

Biokodológia

Pergamen dokumentumok anyagvizsgálati módszerei és a belőlük nyerhető információk

Orosz Katalin – Várhegyi Zsuzsanna

Az elmúlt évtizedben egyre nagyobb hangsúlyt kapott a konzerválás-restaurálás területén is a minimális beavatkozás elve, visszaszorult a vegyszerek használata és rengeteget fejlődtek a roncsolásmentes, vagy mikroroncsolással járó anyagvizsgálati módszerek. A nagyműszeres anyagvizsgálatokkal egyre több információhoz juthatunk a műtárgyak, könyvek, levéltári dokumentumok anyagairól, állapotáról és történetéről, beleértve a korábbi használók nyomait és a javítások, restaurálási beavatkozások hatását is.

Az Európai Unió által finanszírozott és Dr. Matthew Collins vezetésével futó “Beasts to Craft” projekt¹ keretében természettudományos szakemberek, bölcsészek és restaurátorok közösen dolgoztak ki egy anyagvizsgálati protokollt pergamen kódexekre. Ez a komplex vizsgálati eljárás az ún. biokodológia, ami a pergamen könyvek, dokumentumok anyagaira fókuszál.

Arra a kérdésre igyekeztek választ találni a projektben résztvevő kutatók és restaurátorok, hogy a pergamenből készült könyvek, dokumentumok hogyan őrizhetők meg a jövő olvasói, kutatói számára fizikailag jó állapotban, egyúttal a rajtuk lévő biológiai nyomok megtartásával. Az utóbbiak által szolgáltatott információk ugyanis egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a történeti és filológiai kutatásokban. A pergamen felületén lévő mikrobiom – a tárgyra került mikroorganizmusok génállománya – vizsgálata utal a tárgy készítésére, történetére, tulajdonosaira, használóira. Ezek a nyomok azonban a restaurálási-konzerválási eljárásokkal megváltoztathatók, eltüntethetők.

Az alábbiakban röviden összefoglaljuk a projektben kidolgozott és nemzetközi workshopokon ismertett vizsgálati módszereket, és az általuk nyerhető információkat.

Műszeres anyagvizsgálatokkal nyerhető információk

A műszeres anyagvizsgálatok célja a tárgy anyagainak, készítéstechnikájának megállapítása, illetve pontosítása és a pergamen, az íróanyagok, a segédanyagok állapotának meghatározása. Az elmúlt években egyre nagyobb hangsúlyt kaptak a roncsolásmentes vizsgálatok, azonban a rendelkezésre álló módszerek (XRF, Raman spektroszkópia, multispektrális analízis) az íróanyagok, pigmentek, bizonyos segédanyagok meghatározását tették lehetővé, de az állatfajra nem adtak információt. A pergamen kódexlapok, könyvkötések, oklevelek anyagát illetően több „hiedelem” él a mai napig a köztudatban. Mivel a pergamen készítésekor a bőr mindkét oldalát megcsiszolják, lekaparják, többnyire eltűnik a szőrtüszők által a bőrfelületen kirajzolt ún. barkarajz, ami az adott állatfajra jellemző, ezért az állatfajta meghatározása vizuálisan nagyon nehézé válik. Ez az oka annak, hogy különböző feltételezések láttak napvilágot a pergamen készítéséhez használt állatfajokról, pl. az oklevelek esetében a kutya-bőr, kódexekben a szarvasbőr, a kisméretű ún. zsebbibliák rendkívül vékony finom lapjai tekintetében a meg nem született bárány és a mókus bőrének használata. Ezeket a feltételezéseket az elmúlt években végzett tömeges pergamen vizsgálatok megcáfolták.

Az állatfaj ugyanis genetikai vizsgálatokkal ma már pontosan meghatározható. A legújabb módszerek rendkívül kicsi mintából is pontos eredményt adnak, ezért roncsolásmentes, vagy mikroroncsolásos eljárásnak mondhatók.

A MALDI TOF eljárás (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionisation Time of Flight) egy gyors és olcsó² módszer az állatfaj meghatározására. A vizsgálat során a pergamenből vett fehérjemintát enzim segítségével kisebb egységekre bontják, majd a fehérjetöredékeket ionizálják

¹ <https://sites.google.com/palaeome.org/ercb2c/home> (2022. 12. 02.).

² Az eszközpark beszerzése, a labor felállítása drága, de a vizsgálat ezután már néhány perc alatt elvégezhető, könnyen kiértékelhető, ezért olcsó (M. Collins személyes közlése). Hickinbotham et al. 2020.

és „átröptetik” egy vákuumkamrán, melynek végén található a detektor. A kisebb részecskék gyorsabban röpködnek, a nagyobbak hosszabb idő alatt érik el a detektort. Az eljárás tehát az ionizált fehérjeegységek tömege alapján azonosítja a fehérjét és a fehérjeösszetételből állapítja meg az állatfajt, amiből a pergamen készült.

