

A tintamarásos kéziratok stabilizálása kalcium-fitát/kalcium-bikarbonát eljárással. A kezelés alkalmazása az Apor-kódex restaurálása során

Koppán Orsolya – Tóth Zsuzsanna

Bevezetés

A tintamarásos kéziratok kezelésére elsőként Johan G. Neevel ajánlotta a kalcium-fitát/kalcium-bikarbonát eljárást 1995-ben. Azóta több nemzetközi kutatási program foglalkozott a módszer hatékonyságával és mellékhatásaival. Abban mindegyik tanulmány egyetért, hogy hatékony eljárás, amely minimális mellékhatások mellett képes meghosszabbítani a tintamarásos dokumentumok élettartamát.

Tanulmányunk célja, hogy a papírrestaurátorok megismerhessék az eljárás lépéseit és kockázatait, valamint segítséget nyújtson a kezelőoldatok elkészítéséhez. A kalcium-fitát/kalcium-bikarbonát kezelés kivitelezésekor fontos a lépések helyes sorrendjének betartása. Ugyanakkor a dokumentumok egyedisége szükségessé teszi az eljárásnak az adott dokumentumhoz való igazítását, ahogyan az Apor-kódex esetében is történt.

A vas-gallusz tintát a középkortól kezdve egészen a 20. század közepéig használták. Ez a tinta jóformán kitörölhetetlen, ezért volt a különféle dokumentumok: levelek, kéziratok, kották, térképek, hivatalos iratok íróanyaga. A művészek is szívesen rajzoltak vele, tollal és ecsettel egyaránt.

A vas-gallusz tintát könnyű volt elkészíteni, az alapanyagok olcsók és könnyen elérhetőek voltak. Minősége nemcsak az alapanyagoktól, hanem készítőjétől is függött. A jó minőségű tinta fényálló, színe erős, árnyalatai a barnától a kékes feketéig terjedtek.

Az évszázadok alatt többféle vas-gallusz tinta recept maradt fenn. Összetevői a valamilyen csersavtartalmú növényi részből (pl. tölgyfa gubacs, fenyőfa kéreg, csereszömörce levele) kivont tannin, valamint vitriol, víz, kötőanyag, egyéb színezékek. A gubacsot összetörték, vízben erjesztették, vagy főzték, sokszor bort és ecetet is adtak hozzá. A vitriol fém-szulfátot jelent, ez főleg vas, de lehet réz is, illetve ezek keveréke. A receptekben a vitriolokat szín szerint különítik el, a vas-szulfát a zöld, a réz-szulfát pedig a kék vitriol. Ez utóbbit egy recept szerint barna tinta készítéséhez használták. Sokszor berzsenyőfával, korommal sötétítették a friss tinta színét. A kötőanyag a gumiarábikum (arabgumi) volt, ami szintén mélyebb színt és nagyobb csillogást adott. Ajánlották timsó hozzáadását is az oldathoz, amitől fényesebb lett a tinta.

A tinta készítésekor tehát a tanninhoz (gallotannin sav, galluszsav) vas(II)-szulfátot, vizet és kötőanyagként gumiarábikumot adtak. A keletkező világosbarna színű, vízdoldható vas(II)-gallát a levegő oxigénjével oxidálódik sötétbarna vagy fekete, nem vízdoldható vas(III)-galláttá. Ez a vegyület tulajdonképpen feketés csapadék, amely leülepedik az edény aljára, a részecskéket az oldatban a gumiarábikum tartja lebegésben.

Ha friss tintával írtak, akkor ez a világosbarna folyadék mélyen beszívódott a papír rostjaiba, és a fekete vas(III)-gallát a papírban alakult ki. Ha a már oxidálódott tintát használták, akkor a fekete részecskéket a gumiarábikum kötötte a papír felületéhez, emiatt a tinta könnyebben ledörzsölhető a papírról.

A tintamarás jelensége

A tintamarás olyan összetett folyamat, amelynek során a vas-gallusz tinta a papír anyagát, a cellulózt bontja le. A régi vas-gallusz tinták többsége a készítésekor használt ecet, bor és timsó, valamint a feleslegben alkalmazott vas-szulfátból kialakuló kénsav miatt savas kémhatású és gyakran tartalmaz vas- és réz ionokat. A tinta savassága és a fémionok jelenléte a fő okai a tintamarás kialakulásának.

