált ún. Dozmati kódex, melynek lapjait lágyítás után 1%-os cetvelő oldattal átkenték, azonban 40 év elteltével sem látható rajtuk áttetszőség vagy sötétedés.⁶⁰

A pergamen vagy cserzetlen bőr gyors lágyítására korábban elterjedten használták a 60–70%-os etilalkoholos tamponálást vagy porlasztást, melyet általában az oldószeres tisztítással egy lépésben végeztek. (A módszer veszélyeit lásd a nedves tisztítás című fejezetben.)

Kompozit tárgyak esetében az alkalmazás előtt ellenőrizni kell a többi anyag (fa, textil, fém) reakcióját a tisztítókeverékre.

A pergamen szerkezete erősen függ a száradási körülményektől, ezért veszélyes lehet folyékony halmazállapotú vízzel nedvesíteni a restaurálás során. Mivel valószínűtlen, hogy az eredeti feszítést ismét végre lehet hajtani rajta, minden újraszárítás változást okoz a rostok elrendezésében, összetapadásában.

Lágyítás párástással

Jelenlegi ismereteink szerint a lágyítás legkíméletesebb módszere a párástás, azonban annak módjában és esz- közeiben nagy eltérések lehetnek, melyek befolyásolják a műtárgyban végbemenő változásokat. A műtárgy állapotának ismeretében az alábbi lehetőségek közül ki tudjuk választani a legkevesebb kockázattal járó, ugyanakkor hatékony módszert. Mint azt már említettük, az öregedett, károsodott pergamen és cserzetlen bőr nem csak elveszti kötött víztartalma egy részét, de gyengül az a képessége is, hogy újra nedvességet tudjon felvenni és megkötni. Ezzel egyre inkább rezisztenssé válik a párástással végzett lágyításra is, miközben száradása rövidebb idő alatt megy végbe, mert a vizet gyorsabban adja le, mint új korában.⁶¹ Ezt a megváltozott viselkedést figyelembe kell venni a kezelés körülményeinek és módjának megtervezésekor.

A nagyon erősen károsodott, lebomlott pergamen párástása megfontolandó, mert a vízfelvétellel járó hőfelszabadulás elérheti az eredetinel alacsonyabb zsugorodási hőmérséklet értékét és helyi zselatinálódást okozhat a kollagénben. Hasonlóan nem javasolt a tintamarásos, savas pergamen és bőr esetében sem, mert vízfelvételkor elindulhat a savak vándorlása, ami a környező még ép területek károsodásához vezet.

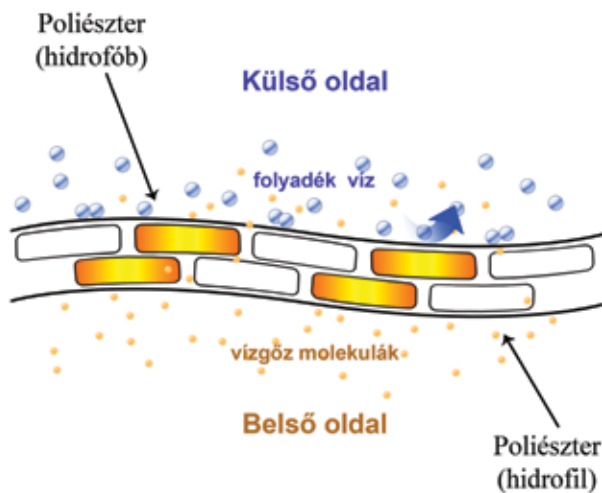
⁵⁹ Az eljárást eredetileg egy orosz restaurátor dolgozta ki. Belaya 1969.

⁶⁰ Beöthyne Kozocsa 1976. Megjegyezzük, hogy cetvelőt ma már nem forgalmaznak, a benzol használata pedig rendkívül egészségkárosító hatásai miatt nem ajánlott.

⁶¹ Haines 1999.



10. kép.
Ultrahangos párasító
készülék működési
rajza (grafika:
Kovács Dániel).



11. kép. A Sympatex féligáteresztő hártya szerkezete (grafika:
Gerlei Katalin).

A vízpára előállítás és műtárgyba juttatása eltérő módszerekkel és eszközökkel történhet.

Az *ultrahangos párasító* nagyfrekvenciájú hangrezgések segítségével extra finom vízpermetet hoz létre, és ezt bocsátja ki a légtérbe. Mivel itt nem molekuláris méretű vízpára keletkezik, a vízcseppecskék nehezebben tudnak a bőr mélyére hatolni. Előbb a felületen hatnak, ezzel potenciálisan feszültségek keletkezhetnek a műtárgy különböző rétegei között. Általában műanyagból, fémből épített kamrában vagy műanyag fóliából készült sátorban alkalmazzák e készülékeket. A hatást egyenletesebbé teszi, ha kis ventilátor is működik a zárt térben. A módszer előnye, hogy egy páramérővel ellenőrizhető a relatív légnedvesség szintje a pára kamrában. Hátránya, hogy nem lehet pontosan beállítani a kívánt páratartalmat, és mivel a készülék nem forralja fel a vizet, ezért baktériumok szaporodhatnak el benne, ha huzamosabb ideig áll a tartályban (10. kép).

A *féligáteresztő fóliák* (Gore-tex, Sympatex, stb.) több réteg műanyag hártlyából álló rendszerek, melyeken a vízcsepp méreténél jóval kisebb pórusok vannak. Ennek következtében a membránon a víz csak különálló molekulák formájában tud áthaladni. Így képes mélyen bejutni

az amorf tartományba, ezzel nő az esély az egyenletes nedvesítésre (11. kép). Párasításkor a membránt közvetlenül a tárgy felületére helyezjük és nedves szivópapírral, valamint polietilén fóliával beborítjuk, hogy csökkentsük a párolgást.