A másik módszer a DNS szekvenálás, amit régészeti leletekből nyert mintákon is egyre nagyobb sikerrel végeznek el. Az elmúlt évtizedben ugyanis óriási technológiai fejlődés ment végbe, emiatt exponenciálisan megnőtt a károsodott mintákból nyerhető genetikai adatok mennyisége és minősége. Elég csak a Szent László herma archeogenetikai vizsgálatára utalni, melynek eredményeként a fejedelmek foggyökeréből vett DNS minta szekvenálásával sikerült a kutatóknak meghatározni az uralkodó teljes génszekvenciáját.³

A fehérjevizsgálat (proteomika) előnye a DNS vizsgálattal szemben az, hogy nem csak az állatfajt és két egyed rokonságát azonosítja, de szervspecifikus. Míg a DNS minden sejtben azonos, a fehérjék a szervekre és a környezetre jellemzők, így lehetővé válik nemcsak az állatfaj, de azon belül a szerv azonosítása is. Például egy pergamen felületen lévő fehérje kötőanyag esetében DNS vizsgálattal meghatározható az állatfaj (házi tyúk), ugyanakkor a proteomikai eljárás emellett a tojásfehérjét is azonosítja, amit a DNS vizsgálat nem mutat ki.⁴

Itt kell megemlíteni az ún. mikrobiom kutatást is. Az elmúlt évtizedben drámaian megváltozott a gondolkodásunk a minket körülvevő mikroorganizmusokról. A Humán Mikrobiom Projekt 2007-es indítása óta a mikrobák központi helyet foglalnak el az egészség és a betegségek vizsgálatában, rávilágítva arra, hogy milyen mértékben függ ezektől a mikroszkopikus élőlényektől a mindennapi életünk. A mikrobiom (mikroorganizmusok csoportja egy bizonyos ökológiai niche-ben) jelen van az emberben és a minket körülvevő környezetben egyaránt, jellegzetes közösségeket alkotva a különböző földrajzi fekvésű helyszíneken. A pergamen dokumentumoknak is megvan a saját rájuk jellemző mikrobiomjuk, ami a készítésük, történetük és használatuk során alakult ki, s ami a restaurálással erőteljesen megváltoztatható vagy eltüntethető. Úgy képzelhetjük el ezt a felületi mikrobiomot, mint egy mikrobiotikus ujjlenyomatot, vagy aláírást, ami további információt szolgáltat számunkra a tárgy történetéről. Bár ennek az információnak a magyarázata még korai stádiumban van, a vizsgálati módszerek fejlődésével a közeljövőben minden bizonnyal nagy hangsúlyt fog kapni.

A tárgy állapotának meghatározására és bizonyos esetekben a károsodás okának feltárására többféle műszeres vizsgálat végezhető. Több évtizede végzik restaurátorok is az ún. zsugorodási hőmérsékletmérést, ami azt vizsgál-

ja, hogy a kollagén fehérjerostok nedves közegben milyen hőmérsékleten zselatinálódnak (vesztik el térszerkezetüket, bomlanak kisebb, kevésbé rendezett peptidláncokra). Az eljáráshoz néhány bőrrost szükséges, amit vízbe áztatva fűthető tárgyasztalú mikroszkópban vizsgálnak a hőmérséklet fokozatos emelése mellett, figyelve a rostok állapotát, mozgását. Az eljárás nem ad elég pontos eredményt, mivel a vizsgálatot végző szubjektív megítélésén alapul, és nagy gyakorlatot igényel, ugyanakkor olcsón elvégezhető akár a restauráló műhelyben is. Újabban a kollagén hőstabilitását egy pontosabb nagyműszeres módszerrel, a differenciális pásztázó kalorimetria (Differential Scanning Calorimetry, DSC) eljárással vizsgálják. A néhány bőrrostot ebben az esetben is vizes közegbe helyezik és a hőmérséklet emelése közben elemzik a kollagén szerkezetét, végül megadják az ún. denaturációs hőmérsékletet, vagyis azt a hőmérsékletet, ahol a kollagén fele felbomlik (denaturálódik), a másik fele még ép. A kutatók felhívják a figyelmet arra, hogy a pergamen hőstabilitását befolyásolják a készítésének körülményei (pl. az évszak), a meszezés, krétázás mértéke⁵ az állatfaj azonban nincs nagy hatással erre a tulajdonságra.

A pergamen minőségére utal az ún. pergamen glutamin index, ami azt mutatja meg, hogy a kollagénfehérje oldalláncai milyen mértékben dezamidáltak⁶, vagyis bizonyos aminosavrészek oldalláncai mennyire bomlottak meg és alakultak át savakká a pergamen készítésének első lépése, a meszezés során. A pergamen készítésekor az állati bőrt a nyúzás és mosás után meszes vízbe helyezik annak érdekében, hogy megduzzadjon, a szőrtüszők meglazuljanak – így később könnyen eltávolíthatóvá válnak a szőrszálak –, a zsírok és kismolekulájú fehérjék kioldódnak, ezáltal egy jól tisztítható, kifeszíthető és vékonyítható anyagot nyerjenek. Amennyiben a meszezés túl hosszú ideig tart, a kollagénszerkezet sérül, a polipeptidekre jellemző amid csoportok egy része felszakad, és savas csoportok keletkeznek. Ezzel megváltozik a fehérje kémhatása, hidrofil tulajdonsága és csökken a bőrfehérje integritása, vagyis gyengébb minőségű lesz a pergamen késztermék. A glutamin index a fentebb leírt MALDI TOF eljárással azonosítható.