A lebomlási folyamat két lényeges reakción keresztül megy végbe: az egyik a cellulóz savas hidrolízise, amit a tinta savassága okoz, a másik a cellulóz katalitikus oxidációja, amelyet a szabad vas(II)-ionok segítenek elő. A végeredmény: az írás vonalában a papír megreped sőt, érintésre szövegrészek esnek ki a papírból.

Ideális esetben a vas(II)-szulfát és a gubacs aránya a tintában 1:3, így az alkotóanyagok maradéktalanul reagálnak egymással és stabil vas-gallusz tinta keletkezik. Azonban mintegy 104 történeti tintakészítési recept tanulmányozása során kiderült, hogy legtöbbször a vas(II)-szulfát és a gubacs aránya 1:2 volt. Továbbá a gubacs galluszsav tartalma is változó, tehát a legtöbb tinta a galluszsav lekötéséhez képest túl sok vasat tartalmaz.

A feleslegben maradt vas(II)-szulfát oxigén hatására vízdoldhatatlan vas(II)-hidroxiddá és kénsavvá oxidálódik. Mivel a papírban és a tintában redukáló molekulareszkek találhatóak, a vas(II)-ionok folyamatosan újratermelődnek.

A vas(II)-szulfát és a kénsav vízdoldhatók, ezért a levegő nedvességtartalmának növekedésével eljuthatnak a papír nem írott részeire is, így a cellulóz oxidációja és savas hidrolízise ott is megkezdődhet. Ennek a terjedésnek eredménye az, hogy barna udvar jelenik meg a károsodott tinta körül. Kutatások szerint főként a kénsav képes elvándorolni a környező papírterületekre, a vas többnyire a tintában és annak közvetlen környezetében marad.

A tintamarás kialakulása, valamint a károsodás mértéke külső és belső tényezőktől függ. Elsősorban a tinta összetevőitől és ezek arányától, a papír minőségétől, enyvezettségétől, a felvitt tinta mennyiségétől, hogy a lap mindkét oldalán van-e szöveg és milyen erővel nyomták a tollat a papírra. Függ továbbá a környezeti hatásoktól, a károsodás kialakulását elősegíti a relatív légnedvesség ingadozása és az UV sugárzás. Optimális tárolási körülmények között ez a folyamat lassítható.

A lebomlási stádiumok jellemzése

Idővel a vas-gallusz tintával írt szövegeken különböző elváltozások figyelhetők meg. A tinta leggyakrabban halványodik, barnás, sárgás árnyalatúvá válik. Sokszor udvar alakul ki a tintavonal körül, sötétbarna átnyomódás figyelhető meg a lap túloldalán, vagy kristályos lerakódás látható a tintavonalon.

A lebomlási folyamat kezdeti fázisait UV fényben lehet megfigyelni: a papír zöldesen kezd fluoreszkálni a tinta körül. A következő fázisban ez a zöldes fluoreszcencia sárga árnyalatúvá válik, illetve látható fényben világosbarna udvar figyelhető meg a tintavonal körül.

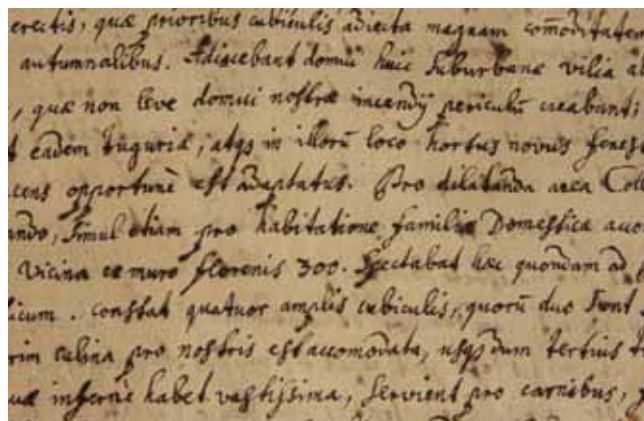
Látható fényben a tintamarásnak további négy stádiuma van:

1. a lap hátoldalán részleges világosbarna átütés mutatkozik (1. kép)
2. a lap hátoldalán az elszíneződés sötétbarna, átnyomódás a szomszédos lapon (2–4. kép)
3. erős barnulás, repedések, törések a tintával írt felületen (5. kép)
4. kiesett szövegrészek, a papír a tintával írt területen kipotyog (6–7. kép).