Előnyük, hogy mind teljes felületen, mind helyileg is alkalmazhatók, így szükség esetén (pl. összetett anyagú műtárgyknál) nem kell az egész tárgyat kitenni a magas páratartalomnak. A fatestű doboz, dobozok esetében ugyanakkor problémát jelenthet, ha a fát nem lehet izolálni, és az is megduzzad a kezelés során. A membránok alkalmazásának hátránya, hogy a fólia alatt nem könnyű ellenőrizni a légnedvességet. Kockázatot jelent, hogy a kis légtér miatt az átdiffundált vízmolekulák mennyisége egy idő után megnő, és a relatív légnedvesség egyes helyeken eléri a 100%-ot, majd folyadék formájában lecsapódik. Ennek megelőzésére gyakrabban kell ellenőrizni a tárgy állapotát, mint egy pára kamrában. Megjegyezzük, hogy rendkívül vízérzékeny tárgyak párasítását csökkentett víztartalmú (60% etanol) oldattal is meg lehet kísérelni a membránon keresztül, ekkor természetesen ellenőrizni kell a tárgyon lévő színes anyagok stabilitását ezen oldószergőz jelenlétében. A tulajdonbélyegzők különösen érzékenyek az etilalkoholra, azonban kis méretük miatt a párasítás alatt polietilén fóliából vágott kis folttal letakarhatók, így ott nem éri a pergamen felületét az oldószer gőze. A lap ekkor ezen a területen nem lágyul, de ez többnyire nem akadályozza meg a simítását.

Függőpecsétés oklevelek fém- vagy viaszpecsétjeit és a fémszál-, selyem- vagy kender függesztőanyagot polietilén fóliával izoláljuk. Ezzel elkerülhetjük a színes zsinórok színezékeinek oldódását és levérzését valamint a fémek korrózióját.

Festett vagy írott tárgyak lágyításakor magas RH hatására a kötőanyagok megpuhulhatnak s később a segédanyagokhoz tapadhat a festék, a tinta. Ez a lágyítás előtti ellenőrzéssel elkerülhető.

Távolról nedvesítésnél a tárgyra több rétegű száraz szivópapírt és ezekre egy vagy több nyirkos szivópapírt helyezünk, majd az így kialakult szendvicset beborítjuk polietilén fóliával a párolgás csökkentése érdekében. Ideális esetben, ha a folyadék víz nem szivárog át egyik rétegből a másikba, a víz csak gőz, tehát molekuláris formában van jelen. Előnyei és kockázatai, ha nincs érintkezés a folyadék vízzel, hasonlóak a féligáteresztő hártlyákéhoz. Itt megjegyezzük, hogy hasonló elven, pára kamrába helyezett hideg vízzel töltött tálakkal, vagy nedves szivópapírokkal is lehet növelni a relatív légnedvességet.

Telített sóoldatok feletti zárt térben egyensúlyi páratartalom alakul ki, ami annak köszönhető, hogy az oldat vízleadása a légtérbe és vízfelvétele onnan egyensúlyba kerül. Ez az RH az egyes sók esetében más és más érték, mely a hőmérséklet változása során csak kevésbé változik (2. táblázat).⁶²

⁶² Járó 1991. pp. 54–55.

2. táblázat: A levegő RH-ja különböző telített sóoldatok feletti zárt térben

Só T °C	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
MgCl ₂	33,6	33,5	33,3	33,1	32,8
K ₂ CO ₃	43,1	43,1	43,1	43,2	43,2
NaBr	63,5	62,2	60,7	59,1	57,6
NaCl	75,7	75,7	75,6	75,7	75,3
KCl	87,7	86,8	85,9	85,1	84,3

Ennek köszönhetően a sóoldatos párákamrákban lehetőség van arra, hogy tartósan beállítsunk pl. 50–60% körüli relatív légnedvességet, mely mellett akár több hónapon keresztül lehet fokozatosan és biztonságosan lágyítani a tárgyakat. A párákamrát legegyszerűbben fóliasátorba helyezett telített sóoldatot tartalmazó tálak segítségével készíthetjük el. A párasítandó tárgyat egy segédanyaggal borított rácsra, hálóra a tálak fölé helyezük. Mivel a só kristályosodása során hajlamos felkúszni az edények oldalán, fontos, hogy ezek ne érintkezhesse a műtárggyal.⁶³

Az eljárás kiemelkedő előnye, hogy pontosan szabályozható a légtér RH-ja és nem kell aggódni az éjszakai lehülés következtében történő páralecsapódás miatt. A telített sóoldatokhoz hasonló hatású, amikor előre kondicionált szilikagéllal állítjuk be a páratartalmat egy zárt térben.

Léteznek olyan párákamrák, melyek klimatizáltak, ezekben a relatív légnedvességet és a hőmérsékletet is pontosan szabályozni lehet. Ezekbe a víz általában gőz halmazállapotban, tehát molekuláris méretben kerül.

Általánosságban a lassúbb, kíméletesebb módszerek javasoltak, mint pl. a telített sóoldattal beállított 60–65% páratartalmú térben történő elhelyezés.

A szerzők tapasztalata szerint a nagyon érzékeny tárgyak 50–55% relatív páratartalmú térben is eredményesen lágyíthatók. Természetesen ez hosszabb időt vesz igénybe, azonban a hatás egyenletesebb, kíméletesebb, jól kontrollálható és nem áll fenn a penészedés veszélye. Az 50%-os RH-t beállíthatjuk sókeverék telített oldata felett,⁶⁴ vagy erre az értékre előkondicionált szilikagél segítségével jól záró párákamrában.⁶⁵

Amennyiben ultrahangos párasító berendezést alkalmazunk, folyamatosan ellenőrizzük a klímát és lehetőleg ne engedjük az RH-t 80% fölé kúszni. Ha nem lágyul meg a pergamen néhány óra alatt, semmiképpen ne hagyjuk éjszakára túl magas (pl. 80%) páratartalmú térben. Kerüljük az ismételt gyors nyirkosítás-száradás ciklusokat.⁶⁶

⁶³ A só felkúszását megakadályozhatjuk, ha félig áteresztő hártárával takarjuk le az edényt.

⁶⁴ Pl. NaCl és MgCl₂ keveréke.

⁶⁵ Amennyiben fóliasátrat használunk, az többnyire nem zár tökéletesen, ezért a telített sóoldatra jellemző RH értéknél néhány százalékkal alacsonyabb páratartalom állandósul.

⁶⁶ Lásd jelen kötetben Beöthy né Kozocsa et al. p. 92.

Itt említjük meg a kombinált fémfonallal, illetve zselatin flitterekkel díszített textilek tisztítása, lágyítása során jelentkező problémákat. Mivel a fonalak rendkívül vékony kollagén alapú csikjai nem cserzettek, különösen érzékenyek a nedvesítésre, sőt a párasításra is. Ugyanez mondható el a zselatin flitterek egy részéről is, melyek felületét nem kezelték vagy denaturálták. Ezek a kis díszítmények a párasítás hatására erőteljesen megduzzadhatnak, ezért a felületükre vitt fémfólia megrepedezhet, esetleg leválhat, száradáskor pedig a flitter zsugorodik, deformálódik.