A vizsgálati sor megtervezése, mintavételi szükségletek

A kéziratok, oklevelek rendkívül értékes dokumentumok, ezért vizsgálatuk szigorúan szabályozott, a könyvtáros, levéltáros és restaurátor szakembereknek együttesen kell dönteniük – a lehetséges vizsgálati eljárások ismeretében – arról, milyen kérdésekre keresik a választ, és azt milyen módszerekkel kaphatják meg. A vizsgálati sor meghatározásakor minden esetben a roncsolásmentes vizsgálatokat kell előnyben részesíteni, és a roncsolással járó eljárá-

³ <https://mki.gov.hu/hu/konferenciak-hu/szent-laszlo-kiraly-es-oroksege-hu/szent-laszlo-es-az-arpad-haz-genetikai-vizsgalata> (2023. 02. 20.).

⁴ Fiddymet et al. 2019.

⁵ A bevitt szervesen sók, pl. a kalcium-karbonát lassítják a denaturálódást.

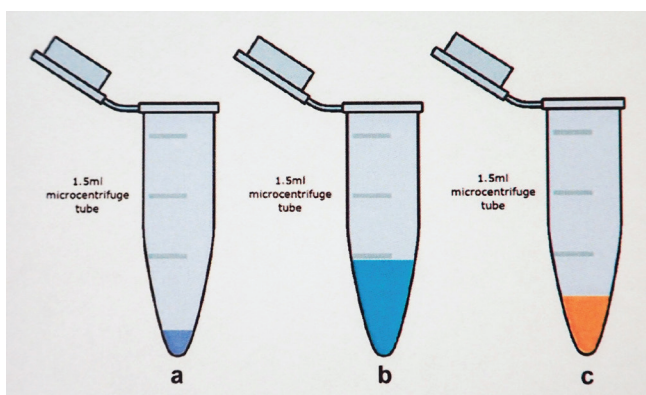
⁶ Nair et al. 2022.

sokat nagyon alaposan meg kell fontolni. A legszignifikánsabb fejlődés a kéziratok biomolekuláris analizésében egy újszerű, a projekt keretében kifejlesztett mintavételi eljárás volt. Ez lehetővé tette több ezer, eddig nem vizsgált pergamen dokumentum analizését a restaurátorok és kurátorok jóváhagyásával.

Az új mintavétel dörzselektromos kinyerésen alapul, ami egy minden restauráló műhelyben megtalálható PVC radírral végezhető. A dokumentumból in situ lehet mintát kinyerni enyhe radírozással kb. 1–2 cm² felületről, majd a radírmorzsa összegyűjtésével. A mintavételt nitril kesztyűben kell végezni, minden mintához új radírdarabot és kartonlapot használva. A mintát nem szükséges speciális körülmények között vagy eszközben tárolni. A későbbi analitikai eljárástól függ a szükséges minta mennyisége (1–2. kép⁷).



1. kép. Dörzselektromos mintavétel



2. kép. A szükséges mintamennyiség egy 1,5 ml-es mikrocentrifuga mintatartályban a) eZooMS, b) az állat és a mikrobiom DNS analizise, c) mikrobiom vagy fehérjeanalízis

A legkevesebb minta az ún. eZooMS eljárásnak elnevezett tömeges peptidujjlenyomat vizsgálathoz szükséges, ekkor minden a pergamen felületéről nyert fehérje azonosítása megtörténik, amiből az állatfaj is meghatározható, de adott esetben egy ragasztó- vagy kötőanyag is kimutatható, és a pergamen minőségére is következtethetünk (glutamin index). Ha nagyobb mennyiségű radírmorzst tudunk nyerni a felületről, akkor DNS vizsgálat is végezhető, ami mikrobiológiai jelenlétre is ad információkat.

A fent említett több ezer dokumentum vizsgálatának eredményeként kirajzolódott egy kép arról, hogy Európa különböző országaiban milyen állatok bőrét használták leginkább pergamenkészítésre. Az is egyértelművé vált, hogy a juh, kecske és borjú mellett más állat bőrét nagyon ritkán használták, ilyen volt pl. a szarvas, és egyáltalán nem készítettek ki magzati bőrt, sem kutya-, vagy mókus bőrt (1. táblázat⁸).

ország	juh	marha	kecske
Anglia	87,3	11,6	1,1
Franciaország	10	81,25	8,75
Németország	8,4	91,6	0
Olaszország	12,5	15	72,5

1. táblázat. Juh, kecske és borjú pergamen használata az Európa különböző országaiban vizsgált középkori dokumentumokhoz (%-os arány)

A készítésestechnikai kísérletekből és a korabeli kereskedelmi és állattartási feljegyzésekből kiderült, hogy minimum három hónapos korig tartották az állatokat – pl. juhot, kecskét –, hogy adjon használható mennyiségű húst. A nagyon vékony, finom, jó minőségű pergamenlapok – az ún. zsebbibliákhoz – tehát fiatal állat vékonyabb bőréből készültek, amit aztán még tovább vékonyítottak, csiszoltak. A bőr gépi hasítását csak a 19. században kezdték, előtte kézzel vékonyították, kaparták, csiszolták a kifeszített pergament, így alakítva ki a végső felületet.