A fentiekből következik, hogy a károsító/lebomlási folyamat megállításához már az első stádiumban lévő dokumentumot is kezelni kellene. Ezt mikroanalitikai teszt elvégzésével dönthetjük el. (Ld. Kezelés előtti vizsgálatok 2.) Ha a teszt pozitív eredményt ad, akkor szükséges a dokumentum kezelése.

A konzerváló kezelés célja:

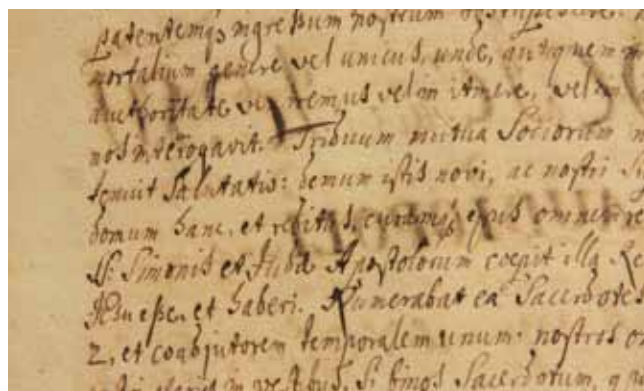
1. a savas hidrolízis megállítása, lassítása:
a savak eltávolítása, illetve semlegesítése, lúgos maradék képzése a papírban
2. az oxidációs lebomlás megállítása, lassítása:
a feleslegben lévő fémionok megkötése
3. a hordozó fizikai megerősítése:
a meggyengült részek, szakadások alátámasztása, a hiányok kiegészítése.



1. kép. Tintamarás 1. stádium (OSZK, Kézirattár, Fol.Lat.2039).



2. kép. Tintamarás 2. stádium (Fol.Lat.2039, 2. folio recto oldal).



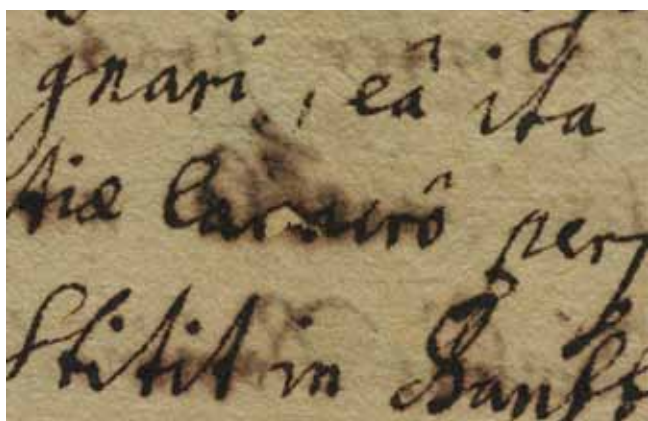
3. kép. Tintamarás 2. stádium (Fol.Lat.2039, 2. folio verso oldal).



4. kép. Tintamarás 2. stádium (Fol.Lat.2039).



5. kép. Tintamarás 3. stádium (Apor-kódex).



6. kép. Tintamarás 4. stádium (Fol.Lat.2039).



7. kép. Tintamarás 4. stádium (Apor-kódex).

A kalcium-fítát/kalcium-bikarbonát eljárás

A fitinsav ($C_6H_{18}O_{24}P_6$; inositol-hexafoszfát) olyan fontos ásványi anyagok komplexképző anyaga, mint a kalcium, magnézium, vas vagy a cink. Különböző magvakban és a dió héjában a foszfort tárolja. Nem mérgező erős sav, sója a kalcium-fítát.

A kezelés során a kalcium-ionok kicserélődnek a káros szabad vas(II)- és vas(III)-ionokkal, és fehér színű vas-fítát komplex keletkezik. Az így megkötött vas-ionok már nem katalizálják a cellulóz oxidációs lebomlását. A folyamat alatt a vas-gallusz tinta nem károsodik. Mivel a fekete vas(III)-gallát stabilitása a pH emelkedésével növekedik, és pH 6 körül éri el a maximumát, ezért kell a savas kémhatású kalcium-fítát oldat kémhatását ammóniával 5,8-ig emelni. Ezen a pH értéken enyhe fehér csapadék kiválás észlelhető a kalcium-fítát oldatban, de ettől még ugyanolyan hatékony marad.