Simítás, préselés, szárítás

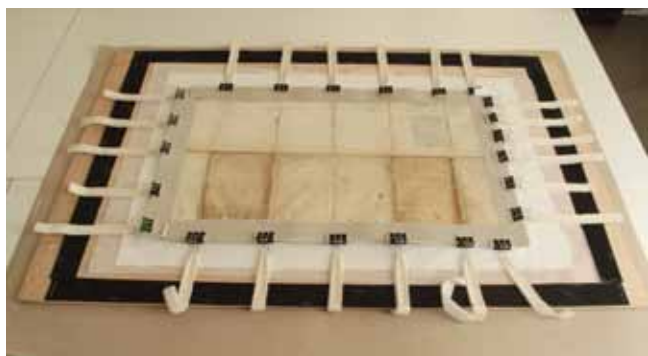
A nedves, oldószeres kezeléseket, puhítást követi a pergamen vagy cserzetlen bőr simítása, formára igazítása és szárítása. Ennek során megfelelően hosszú időt kell biztosítani a víz leadásához, hogy minimálisra csökkentsük a rostszerkezeten belüli feszültséget.

A cél általában a tárgy eredeti esztétikai megjelenésének, esetleg méretének a helyreállítása, amennyire ez lehetséges. Természetesen a használat és tárolás során bekövetkezett deformáció (pl. egy összehajtott oklevél hajtási nyúlása) nem szüntethető meg, és ez ma már a muzeológusok, levéltárosok részéről sem elvárás. Írott felületek (oklevelek, könyv- és kéziratok lapok) esetében a szöveg olvashatósága, a címerkép, iniciálé, miniatúra tanulmányozhatósága, a könyv lapozhatósága a cél. Sík tárgyak esetében inkább simításról, háromdimenziós tárgyak kezelésekor formára igazításról beszélünk. Az utóbbi esetben a munkafolyamat többnyire magában foglalja a ragasztást, alátámasztást, kiegészítést is, ezért ezt a következő fejezetben részletezzük.

A nedves, nyirkos pergamen simítása préseléssel vagy feszítéssel történhet. Az oldószertől a kollagénrostok többé-kevésbé megduzzadnak, az anyag valamelyest nyújthatóvá válik, meg lehet próbálni csökkenteni a ráncokat, deformációt. Az írott, festett, vagy fémfóliával díszített felületen azonban nagyon óvatosnak kell lenni, mert a festékréteg és a fémfólia nem biztos, hogy követni tudja a pergamen mozgását, ezért megrepedhet.

A préselést mindig sima felületű segédanyagok (Bordina, illetve Hollytex nem szövött poliészter lap) és szívópapírok valamint présdeszkák között végezzük. A segédanyagra azért van szükség, hogy védjük a tárgy felületét és a festék, tinta ne ragadjon bele a szívópapírba. A folyadék formában alkalmazott nedvességtől erősen felpuhult, megágyult festékréteg azonban néha a segédanyag felületére is áttapadhat. A préselés erősségének megválasztása fontos, mert ha túl nagy erő hat a nedves pergamenre, a rostok összetapadhatnak benne, és áttetszővé válhat. Minél nedvesebb az anyag és minél nagyobb nyomás nehezedik rá, annál nagyobb az áttetszővé válás veszélye. A préselés másik hátránya lehet az illuminált kódexlapok esetében, hogy a fémfóliák alá felvitt enyhén kidomborodó alapozás az erősebb nyomás miatt megrepedezhet, sérülhet.

Ha függőpecsétes oklevelek simítását akarjuk lenehezítéssel végezni, akkor a segédanyagokból (szívópapí-



12–13. kép. Pergamen oklevél feszítése tépőzáras feszítőtáblán (fotó: Nyíri Gábor). Restaurátor: Sophie Kurtzman.



rok, papírlemez) ki kell vágni a függesztőanyag helyét és formáját, hogy az ne préselődjön, és ne nyomódjon bele a pergamenbe. Mivel a pecsét az oklevelek hitelességét biztosította, rögzítése pedig olyan módon történt, hogy csak a zsinór elvágásával lehessen eltávolítani, a restaurálás során a pergamennel együtt kell kezelni.⁶⁷ E tárgyaknál a feszítés kíméletesebb, ezért inkább javasolt megoldás, mint a préselés (lásd alább).

Az árnyjáték figurák simítását enyhe lenehezítéssel lehet elvégezni, mert a mozgó alkatrészek rögzítési pontjain több réteg bőr vagy pergamen van egymáson, így a tárgy vastagsága egyenetlen. A mozgatást lehetővé tevő szaru fogók is kidomborodnak, ezért filccel, szívópapírral érdemes kiegyenlíteni kissé a vastagságbeli különbségeket, majd így deszkák közé téve finoman lesúlyozni a tárgyat.

A pergamen legyezők lapja rendkívül finom, vékony anyagból készült, többnyire csak enyhe lágyítása, nyirkosítása szükséges az alátámasztások, kiegészítések elvégzéséhez. A nyirkos lap simítását ebben az esetben mindig egy, a kinyitott legyező cikk-cakk formáját követő szilárd alapon kell végezni, sokszor az alátámasztással egy lépésben.⁶⁸

Erősen sérült kéziratok, kötéspergamenek, dobbörök, oklevelek simítását, a hajtási nyúlások, deformáció mérséklését a legeredményesebben és legkíméletesebben feszítéssel lehet megoldani. A pergamen készítésekor a feszítés során alakul ki a végleges szerkezet, a kollagénrostok megnyúlt állapotban a felülettel párhuzamosan rendeződnek, a köztük maradt és lerakódott mészszerű szabad teret biztosít a rostok között, így a kész anyag opakká válik, fehéres színű lesz. Az öregedés, a használat során a páratartalom változása, a nedvesedés-száradás ciklusok miatt a kollagén szerkezete kissé módosul, a pergamen deformálódik, amit tovább növelnek a fizikai hatások és a készítéstechnikai, tárolási jellemzők. A lágyítás utáni feszítés előnye, hogy a készítés során kialakított szerkezet visszaállítására irányul. Az alkalmazott húzóerő ekkor



14. kép. Pergamen kíméletes feszítése mágnesek segítségével.

természetesen közel sem lehet olyan nagy, mint a készítéskor, mert az a pergamen további sérüléseit okozná. Sík tárgyak feszítését több módon lehet elvégezni, de mindig egy rugalmas rendszer létrehozására törekszünk. A pergamen széleit filcek, kartonok közbeiktatásával körben iratcsipeszek közé fogjuk, majd ezeket egyenletesen meghúzzuk és rögzítjük. A rugalmas szerkezetet biztosíthatjuk a csipeszhez rögzített gumiszalagokkal vagy puha tépőzár-csíkkal. Utóbbi esetben a tépőzárhoz tartozó merevebb szalagot tűzőkapoccsal a feszítőtáblához tűzzük (12–13. kép).