A nagyműszeres vizsgálat eredményei kiegészíthetők a könyvek, dokumentumok alapos megfigyelésével nyert számos információval. Ezt a vizsgálatot többnyire a restaurátorok végzik a tárgy állapotfelmérése során.

⁷ Az 1. kép forrása: <https://www.theatlantic.com/science/archive/2019/02/dna-books-artifacts/582814/> (2022. 12. 02.), a 2. kép forrása: Fiddymment et al. 2019.

⁸ A táblázat Collins és Fiddymment alapján, https://nors.ku.dk/cc/previous-seminars/care-and-conservation-15/programme-cc15/B__B_flyer.pdf (2022. 12. 02.).

Vizuális vizsgálatokkal nyerhető információk

A pergamen lapok vizuális megfigyelésével készítéstechnikai jelek, az állat anatómiai jellemzői, betegségei és a tárgy használatából adódó szennyeződések, elváltozások vizsgálhatók, valamint a kézirat vagy oklevél készítésének módja és anyagai. Ehhez csupán néhány egyszerű eszközre – nagyító, lámpa, vonalzó, vastagságmérő, fényképezőgép – és a dokumentáláshoz számítógépre van szükség. Ahhoz azonban, hogy a jeleket értelmezni tudjuk, készítéstechnikai ismerettel és lehetőleg gyakorlattal is kell rendelkezni, valamint ismerni kell a pergamen és a rajta lévő íróanyagok tulajdonságait és károsodásait is. A módszert kollégáival publikáló⁹ Jiri Vnoucek könyv-, pergamen- és papírrestaurátor a koppenhágai Királyi Könyvtár munkatársa a szükséges készségek és információk elsajátítása céljából évtizedek óta készít pergament és a „Beasts to Craft” projekt keretében több pergamenkészítő kurzust is szervezett restaurátoroknak, kutatóknak.

Készítéstechnikai és anatómiai megfigyelések

A nyúzaskor okozott kis sérülések, apró bevágások a későbbi feszítéskor kinyílnak, és kisebb-nagyobb lyukakká tágulnak. Néhány vágást még nyersen, nedvesen a feszítés előtt összevarrnak, hogy egyenletesen lehessen kifeszíteni és vékonyítani a nyersbőrt. Ilyenkor a varráslukak jellegzetesen kitágulnak, megnyúlnak száradás közben (3–4. kép).

Más bevágásokból keletkezett lyukakra pedig nyersen, vagy később már szárazon bőrfoltot rögzítenek, vagy üresen hagyják és körbeírják, esetleg színes fonállal kihímézik. A lyukak, varrások alakjából, a szélek állapotából következtethetünk arra, hogy a feszítés előtti még nedves, vagy már a kész, száraz pergament varrták-e (5–6. kép).

Más nyomok is megfigyelhetők a pergamen felületén, pl. párhuzamos vonalak (csíkok) melyeket a holdkés¹⁰ okozott a pergamen vékonyítása során (7. kép). Egy kötet lapjait végigfotózva surlófényben és átvilágítva, majd a képeket digitálisan módosítva további információk tárulhatnak fel. A vakarásnyomokból kiderülhet például, hogy mely lapok készültek ugyanazon állat bőréből (8. kép). Legtöbbször a pergamen felületi kezelése – szőrtelenítés, húsolás, vakarás, vékonyítás, csiszolás – eltüntetik a szőrszálak helyén kis gödrök által mutató barkarajzot, ezért más jellemzőket kell keresni az állatfaj meghatározására. Ilyenek lehetnek pl. a pergamen rugalmassága, keménysége, a könyvekben a lapszélek görbülése, íves meghajlása nyitáskor a környezeti klíma hatására (9. kép), valamint a juhbőrre jellemző részleges barkaleválás nyo-



3–4. kép. Nedvesen, feszítés előtt összevarrott vágásnyomok

mai (10. kép). A pergamen vastagsága szintén fontos adat, amit javasolt dokumentálni.

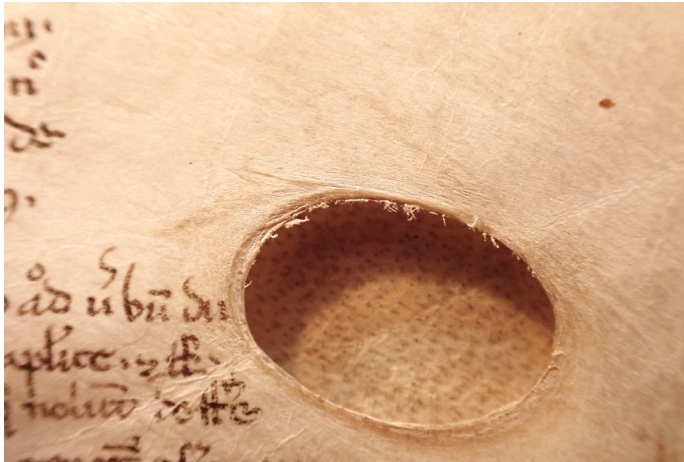
Az állat anatómiai jellemzőinek megfigyelése alapján meghatározható, hogy az állat mely részéből készült a pergamen; pl. a csípőcsontok felső része és a gerincsigolyák fölött vékonyabb a bőr. A csípőcsontok távolsága egymástól és a farokcsigolyától az állat méretére és korára ad információt. A gerincvonal és a has elhelyezkedése mutatja hogyan vágták szét a bőrt és készítették a lappárokat, illetve ezekből az íveket a könyvben (11. a–b kép).