A kalcium-fítát képes komplexbe vinni a réz-ionokat is, de nem tudja inaktíválni azokat, ezért a réz továbbra is ártalmas marad. A réz-fítát vízben oldódik, a későbbi vizes kezeléssel eltávolítható.

A kalcium-fítát kezelés önmagában nem szünteti meg a cellulóz savas hidrolízisét, ezért mindig semlegesítésnek kell követnie. pH 9 érték fölött a vas-gallusz tinta és a papír károsodhat, ezért nem ajánlott a túlságosan lúgos oldatok, mint a kalcium-hidroxid, vagy a magnézium-bikarbonát oldat használata. A kutatások azt mutatták, hogy a kalcium-bikarbonát oldattal végzett semlegesítés adta a legjobb eredményt, ugyanis a tinta és a papír pH-értéke nem megy 8,5 fölé. Sajnos a komplexképzés és a semlegesítés nem oldható meg egy lépéses eljárással.

A vas-gallusztintával írt dokumentumok nedves kezelésének általános szabálya az, hogy vagy egyáltalán nem alkalmazunk semmilyen vizes kezelést, vagy teljes mosást végzünk. A „csak egy kis kezelés” veszélyeztetni leginkább a dokumentumot.

A nedvesség növekedése a papírban elősegíti a tinta vízdoldható komponenseinek szétszívódását. Mivel a legtöbb ártalmas vegyület láthatatlan (vas(II)-ion, kénsav), ez a folyamat nem vehető észre, de annak a veszélye, hogy a nedvesítés előidézhet olyan reakciókat, mint a savas hidrolízis és az oxidáció, hosszú távon jelentősen megnő. Emiatt soha ne nedvesítsük meg a vas-gallusz tintával írt papírt, ha azt nem követi alapos mosás, amivel eltávolíthatók a vízdoldható káros vegyületek.

A tintamarás befolyásolja a papír vízfellevő képességét is. A sötétbarnára színeződött tintamart területek hidrofóbok: nehezen veszik fel a vizet. A tinta körül az egyáltalán nem elszíneződött vagy csak világosbarna területek rendszerint hidrofilek: könnyen átnedvesednek. Nagyon valószínű, hogy nedvesség hatására repedések keletkeznek a hidrofób (tintamart) területen, különösen, ha a papír gyengén vagy egyáltalán nem enyvezett. A másik kockázatot a nagyon erősen enyvezett papír jelenti, ugyanis a vizes kezeléseknél a felületi enyvezés leoldódhat, és így a tinta eltűnhet. Ez komoly kockázat lehet különféle papírontási technikák alkalmazása esetén.

Kezelés előtti vizsgálatok

1. **A károsodás mértékének vizuális megállapítása**
Látható fényben és UV sugárzásban: melyik lebomlási stádiumban van a dokumentum?

2. **Mikro-analitikai teszt:** van-e vas(II)-szulfát felesleg az adott tintában (8–9.) kép?
A vizsgálatot a Merck¹ által forgalmazott nem levérző, 2,2'-bipiridin-oidattal átitatott tesztsíkkal végezzük. Az indikátoranyag intenzív piros színű komplexet képez a vas(II)-ionokkal.

A kezelés előtt a tintát desztillált vízzel megcseppentjük, néhány másodperc múlva a tesztsíkot hozzáérintjük a vízcsepphez.² A felesleges vizet lerázzuk a csikról. Ha jelen van vas(II)-ion, megjelenik a piros szín, amely száradás közben intenzívebbé válik. A végleges szín kb. 2–5 perc alatt alakul ki, ezt összehasonlítva a tubuson lévő színskálával, kapjuk meg az eredményt.

0–500mg/l Fe²⁺ (0: fehér, 3: világos rózsaszín, 500: élénkpiros)

A kalcium-fitát/kalcium-bikarbonát kezelés után ellenőrzéskor, a tintára cseppentett desztillált vizet szívópapír csíkkal felitatjuk és erre a nedves foltra nyomjuk rá 10 másodpercig a tesztsíkot. A szívópapír teljes száradása után vetjük össze a kapott színt a színskálával.

3. **Abszorpciós teszt:** hogyan nedvesedik a papír desztillált vízzel megcseppentve?

Abból, ahogyan a papír egy csepp vizet felvesz, fel tudjuk mérni a vizes kezelések okozta repedések kialakulásának kockázatát, az enyvezettség mértékét, az újraenyvezés szükségességét.