A módszer előnye, hogy a pergamen száradás közben mozogni tud, képes a csipeszből kihúzni magát, ha túl erős a feszítés, így elkerülhető a tárgy sérülése. Fontos, hogy körben egyenletes legyen a feszítés, és nagyon lassan történjen a szárítás. A tárgyat a feszítőtáblán le kell takarni Bondinával, szívópapírral, vagy filclappal, és érdemes a tetejére lazán egy polietilén fóliát is teríteni.

Sérült, szakadozott, hiányos, esetleg égett pergamen kíméletes feszítését végezhetjük lokálisan mágnesek segítségével. Ekkor a nyirkosított tárgyat egy segédanyaggal letakart rozsdamentes acéllemezzel⁶⁹ fektetjük, majd pamutvászonnal vagy Bondinával beburkolt apró mágnesekkel rögzítjük a széleket, szakadásokat, végül a tárgyat a fent leírt módon letakarjuk (14. kép). Fontos, hogy jól válasszuk meg a mágnesek erősségét, hogy engedjék a pergament kissé mozogni.

⁶⁷ A zsinór elvágása és a pecsét leválasztása a restaurálás idejére csak végső esetben, a tárgy tulajdonosa, illetve levéltáros, muzeológus engedélyével történhet. Mivel ez a tárgy integritását és hitelességét veszélyeztető lépés, lehetőleg mindenképp el kell kerülni. Amennyiben mégis leválasztjuk, a kezelés után az eredeti módon vissza kell rögzíteni és minden lépést nagyon gondosan fotókkal dokumentálni kell.

⁶⁸ Lásd részletesebben Darabos 2007.

⁶⁹ A rozsdamentes acéllemez bizonyos típusaira az ötvözőanyag miatt nem tapadnak a mágnesek, ezt érdemes ellenőrizni használat előtt. Alkalmazható sértetlen felületű horganyzott, vagy zománczott vaslap is.

Bármilyen módon simítjuk is a pergament vagy a cserzetlen bőrt, a restauráló műhely klímáját igyekezzünk egyenletes értéken tartani, lehetőleg 50–55% RH és 20–22°C között. Kívánatos volna, hogy a relatív páratartalom a restaurálás teljes időtartama alatt ezek között az értékek között legyen, de a lágyítás, simítás, formára igazítás és szárítás alatt mindenképpen törekedni kell rá. Ezzel elősegíthetjük, hogy a vízleadás lassan, fokozatosan történjen, és a folyamat végén a pergamenben maradjon annyi kötött víz, ami a rugalmasságát biztosítja.

A pergamen formára igazítása, megerősítése, kiegészítése

Ezen összetett munkafolyamat célja a tárgy fizikai stabilizálása a tárgyalakotók ragasztóanyagokkal történő megerősítése, alátámasztása és kiegészítése útján.

A megerősítés korábban alkalmazott, ma már nem javasolt módja a híg ragasztóval (pergamenenyv, zselatin, hidroxipropil-cellulóz alkoholos oldata) történő átkenés, bepermetezés. Ezek a ragasztóanyag nagy nedvességtartalma miatt a fehérje zselatinálódását okozhatják, továbbá megváltoztathatják a rostos szerkezetet és a tárgy színét.⁷⁰

Az erősen meggyengült, fizikai sérüléseket szenvedett pergamen vagy cserzetlen bőr megerősítésének leggyakoribb módja a különböző anyagokkal történő alátámasztás, melyet végezhetünk egy oldalról (ez a gyakoribb) vagy két oldalról. Használhatunk hozzá aranyverő hártát, műbelet,⁷¹ papírt, vékony pergament vagy öntött pergamenlapot (az utóbbi leírását lásd alább). Amennyiben írott felületre kell ragasztani, akkor mindenképpen átlátszó anyagot kell alkalmaznunk. Ennek a követelménynek csak az aranyverő hártya felel meg.

Az alátámasztás, megerősítés rögzítését többnyire kollagén ragasztókkal (zselatin, vizahólyageny, pergamenenyv), keményítőkkel (búza- vagy rizskeményítő), esetleg műanyag ragasztókkal (akrilát és poli(vinil-acetát) ragasztók) végezhetjük. Kiválasztáskor a következő szempontokat mérlegeljük: a ragasztó víztartalma, kémhatása, a felviteli hőmérséklet, a ragasztófilm meghúzásának ideje, a kötés erőssége, a film rugalmassága, visszaoldhatósága.⁷²

A kollagén alapú ragasztók előnye, hogy rugalmas filmet képeznek, jó kötést biztosítanak a pergamenhez, bőrhöz, gyorsan gélesednek és visszaoldhatók. Hátrányuk, hogy nagy víztartalmúak,⁷³ enyhén savasak és csak melegen használhatók. A legrugalmasabb a pergamenenyv és a vizahólyageny, utóbbi előnye még, hogy viszonylag alacsony hőmérsékleten felvihető. Dobbörök, cserzetlen

bőrök ragasztásához általában jól használhatók, azonban lecsiszolt barkájú írópergameneken könnyen átszívódnak és kemény, sötét foltot hagynak. Aranyverő hártával történő alátámasztáshoz általában vizahólyagenyvet vagy pergamenenyvet alkalmazunk, melyeket esetleg rizskeményítővel keverünk.