A hús és barkaoldal megállapítása szintén fontos, mert ez a történeti kódexkészítő módszerekhez köthető. Ide tartozik még a szöveg írása előtti vonalazás és tűszúrásos jelölés is, és ezek az információk a különböző scriptoriumok kéziratkészítő eljárásainak megértését segítik elő (12. a–b kép). Ezek a nyomok különböző megvilágításban – ráeső-, áteső-, surlófény – vizsgálva állapíthatók meg.

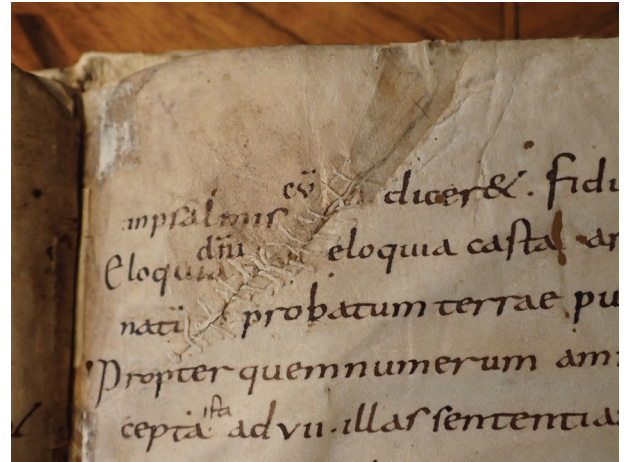
A középkori kódexek készítéséhez a fatábla, fűzőcérna és zsineg, valamint a fém kapcsok, veretek kivételével állati eredetű anyagokat használtak.

⁹ Fourneau et al. 2020.

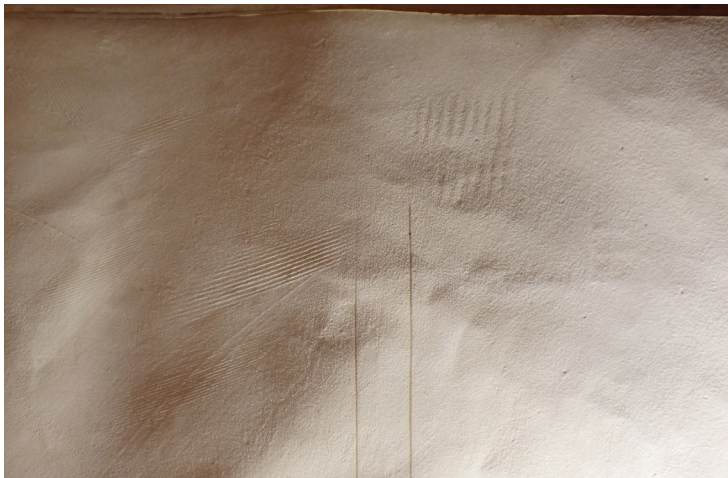
¹⁰ A bőr vékonyítására, szabására szolgáló félhold formájú szerszám.



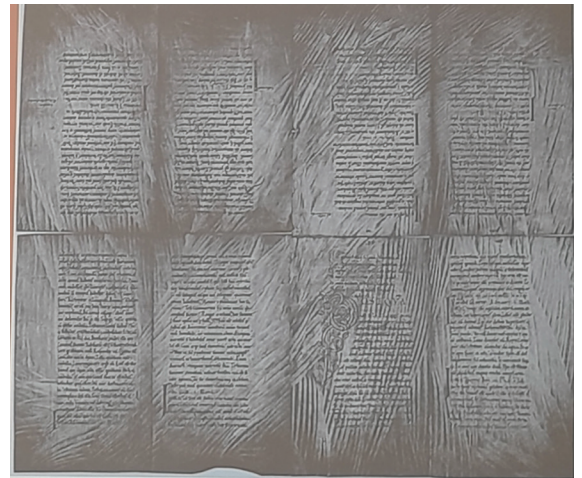
5. kép. Kitágult, nem rögzített vágásnyom



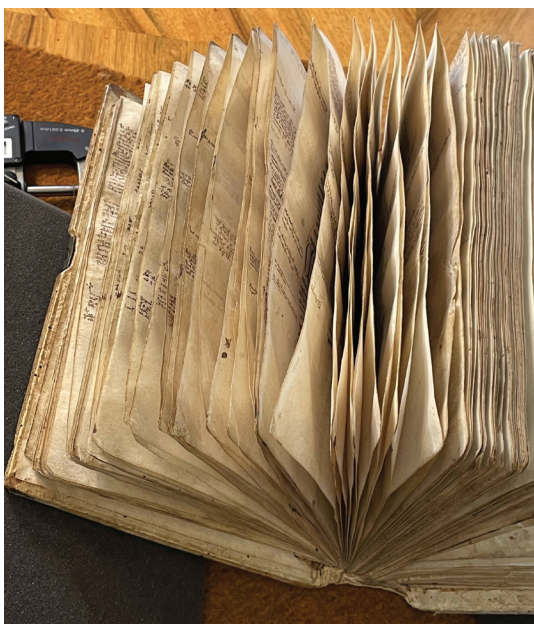
6. kép. Szárazon rögzített szakadás/vágás