8. kép.
Vas-ion teszt
(Merck®).



9. kép.
Vas-ion teszt
eredményei
kezelés
előtt és után
(Apor-kódex,
33. folio).

4. **Oldódás próba:** a tinta oldódik-e vízben, alkoholban, a kezelőszerekben?

5. **pH-mérés:** a papíron és a tinta felületén.

A kalcium-fitátos kezelés lépései

1. **A dokumentum előkészítése.** Merev alátámasztás készítése.

A nedves dokumentum nagyon érzékeny bármilyen mozgatásból adódó sérülésre. Különösen a tintamarásos területek sérülékenyek, törékenyek. Plexiüveg alátámasztó felület használatával elkerülhető a tárgy meghajlása és csökkenthető a repedések/törések, vagy szövegrészek kiesésének kockázata. A dokumentumnak nem szabad közvetlenül érintkeznie a merev alátámasztással, ezért olyan nem szövött poliészter vagy polipropilén textilre kell helyezni, mint a Hollytex³ (Bondina, Vetex). A Hollytex lapot kétoldalas ragasztócsikkal rögzítjük a plexilaphoz. Ezzel a segédanyaggal együtt könnyen el lehet távolítani a dokumentumot a plexiről, amikor szükséges.

2. **Előnedvesítés alkohollal**

Az abszorpciós teszt megmutatja, hogyan veszi fel a papír a vizet. A víz nagy felületi feszültsége miatt a tintamarásos papír nedvesítése feszültséget okoz a hidofil és a hidrofób területek között. Az egyenlőtlen nedvesedés okozta károsodások kockázatát csökkenti, ha a papírt először etanollal vagy izo-propil alkohollal előnedvesítjük. Ezeknek az alkoholoknak kisebb a felületi feszültségük és jól elegyednek vízzel. Így az újabb vizes oldatok majd gyorsabban és egyenletesebben hatolnak be a papírba.

Az oldatot (etanol, izopropanol, vagy alkohol és víz keveréke) permetezzük a dokumentumra, amíg az teljesen átnedvesedik.

3. **Mosás ionmentes vízben vagy csapvízben**

A tintamarásos dokumentumok kezelésének célja, hogy eltávolítsuk és/vagy semlegesítsük a káros vegyületeket és a színes bomlástermékeket. A legkárosabb komponensek, mint a vas(II)-, vagy réz(I)-ionok és a kénsav láthatatlanok, de vízzeloldhatók. Ezek bizonyos mértékig eltávolíthatók a vizes kezelésekkkel.

A leghatásosabb a desztillált vagy az ionmentes víz. Használatuk azonban kockázatos lehet, mivel a tinta levérzését és olyan komponensek (mint a kalcium-karbonát) kioldódását okozhatják, amelyeknek valójában a papírban kellene maradniuk. Ezt elkerülendő ajánlják a jó minőségű csapvíz (amely eleve tartalmaz egy vagy többféle oldott sót) vagy a kalciumozott víz (kis mennyiségű kalcium-karbonátot tartalmazó ionmentes víz) használatát. Alkohol hozzáadása elősegíti a papír

¹ Merckoquant® I.10004.0001 Vas teszt. <http://www.merck-chemicals.hu/>, Merck Kft. H-1113 Budapest, Bocskai út 134–136

² Erősebb szívóképességű, enyvezetlen papír esetében érdemes a tesztsíkot nedvesíteni és a nedves tesztsíkot nyomni gyengéden a papírra, különben a desztillált víz szétszívódik a papírban és a reakció kevésbé észlelhető.

³ Hollytex, Bondina, Vetex: nem szövött 100% poliészter anyag.

egyenletesebb átnedvesedését és csökkenti a vízdoldható komponensek esetleges levérzését.

Előnedvesítés után merítsük a tárgyat csapvízbe vagy kalciumozott vízbe. Az első fürdő tartalmazzon kevés alkoholt.

Bizonyos dokumentumokat nem lehet teljesen bemeríteni, mert túl törekenyek vagy nagy valószínűséggel oldódó íróanyaggal írottak. Ezekben az esetekben választható módszer az úsztatás vagy a vákuumasztal használata.

A vizet folyamatosan cserélni kell, amíg az összes látható bomlástermék eltávozik. A vizes mosás időigényes, 30 percig vagy még tovább is tarthat. Ha nem végezzük el alaposan, a következő kezelési lépések nem lesznek elég hatékonyak.