A nedvességre érzékeny pergamenek esetében a keményítők közül a rizskeményítő főzött, sűrű pasztája a legmegfelelőbb, mert viszonylag kicsi a víztartalma, ugyanakkor erős kötést biztosít. Filmje azonban kissé merev és később sokszor nehezen oldható vissza. Ragasztáskor viszonylag hosszú ideig tart a megszikkadása, vagyis sokáig kell egymáshoz szorítani a rögzítendő felületeket, ami háromdimenziós tárgyak esetében nem mindig oldható meg.

A cellulózzsármazékok ragasztóképessége csekélyebb, többnyire nem elegendő a pergamen és cserzetlen bőr ragasztásához, azonban nagy előnyük, hogy alkoholban is oldhatók, így nedvességre fokozottan érzékeny tárgyak esetében kisebb töredékek, szakadások, felválások rögzítésére megfelelőek lehetnek.

Az alkalmazott műanyag ragasztók vizes bázisú diszperziók, erős ragasztást biztosítanak, rugalmas filmet adnak, s mivel nagyméretű polimerek, nem szívódnak mélyen a pergamen és bőr rostjai közé, a filmjük duzzasztható és mechanikusan többnyire eltávolítható.⁷⁴ Az akrilát alapú ragasztók (pl. a Lascaux 496 és 362, két eltérő polimerizációs fokú változat, melyeknek 3:1 arányú keverékét használjuk) viszonylag hamar szikkadnak, keményítővel keverve növelik a film rugalmasságát és gyorsítják meghúzását.

A poli(vinil-acetát) szintén vizes diszperzió, enyhén savas kémhatású, rugalmas filmet képez, és nem szívódik mélyre a bőrben. Visszaoldása ugyancsak duzzasztással és mechanikai módszerekkel végezhető el. Általában rizskeményítővel keverve alkalmazzuk író és kötőpergameneken.

A háromdimenziós tárgyakon (pl. dobok, hintalovak) a szakadt, deformálódott pergamen vagy cserzetlen bőr puhítása, alátámasztása, a szakadásszélek összehúzóása és a formára igazítás egy lépésben történik. A térforma miatt különösen problematikus lehet a ragasztás rögzítése.

A dobbörök a készítés helyétől és módszerétől függetlenül nagyon eltérően viselkedhetnek. Sokszor cserzetlen bőrökkel találkozunk ezeken a tárgyakon, melyeket tisztítás, több-kevesebb áztatás után a dobtesten kifeszítve szárítottak meg. A használat során keletkezett szakadások többnyire szétnyíltak, a bőr deformálódott, zsugorodott állapotú. Tapasztalataink szerint a párásítással végzett lágyítás alatt a bőr általában megnyúlik, a szakadásszélek nyirkos állapotban összeilleszthetők, azonban száradáskor ismét szét húzódnak a bőr erős zsugorodása következtében.⁷⁵ Ilyenkor a dobbör teljes felületén történő, vagy helyi alátámasztása lehet a megoldás. Az előbbi esetben a nedvesített műbe-

⁷⁰ Lásd a pergamen puhítása fejezetben leírtakat.

⁷¹ Lásd jelen kötetben Beöthyné Kozocsa et al. pp. 90–91.

⁷² A ragasztó meghúzásának ideje alatt azt értjük, hogy mennyi idő alatt szikkad, gélesedik meg annyira a ragasztó, hogy erősebb préselés nélkül sem válik el a két rögzített felület. Ennek a térbeli tárgyak (pl. dobok) ragasztásakor van jelentősége, ahol a rögzítés többnyire nehezen oldható meg, a ragasztott felületet sokszor egy ideig kézzel összetartva tudjuk csak rögzíteni.

⁷³ Általában 25–55% oldatukat használják (Nguyen 2007).

⁷⁴ Az eltávolíthatóság mértéke természetesen függ a tárgy állapotától és az alkalmazott alátámasztó- vagy kiegészítőanyagától is (Beöthyné Kozocsa 1995).

⁷⁵ Lásd részletesebben Érdi 2002.



15–16. kép. Az alátámasztó műbél rögzítése és az eredeti bőr ragasztás utáni préselése egy új-guineai dobon (Néprajzi Múzeum, fotó: Orosz Katalin). A tárgyat Madarász Andrea restaurálta.

let vagy pergament a dobtestre feszítve és ott ragasztással, pamutszalaggal vagy az eredeti módszer szerint esetleg bélhúrral, varrással rögzítve hagyjuk megszáradni. Ezután ragasztjuk rá az enyhén párásított, eredeti bőrt. A hosszú, keskeny dobok préseléséhez szükséges alátámasztás kialakítása kreativitást igénylő feladat. Használhatunk ilyenkor különböző méretű súlyokat, só- vagy homokzsákokat, melyek a tárgy formájához igazíthatók, esetleg mágnest és fémlapokat. A megfelelő préserő eléréséhez sokszor érdemes a „feje tetejére” állítani a műtárgyat, mert így biztosítható a szilárd alátámasztás (15–16. kép).

A helyzetet tovább bonyolíthatja a hangzásjavító korongok jelenléte a dobbőr felületén (17. kép).

A hintalovak borítása szintén cserzetlen bőr, tehát a szakadások összehúzása sokszor itt sem megoldható, azonban mivel a bőr alatt kemény mag (fa vagy papírmásé) található, a rögzítés fásllival vagy homokzsákokkal elvégezhető. Az alátámasztás ebben az esetben lehet vékony, színezett japánpapír, hiszen itt többnyire csak néhány mm-es rések keletkeznek a szakadásokban, vastagabb anyag behelyezése viszont esztétikailag zavaró lehet (18. kép).

A meggyengült, hiányos pergamen vagy cserzetlen bőr kiegészítését vastagságban, színben hozzá illő pergamen, bőr beszabásával, pergamenöntéssel vagy öntött pergamenlap beszabásával végezhetjük. A kiegészítéshez az új anyagot úgy kell kiválasztani, hogy ne legyen vastagabb és erősebb, mint az eredeti, mert akkor meghúzza, deformálja azt. Széleit körben a hiány méreténél néhány mm-rel nagyobbra szabjuk és elvékonyítjuk az átlapolásokat. Mindig a hátoldal, illetve a nem írott rész felől javítunk.