7. kép. A holdkés nyomai a pergamen felületén sűrűfényben



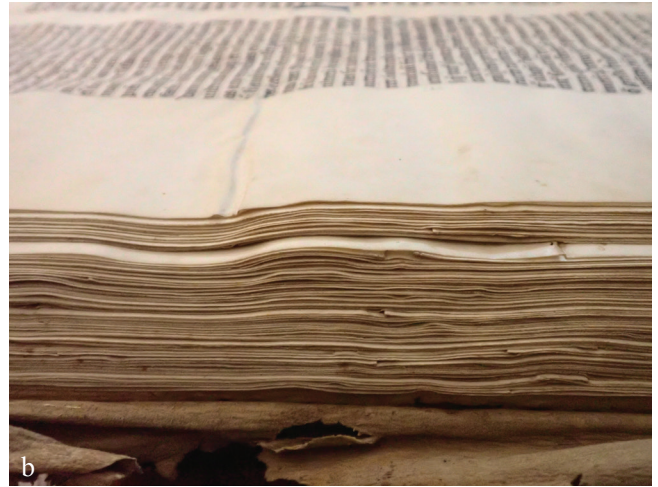
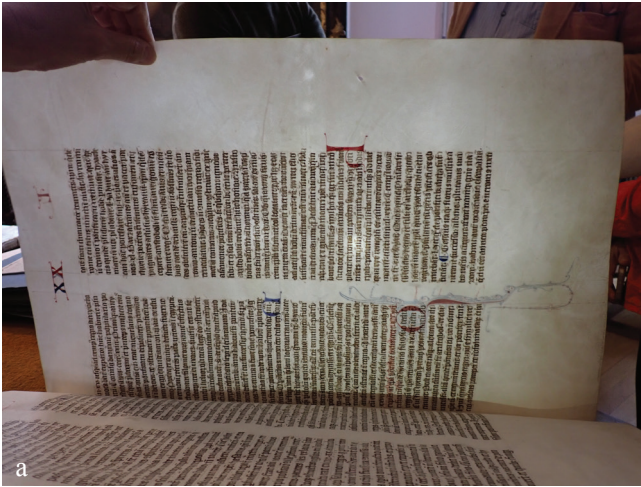
8. kép. Egy állat bőréből készült négy lappár



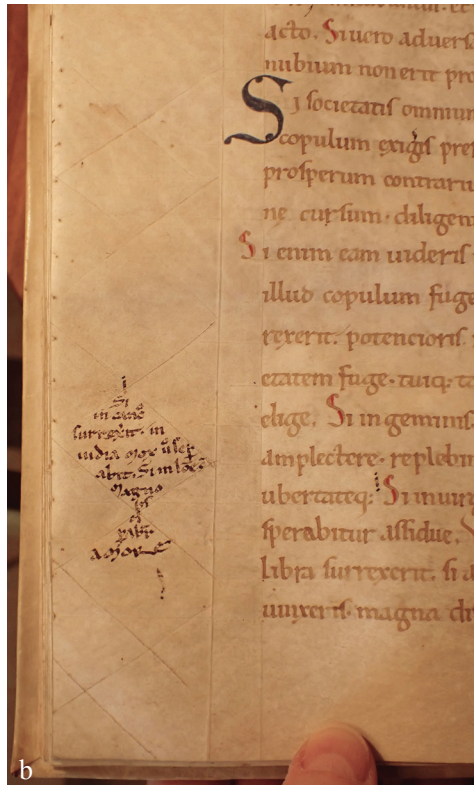
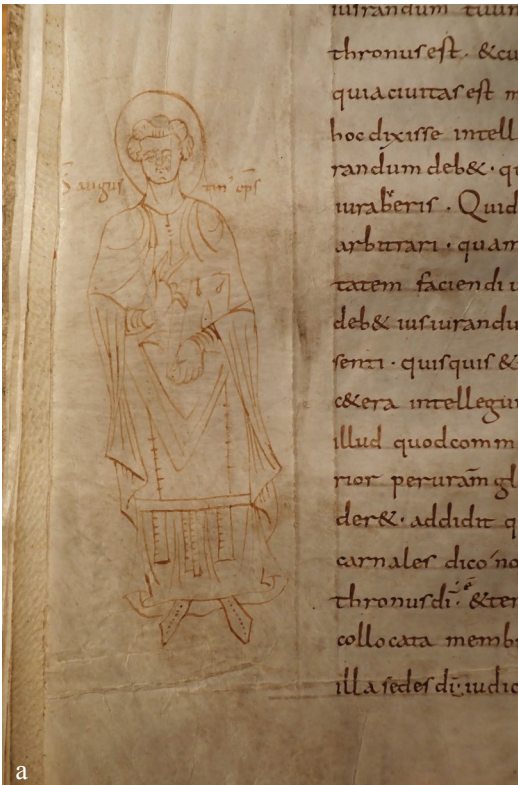
9. kép. A barkaoldal felé ívesen meghajlott könyvlapok



10. kép. Barkaleválás egy kódexlap margóján



11. a–b kép. Az állat a) farokcsigolyáinak és csipőcsontjának nyomai (világos foltok) és b) a gerincvonala egy kódex lapjain



12. a–b kép. Az írás előtti a) vonalazás, b) tűszúrások nyomai

Ezek az alábbiak voltak: timsós cserzésű bőr, pergamen, növényi cserzésű bőr, szőr, selyem bélés (előzékütkör), halenyv, kazein ragasztó, tojásfehérje (kötőanyag), méhviasz, sőt állati bél fűzőanyagként.