4. **Kalcium-fitát fürdő**

A papír az alapos vizes kezelés után is tartalmaz szabad vas(III)-ionokat, amelyek nem vízdoldhatók és szükséges a semlegesítésük.

A kalcium-fitát komplex képes kicserélni a kalcium-ionokat vas(II)-, és vas(III)-ionokra fehér színű vas-fitát komplex képződésével. Mindaddig, amíg komplexben marad a vas-ion, nem tud további oxidációt katalizálni.

A fitátos fürdő időtartama függ a dokumentumtól. A kezelés hatásának ellenőrzésére érdemes 10 perc után vas-ion tesztet végezni. A kezelőszerből kiemelt dokumentumon a tintavonalhoz érintjük a tesztcsíkot, majd azt egy darabka száraz szívópapírra nyomjuk. Az esetleg megjelenő vörös szín jelzi a vas(II)-ion jelenlétét, és hogy a kezelést folytatni kell addig, amíg a vas-teszt már negatív.

Néha a vas-teszt annak ellenére pozitív marad, hogy a dokumentum már hosszú ideje a kalcium-fitát oldatban van. Ennek egyik oka az elhasználandó kezelőszer. Ebben az esetben friss oldatba kell átteni a tárgyat. Előfordul, hogy néhány dokumentum túl sok szabad vas(II)-ionot tartalmaz. A kezelést 30 perc után be kell fejezni, még akkor is, ha visszamarad valamennyi vas-ion. A vas(II)-ion teszt annyira érzékeny, hogy a 1ppm vas(II)-ion jelenlétét is képes kimutatni halvány bíbor színnel.

5. **Vizes öblítés a feleslegben maradt fitát eltávolítására**

A fitátos kezelés után a vas- és a kalcium-fitát együtt van jelen a papírban, és ezek száradáskor fehér kristályok formájában megjelenhetnek a felületen. A kirkódást megelőzendő a dokumentumot néhány percre csapvízbe kell bemeríteni.

6. **Kalcium-bikarbonát fürdő**

A vizes kezelése során a legtöbb savas anyag már feloldódott és eltávozott. Annak érdekében, hogy megelőzzük a majdani sav katalizálta hidrolízist, a visszamaradó savat semlegesíteni kell, és lúgos maradékot kell képezni a papírban. Ehhez a legmegfelelőbb anyag

a kalcium-bikarbonát, mivel az oldat pH-ja a kezelés alatt és után sem haladja meg a biztonságos 8,5 értéket. Az ennél magasabb pH-érték károsíthatja a papírt és a tintát.

Semlegesítéshez a dokumentumot 20–30 percre telített kalcium-bikarbonát fürdőbe kell bemeríteni.

7. **Előszárítás: rövid ideig tartó szikkasztás az utánenyvezéshez.**

A kalcium-bikarbonát oldatból való kiemelés után a dokumentumot a hordozó Hollytex segédanyaggal együtt leválasztjuk a plexilapról. A dokumentumra egy másik Hollytex lapot borítunk és filcek között enyhén lenehezítve előszárítjuk. Utánenyvezéskor jobb, ha a dokumentum nyirkos, nem pedig száraz.

Ez a művelet vákuumasztalon is elvégezhető és rögtön követheti a felületi enyvezés.

8. **Felületi enyvezés zselatinnal**

Az enyvezőanyag védőfilmet képez a papír és a savas tinta között. Azok a vas-gallusz tintával írt kézi merített papírok, amelyek megfelelően enyvezettek, többnyire napjainkban is jó állapotban vannak, kivételt képezhetnek a timsós enyvezésűek.

A tintamarás kialakulásának egyik kiváltó oka gyakran a papír rossz enyvezettsége. Minél gyengébben enyvezett a papír, annál inkább ki van téve a vas-gallusz tinta károsító hatásának.

A különböző vizes kezelése során az eredeti enyvezőanyag részben kioldódik/eltávozik, és ezt pótolni kell.