Az alátámasztás és a szakadások összefogása, a kiegészítések beragasztása egyaránt kockázatos lehet, a kollagén hirtelen nedvességfelvétele miatt. A ragasztóanyag megválasztása ezért nagy jelentőséggel bír. A tárgyban fellépő feszültség csökkenthető a teljes bőrfelület enyhe párásításával és a kiegészítések egyszerre történő beragasztásával. Kompozit tárgyakon azonban sokszor csak helyi párási-



17. kép. Újguineai dob restaurálás után felületén a viaszból készült hangzásjavító korongokkal (fotó: Nyíri Gábor).



18. kép. Alátámasztások rögzítése fásllival és sózsákokkal egy hintalovon (fotó: Nyíri Gábor). Restaurátor: Hajdu Viktória.

tásra van lehetőség, ilyenkor fokozott óvatossággal kell eljárni. Az alacsony zsugorodási hőmérsékletű bőrok, valamint a tintamarásos pergamenek megerősítése, kiegészítése lehetőleg minél kisebb nedvességtartalmú ragasztóval történjen, hogy elkerüljük a további károsodást.

Pergamenöntés

A rovarrágott, elvékonyodott, penésztől meggyengült vagy égett pergamenlapok kiegészítése, megerősítése legeredményesebben pergamenöntéssel történhet. Ennek magyarországi módszerét a Corvina program keretében dolgozták ki az OSZK restauráló műhelyében az 1980-as években. Az eljárás a kézi papíröntéshez hasonló és három típusát különböztethetjük meg: a szívóasztalon végzett nedves öntést, a félnedves öntést és a száraz öntéssel történő kiegészítést. A pép pergamenporból, pergamenrostokból és közepes őrlésfokú papírrostokból készül víz, etilalkohol és izopropil alkohol keverékében elosztatva azokat, majd hidroxipropil-cellulózt adva hozzá.⁷⁶ Az utóbbi a rostok rögzítésének erősítésére szolgál. Színezéssel be lehet állítani az eredetivel harmonizáló árnyalatot. Korábban tea vagy kávé oldattal történt a színezés, ma már a pergamenrosthoz fémkomplex, a cellulózhoz direkt színezékeket használunk. Ilyenkor a rostokat előre színezzük, és azokat keverjük össze a megfelelő

⁷⁶ A pergamenrost, illetve por önmagában nem elegendő az öntéshez, mert túl rövid rostjai miatt a kész pergamen áttetsző és merev lesz. Ezért szükséges hozzáadni a cellulóz rostokat kb. 1:1 arányban. A cellulóz őrlésfoka is befolyásolja a kész öntvényt, a megfelelő mechanikai szilárdság és fehérség elérése érdekében 30–40 SR°-ú rostot szükséges alkalmazni. Beóthyiné Kozocsa 1992. pp. 44–46.



19. kép. Az Albucasis kódex egy lapjának kiegészítése pergamenöntéssel szívóasztalon (Egyetemi könyvtár).

árnyalat elérése érdekében. A kiegészítéshez az eredeti lapot nedvesítjük alkoholos permetezéssel és műselymszítán szívóasztalra helyezük. Elszívás mellett visszük fel a hiányok területére a pépet kanállal, pipettával, csőrös vagy pumpás flakonnal, majd addig hagyjuk bekapcsolva a szívóasztalt, amíg a pergamen nedvességtartalma erősen lecsökken, már csak nyirkos tapintású. Ekkor segédanyagok között lenehéztjük a kiegészített lapot, majd további száradás után préseljük (19. kép).⁷⁷

A félnedves eljárás alatt azt értjük, hogy szívóasztalon öntünk egy foltot a pépből, majd nedvességtartalmát addig csökkentjük, amíg erősen nyirkos lesz, akkor kiszabjuk belőle a hiány méretének és formájának megfelelő darabot, amit a 70%-os alkohollal nyirkosított eredeti lapba helyezünk, majd segédanyagok között lenehéztjük, végül préseljük.⁷⁸

A száraz eljárás során az öntött lapot teljesen megszáritjuk, majd kiszabjuk belőle a kívánt formát és ragasztóval rögzítjük az eredetire.

A pergamenöntés nedves módszere során a pergament erőteljesen nedvesítjük 60–70%-os etil- vagy izopropil alkohollal. Az ilyen anyagok használatánál szokásos módon a beavatkozás előtt ellenőrizni kell az író- és festőanyagok oldódását és a pergamen állapotát, zsugorodási hőmérsékletét. Ezek alapján tudjuk mérlegelni a beavatkozás előnyeit (egységes esztétikai kép, egyenletes felület, vékony, beilleszkedő kiegészítés) és kockázatait (a pergamen nedvességfelvételével járó elenyvesedés lehetősége). Meg kell jegyezni, hogy a pergamenöntéssel készített kiegészítések 60%-os etanollal leoldhatók, eltávolíthatók, a módszer tehát reverzibilis.

A restaurált műtárgyak tárolása

A pergament és cserzetlen bőrt tartalmazó tárgyak restaurálás utáni tárolásának módja és körülményei nagymértékben meghatározzák azok élettartamát. A kollagén a páratartalom változásaira továbbra is nagyon érzékeny

⁷⁷ Lásd Szlabey 1992., Beóthyiné Kozocsa 1994.

⁷⁸ Lásd Farkas 1992.



20. kép. Pergamen legyező tárolása alátámasztva speciális védődobozban (MNM, fotó: Orosz Katalin) Restaurátor: Kozák Brigitta.

nyen reagál, ezért fontos állandó körülményeket biztosítani. Az új pergamen és a cserzetlen bőr a számára ideális 12–14% víztartalmat kb. 50–55% RH mellett veszi fel és tartja meg, tehát általában ez a klíma javasolt az ilyen tárgyak tárolására. A többé-kevésbé lebomlott bőr azonban már veszített nedvességtartalmából, emellett a savas hidrolízis és az oxidációs lebomlás víz jelenlétében fokozódik, ezért a kutatók mai álláspontja szerint a tárgyak további károsodását csökkenthetjük, ha szárazabb, 40–45%⁷⁹ körüli páratartalmú térben tartjuk azokat. A hőmérséklet is befolyásolja a lebomlási folyamatokat mivel energiát biztosít a kémiai reakciókhoz, ezért viszonylag alacsony, legfeljebb 16–18°C tárolási hőmérséklet javasolt.

A tárgyakat portól védve, letakarva, műtárgyvédelmi szempontból megfelelő anyagokkal becsomagolva szükséges tárolni. A háromdimenziós műtárgyakat támasszuk alá, speciális védődobozba helyezve védjük a fizikai sérüléstől (20. kép).