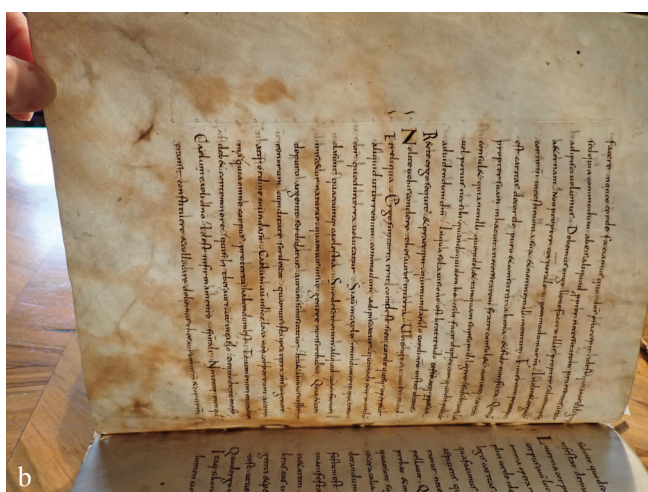
Vizsgálható a könyv szerkezete, az alkotóelemek rögzítése és anyagai. A szerkezetet alkotó különböző bőrtípusok azonosítása információt adhat a könyv nyithatóságáról, valamint arról is, hogy hol készült a könyv és milyen képességek kellettek hozzá, illetve milyen helyi készítéstechnikai eljárások, eszközök, körülmények voltak. Adatokat nyerhetünk az anyagok kereskedelmi beszerzéséről is.

Végül a pergamen dokumentum szemrevételezésének segítségével az állat egészségi állapotára is következtethetünk. A különféle betegségek és paraziták sebeket okozhatnak az állat bőrén, a hegek pedig megmaradnak és a pergamenen is láthatóak. Az állatfaj meghatározása után a hegek vizsgálatával lehetővé válik a kórokozó, illetve a betegség azonosítása, hiszen a különféle kórokozók más-más módon károsítják a bőrt. Például a közönséges marhabagócs (*Hypoderma bovis*) kártétele régóta azonosított a pergamenen, mert az általa fűrt légzőnyílások és a kirepülőnyílás is jól látható, össze nem téveszthető nyomként (kis, kerek lyukak az állat gerincvonalaiban) mutatkozik



13. kép. A marhabagócs kártétele egy pergamen kézíraton

a borjúbőrön (13. kép). Jelenleg két egyéb fő középkori birkabetegség, a rüh és a bárányhimlő nyomait vizsgálják a juhpergameneken.



14. a–b kép. Vértoltok nyoma egy könyvlepon a) réeső és b) áteső fényben

A pergamen készítésére és az állat állapotára egyaránt utalhat a véryomok jelenléte a kikészített bőrben. Előbbi esetben a nem megfelelő kivéreztetés miatt az erekben maradt vér látszik barnás vonalak formájában. Ez történeti dokumentumok esetében ritka, hiszen az írott szöveg olvasását zavarta volna, ugyanakkor könyvkötésekhez használták főként a 19. században. Az állatot a halála előtt nem sokkal ért mechanikai hatás, ütés során keletkezett bevérzés megmarad a kollagénrostok között és barna foltokként mutatkozik a pergamenben. Mivel ezek a foltok nem akadályozzák számottevően a szöveg tanulmányozását, az ilyen pergament felhasználták írott dokumentumokhoz (14. a–b kép).

Korábbi javítások, restaurálási beavatkozások hatásainak vizsgálata

Közismert tény, hogy a restaurálás fiatal szakma, tulajdonképpen a 19. század végén kezdték el komolyabban tanulmányozni a környezetnek a tárgyak anyagaira gyakorolt hatását, a szerves és szervetlen anyagok lebomlását, károsodását. A beavatkozások eleinte főként esztétikai célúak voltak, arra törekedtek, hogy a tárgy (dokumentum) szebben nézzen ki a beavatkozás után, mint előtte volt. Igyekeztek a szennyeződések, foltokat eltüntetni, ezen kívül a pergament fertőtleníteni és megerősíteni. Az esztétikai szempontok miatt gyakori volt a túltisztítás, akár felületi csiszolás is. Ezzel sok biológiai információ – a mikrobiom – eltűnt a tárgyról. Fontos cél volt a megkeményedett, deformált pergamen puhítása, lágyítása és kisimítása is. Ehhez alkoholos oldatokat és ragasztókat alkalmaztak. A puhítást leggyakrabban folyadék állapotú etil- vagy metilalkohollal tamponálással végezték, a megerősítéshez szintetikus ragasztókat – pl. zaponlakkot, folyékony nyolnt, poli(vinil-acetát) diszperziót –, keményítőt, vagy formaldehiddel keményített zselatint használtak.