Összefoglalás

Az elmúlt 30 év pergamen- és cserzetlen bőr restaurálási elméletének és gyakorlatának áttekintése sok szempontból tanulságos volt számunkra. Örömmel láttuk, hogy az 1980-as évek hőskorában kikísérletezett kezelőszerek, eljárások ma már közismertek, sokan sikeresen alkalmazzák azokat, sőt folyamatosan továbbfejlesztik a korábbi módszereket. Szükség is van a folyamatos újragondolásra, mert sok minden változott az elmúlt évtizedekben:

- A környezetvédelmi és egészségvédelmi szabályok szigorúbbak lettek, és a restaurátorok is sokkal tudatosabbá váltak e téren. Az internet segítségével a vegyszerek biztonságtechnikai adatlapján könnyen tájékozódhatunk azok hatásairól. Néhány anyagot (metilalkohol, benzol, timol, stb.) egészségünk védelmében, másokat (pl. cetvelő) a természet megőrzése érdekében már nem használhatunk akkor sem, ha a műtárgyra nem jelentenek veszélyt.

⁷⁹ Hansen – Sobel 1991. p. 24.

- Megváltoztak a restaurálási elvárások. Míg néhány évtizede elsődleges szempont volt, hogy a műtárgy minél tisztább, kisimítottabb, az eredetihez hasonlóbb legyen, ma a használat nyomainak eltüntetése nem cél, sőt megőrzésükre törekszünk, amennyiben azok nem vezetnek további károsodáshoz.
- Az elmúlt évtizedekben – elsősorban írott kulturális örökségünk megőrzése érdekében – világszerte komoly kutatási programok foglalkoztak a pergamen, mint anyag vizsgálatával. Árnyaltabb képünk van arról, milyen változások mennek végbe gyártása és öregedése során. Tudjuk, hogy a lebomlás előrehaladtával csökken a zsugorodási hőmérséklete, hogy öregedve egyre kisebb mennyiségű vizet, és egyre lassabban képes felvenni, kiszáradása viszont gyorsabban lezajlik. Hogy a vízfelvétel során hő termelődik, ami fokozhatja az elenyvesedés veszélyét. Azt is megfigyelték, hogy bár a korábban ajánlott 50–55% RH biztosítja legjobban a kollagén rugalmasságát, de a kémiai lebomlás lassítható, ha ezt 40–45%-ra csökkentjük a tárolás során.

Sok esetben nincs konkrét információ arról, hogy egy-egy kezelőszer milyen hatással van a pergamenre és cserzetlen bőrre, mint műtárgyalkotó anyagokra, de a fent említett kutatások bebizonyították, hogy sokkal összetettebben reagálnak a külső hatásokra, mint azt korábban gondoltuk.

Ennek ismeretében érdemes arra törekedni, hogy valóban csak olyan beavatkozásokat végezzünk a műtárgyokon, amelyek feltétlenül szükségesek azok megmaradása szempontjából, a pH és a zsugorodási hőmérséklet mérésével próbáljuk felmérni állapotukat, a vizes oldatokkal, keverékekkel végzett kezeléseket lehetőleg minimalizáljuk, a lágyítást lassú, fokozatos párasítással és lassú szárítással végezzük, modellkísérletek segítségével próbáljuk csökkenteni a kezelések kockázatait, és rendszeresen ellenőrizzük a korábban restaurált tárgyak állapotát.

Természetesen sok még a megválaszolatlan kérdés, a kevéssé feltárt probléma, de azt reméljük, hogy az újabb és újabb kutatási eredmények a jövőben is széles körben elterjednek, és beépíthetőek lesznek a restaurálás gyakorlatába. Ez a feladat már a következő restaurátor generációra vár.

IRODALOM

- BANIK, G. – BRÜCKLE, I. (2010): Principles of Water Absorption and Desorption in Cellulosic Materials. In: Restaurator Vol. 31. pp. 164–177.
- BELAYA, I. K. (1969): Softening and Restoration of Parchment in Manuscripts and Bookbindings. In: Restaurator 1969. Vol. 1. pp. 20–51.
- BEÖTHYNE KÖZOCSA Ildikó (1976): Papír- és pergamenkéziratok restaurálása az Országos Széchényi Könyvtárban. In: Múzeumi Műtárgyvédelem 3. 1976. pp. 90–91.
- BEÖTHYNE KÖZOCSA Ildikó (1992): Középkori pergamen kéziratok konzerválási eljárásainak kutatása és fejlesztése. Az Országos Széchényi Könyvtár Füzetei 3., Budapest, 1992. p. 62.
- BEÖTHYNE KÖZOCSA Ildikó (1993): A Corvina-program: Az Országos Széchényi Könyvtár évkönyve 1991–1993. pp. 267–277.
- BEÖTHYNE KÖZOCSA Ildikó (1994): A budapesti Dante kódex restaurálása. In: Magyar Könyvszemle. Vol. 4. pp. 434–440.
- BEÖTHYNE KÖZOCSA Ildikó (1995): Két XIII. századi pergamen oklevél restaurálása. In: Műtárgyvédelem 1995/24. Magyar Nemzeti Múzeum. pp. 77–81.
- BEÖTHYNE KÖZOCSA Ildikó (2002): A debreceni festett pergamen típusú könyvkötések kötéstéchnikai sajátosságai. In: Debreceni festett pergamen kötések. Szerk.: Krankovics Ilona, Déri Múzeum, Debrecen. pp. 31–39.
- BROKERHOF, A. – van Zanen, B. – van de Watering, K. – Porck, H. (2007): Buggy Biz, Integrated Pest Management in Collections. Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN), Amsterdam. p. 79.
- BROKERHOF, A. – van Zanen, B. – den Teuling, A. (2007): Fluffy stuff, Integrated control of mould in Archives. Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN), Amsterdam. p. 39.
- CADIRCI, S. (2009): Disinfection of hatching eggs by formaldehyde fumigation – review. In: Arch. Geflügelk, 73 (2), Stuttgart. pp. 116–123.
- CALNAN, C. N. (1985): Fungicides used on leather. Leather Conservation Centre, Northampton. p. 24.
- DARABOS Edit (2007): Egy legyező restaurálása. Magyar Képzőművészeti Egyetem, diplomamunka.
- E. NAGY Katalin – VÁRFALVI Andrea (2013): Nemesasszony öltözéke vont arannyal, ezüsttel. A soproni Kecske-templomban feltárt, 17. század eleji női viseletgyűttes leletmentése. In: Műtárgyvédelem 36/2011. Magyar Nemzeti Múzeum. pp. 73–88.
- ÉRDI Marianne (2002): Egy dob pergamenjének restaurálási problémái. In: Debreceni festett pergamen kötések, Szerk.: Krankovics Ilona, Déri Múzeum. Debrecen. pp. 59–70.
- FARKAS Csilla (1992): Egy bársonykötésű corvina restaurálásának problémái. In: Könyv- és papírrestaurálási konferencia előadásai 1990. Budapest. pp. 165–174.
- FLORIAN, Mary-Lou (2004): Fungal facts – Solving fungal problems in heritage collections. Archetype Publication, London. p. 142.
- GILBERG, Mark (1990): Inert atmosphere disinfection using Ageless® oxygen scavenger. In: ICOM Committee for Conservation. Vol II., pp. 812–816.
- HAINES, Betty M. (1999): Parchment – The physical and chemical characteristics of parchment and the materials used in its conservation. The Leather Conservation Centre, Northampton. p. 33.
- HAJDU Zsófia (1998): Egy debreceni festett pergamenborítású doboz restaurálása, konzerválása. In: Scripta manent, A papír- és könyvrestaurálás műhelyitkai,

- Papír és Nyomdaipari Műszaki Egyesület, Budapest. pp. 41–46.
- HANSEN, Eric F. – SOBEL, Henry (1991): The effects of relative humidity on some physical properties of modern vellum: implications for the optimum relative humidity for the display and storage of parchment. In: The Book and Paper Group Annual Vol. 10. Fall 1991. <http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/annual/v10/bp10-09.html>
- HILDENHAGEN, J. – LENTJES, M. – DICKMANN, K. – GELLER, B. (2008): Systematic case study on common cleaning problems on paper and parchment by using Nd:YAG laser (w, 2 w, 3 w). Lasers in the Conservation of Artworks, London.
- ISKANDER, Nasry Yousef (1998): Controlled-Environment Cases for the Royal Mummy Collection. Oxygen-Free Museum Cases, The Getty Conservation Institute, USA. pp. 47–52.
- JÁRÓ Márta (1991): Klimatizáció, világítás és raktározás a múzeumokban. Budapest, Magyar Nemzeti Múzeum. p.160.
- JÁRÓ Márta (2004): Fémfonal-variációk és a készítésükhöz használt anyagok egyszerű meghatározása történeti textiliák kezelése előtt. In: Restaurálási tanulmányok, Tímár-Balázs emlékkönyv, Szerk.: Éri István Budapest. pp. 71–78.
- JÄGERS, Elizabeth – SICKEN, Anne (2012): Un-erwünschte Rückstände. Neue Erkenntnisse zur Behandlung textiler Oberflächen mit Cyclododecan. In: Restauro 6/2012. 36–38.
- KASTALY Beatrix (2010): Múzeumi gyűjtemények anyagait károsító mikroorganizmusok. Múzeumi Állományvédelmi Füzetek 7., Budapest. p. 76. http://www.allomanyvedelem.hu/userfiles/files/Allomanyvedelem_7_vegso-1.pdf
- KASTALY Beatrix – SCHRAMKÓ Péter (2001): Vizsgálatok a gyöngyösi könyvlelet etilén-oxidos fertőtlenítése után. In: Műtárgyvédelem 27. Magyar Nemzeti Múzeum. pp. 129–135.
- KITE, Marion – THOMSON, Roy (2006): Conservation of leather and related materials. Elsevier, London. p. 31., 184.
- MORGÓS András (2001): Műtárgyak korszerű fertőtlenítése. In: ISIS Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 1. Szerk. Kovács P. Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely. pp. 21–42.
- NGUYEN, Thi-Phuong (2007): A zselatin, mint ragasztóanyag. Egy ígéretes anyag rövid bemutatása. In: Műtárgyvédelem 2007/32. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest. pp. 15–22.
- DR. REICHHART Olivér (2002): Levéltári anyagok mikrobás szennyeződésének biodegradációs és egészségügyi vonatkozásai, valamint a gamma sugárzás hatása. Budapest. <http://bfl.archivportal.hu/data/files/174190365.pdf> (2013. 03. 10.)
- RITTER, Michaela – MASSON, Olivier (2007): Megerősítés JunFunorio-val: különféle festékréteg-problémákkal bíró tárgyak kezelése a gyakorlatban. In: Műtárgyvédelem 2007/32. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest. pp. 57–63.
- ROELOFS, Wilma G. Th. – DE GROOT, Suzan-HOFENK DE GRAAFF, Judit H. (1999): Die Auswirkung von Radierpulvern, Knetgummi und Radiergummi auf Papier. In: Preprint vom 9. Internationalen Kongress der IADA, Kopenhagen. pp. 131–137.
- ROZSONDAI Marianne (2002): A festett pergamenkötések helye az európai kötetéstörténetben. In: Debreceni festett pergamen kötések, Szerk.: Krankovics Ilona, Déri Múzeum, Debrecen. pp. 16–30.
- SHASHOUA, Y. – RUGHEIMER, A. (1997): An evaluation of the use of cellulose ethers in paper conservation at the Brithis Museum. In: IPC Conference Papers, London. pp. 150–159.
- STRANG, Thomas J. K. (2012): Studies in Pest Control for Cultural Property. Gothenburg Studies in Conservation 30. (<https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/31500>)
- STRANG, Thomas J. K. – DAWSON, John E. (1991): Controlling Museum Fungal Problems. Canadian Conservation Institute, Ottawa. p. 8.
- SZLABEY Györgyi (1992): A Cod. Lat. 3. Corvina restaurálása. In: Könyv- és papírrestaurálási konferencia előadásai 1990. Budapest. pp. 574–597.
- WATTERS, Chris (2007): Cyclododecane: A closer look at practical issues. In: Anatolian Archaeological Studies, Vol. XVI. Tokyo, Japan. pp. 195–204.
- WOUTERS, Jan (2000): The repair of parchment: Filling. In: Reviews in Conservation, IIC, London. pp. 77–86.
- 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-üzem-mérnök, 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