Az alkoholos kezelés és a ragasztóval történő átkenés hatására a mai tudásunk szerint a pergamen felülete kisebb-nagyobb mélységig zselatinálódhat, a marhabőrből készült zselatin pedig idővel keresztköteket létesít a pergamen kollagén anyagával, így mintegy beépül a bőrszerkezetbe. Ezáltal egy későbbi vizsgálatkor úgy tűnhet, mintha a pergamen keresztmetszetében félig marha, félig juh bőrből lenne. A pergamen károsodásához vezet bizonyos segédanyagok pl. az ecetsav alkalmazása, amit fertőtlenítés céljából adtak a ragasztóhoz.

A teljes felületen végzett tisztítás és megerősítés eltüntette a korábbi használati és a készítés bizonyos nyomait, ezért ma az ilyen beavatkozásokat már kerüljük.

Összegezve elmondható, hogy a pergamen kéziratok, dokumentumok egyfajta időkapszulaként foghatók fel, melyben az információnak csak egy részét képezi a szöveg. A pergamenből és annak felületéről kinyerhető adatok az állatról, az alkalmazott készítéstechnikai eljárásokról és anyagokról, az időjárás viszonyokról, állat-

tenyésztésről és kereskedelemről, valamint a tárgy tulajdonosairól, használóiról – beleértve a késői kor kutatóit is – tájékoztatnak bennünket. Reményeink szerint, ha megőrizzük ezeket a jeleket, akkor a közeljövőben sok érdekes adattal bővíthet a tudásunk. Ennek érdekében javasolt a pergamen dokumentumokhoz nitril, vagy pamutkesztyűben nyúlni – hacsak nem akarjuk a saját DNS-ünket is az utókorra hagyni –, és nagyon kíméletesen, körültekintően konzerválni.

IRODALOM

- DOHERTY, S. – ALEXANDER, M. M. – VNOUCEK, J. – NEWTON, J. – COLLINS, M. J. (2001): Measuring the impact of parchment production on skin collagen stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) values. In: *Star: Science & Technology of Archaeological Research*, Vol 7. No 1. pp. 1–12. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20548923.2020.1868132?scroll=top&needAccess=true&role=tab> (2023. 02. 17.).
- ENGEL, P. – COLLINS, M. J. – FIDDYMENT, S. – SOTO, C. – TEASDALE, M. D. – VNOUCEK, J. (2018): Improved methods of authentication and the resulting shifts in decision-making in parchment conservation. In: *The Book and Paper Group Annual 37*. pp. 21–29. <https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/v37/bpga37-04.pdf> (2023. 02. 17.).
- FIDDYMENT, S. – TEASDALE, M. D. – VNOUCEK, J. – LÉVÉQUE, É. – BINOIS, A. – COLLINS, M. J. (2019): So you want to do biocodicology? A field guide to the biological analysis of parchment. In: *Heritage Science*, 35. <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-019-0278-6> (2023. 02. 17.).
- FOURNEAU, M. – CANON, C. – VAN VLAENDER, D. – COLLINS, M. J. – FIDDYMENT, S. – POUMAY, Y. – DEPARIS, O. (2020): Histological study of sheep skin transformation during the recreation of historical parchment manufacture. In: *Heritage Science* 8, Article number: 78 (2020). <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-020-00421-z> (2023. 02. 17.).
- HICKINBOTHAM, S. – FIDDYMENT, S. – STINSON, T. L. – COLLINS, M. J. (2020): How to get your goat: automated identification of species from MALDI-ToF spectra. In: *Bioinformatics* 36 (12), 2020. pp. 3719–3725. <https://academic.oup.com/bioinformatics/article/36/12/3719/5807605> (2023. 02. 17.).
- HOFMANN, C. ed. (2020): *The Vienna Genesis, Material analysis and conservation of a Late Antique illuminated manuscript on purple parchment*. Böhlau Verlag Wien Köln Weimar. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/41206> (2023. 02. 17.).
- NAIR, B. – RODRIGUEZ PALOMO, I. – MARKUSSEN, B. – WIUL, C. – FIDDYMENT, S. – COLLINS, M. (2022): Parchment glutamine index (PQI): A novel method to estimate glutamine deamidation levels in parchment collagen obtained from low-quality MALDI-ToF data. *bioRxiv: The reprint server for biology*. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.03.13.483627v6.full.pdf> (2023. 02. 17.).
- TEASDALE, M. D. – FIDDYMENT, S. – VNOUCEK, J. – MATTIANGELI, V. – SPELLER, C. – BINOIS, A. – CARVER, M. – DAND, C. – NEWFIELD, T. P. – WEBB, C. C. – BRADLEY, D. G. – COLLINS, M. J.: *The York Gospels: a one thousand year biological palimpsest*. *bioRxiv: The reprint server for biology*. <https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2017/07/24/146324.full.pdf> (2023. 02. 17.).

Orosz Katalin DLA

Papír- és bőrrestaurátor-művész
Budapest Főváros Levéltára
1139 Budapest, Teve u. 3-5.
Tel.: +36-1-298-7610
E-mail: oroszk@bparchiv.hu

Várhegyi Zsuzsanna

Papír- és bőrrestaurátor-művész
Magyar Nemzeti Múzeum
Országos Restaurátor és Restaurátorképző Központ
1088 Budapest, Múzeum krt. 14-16.
Tel.: +36-70-457-6018
E-mail: varhegyizsu@gmail.com