A papír újra enyvezése zselatinnal a következő okokból ajánlott: védi a tintafelületet, mechanikailag erősíti, rugalmassá teszi a papírt, különösen a károsodott területeken. A zselatin elősegíti a fitátos kezelés hosszú távú hatását, lassítja a tintamarás folyamatát. Különböző fémekkel – köztük a vas és a réz – kötést létesítő tulajdonsága van. „pH-pufferként” is működik, ezáltal csökkenti a savas komponensek negatív hatásait a papírban. Pozitívan hat a papír öregedésére, mert kiegyenlíti a légnedvesség ingadozását, stabilizálja a papír nedvesség tartalmát.

Miután eldöntöttük, hogy a dokumentum melyik oldalát szeretnénk javítani, a nyirkos papírt Melinex⁴ fóliára vagy Hollytex lapra helyezzük azzal az oldalával felfelé, amelyikre nem kerül javítás, majd permegezéssel vagy puha ecsettel átenyvezzük. Ezután egy újabb Melinex/Hollytex lapot borítunk a dokumentumra, megfordítjuk, eltávolítjuk a segédanyagot, és ezt az oldalát is enyvezzük.

9. **Javítás**

A károsodott, törekeny papírban a repedések, kisebb hiányok javításával és alátámasztásával elkerülhető a további részek kitörése és elvesztése.

⁴ Melinex: poliészter fólia (film).

A következő módszer gyors és nagy előnye, hogy a javítást egy lépésben el lehet végezni az utáneyvezéssel. Mivel nincs szükség másik ragasztó használatára, a veszélyeztetett területek feszítése/terhelése minimális.

Az imént enyvezett és még nedves dokumentumot tegyük átvilágító asztalra, azzal az oldalával felfelé, amelyiket javítjuk. Helyezzünk tépett szélű, száraz japánpapír csíkokat a törésekre és a hiányokra. A japánpapír azonnal a nedves felületre ragad. Ha szükséges, helyileg újra lehet nedvesíteni a területet zselatinnal.

10. Szárítás

A kijavított dokumentumot helyezzük száraz és tiszta Hollytex lapok közé és filcek között, lenehéztve szárítsuk meg.

A kezeléshez szükséges oldatok

A fitinsav⁵ vízzel, glicerinnel, 96%-os alkohollal elegyedik, vízmentes oldószerekben nem oldódik, savas kémhatású. Szalmasárga, szirupszerű folyadék, amely a tárolás következtében az évek alatt besötétedik.

40%-os vizes oldata 250 ml-es kiszerelésben vásárolható meg, kalcium-sóját (kalcium-fitát) a restaurátor műhelyben állítjuk elő.

Fontos! A felbontott üveget hűtőszekrényben tároljuk, így hosszú ideig eltartható. Az eredeti üvegben lévő oldatba visszaönteni semmit nem szabad!

1 liter kalcium-fitát oldat⁶ előállításához 2,88 g 40%-os fitinsavra, 0,44 g kalcium-karbonátra, desztillált vízre és 3,2%-os ammónium-hidroxidra van szükség.

A kimért fitinsavat a készítenő oldatnak megfelelő úrtartalmú Erlenmeyer-lombikba töltjük, ehhez adagoljuk lassan a CaCO₃-ot. A folyamatot szén-dioxidképződés kíséri. Csak akkor töltjük fel desztillált vízzel 1 literre a lombikot, ha már nem észlelünk gázképződést. Az oldat pH-ja 3–4 közötti, amely túl savas, ezért 3,2%-os NH₄OH-dal pH 5,5–5,8-ra kell beállítani úgy, hogy lassan adagoljuk hozzá az ammónium-hidroxidot, közben finomskálás pH-tesztcsikkal ellenőrizzük az oldat kémhatását. (Amennyiben túl sok ammónium-hidroxidot adunk hozzá, az oldatot már nem tudjuk felhasználni!) A kész oldat opálos, enyhe fehér csapadék észlelhető benne. Az oldatot üleptjük (dekantáljuk) és a tiszta részét használjuk a kezeléshez.

Az így elkészített kalcium-fitát oldat jó táptalaja a mikroorganizmusoknak, ezért 5 ml etil-alkoholt hozzáadva, csak hűtőszekrényben tartható el egy hétig. Felcímkézett műanyag palackban.

<i>Kiindulási anyagok</i>	<i>Kalcium-fitát oldat összetérfogata</i>	
	100 ml	1 liter
Fitinsav (40%-os)	0,4 g	4,1 g
sűrűsége: 1,31 g/ml	0,11% fitát tartalom	(3,1 ml)
CaCO ₃	0,06 g	0,6 g
Desztillált víz	100 ml-re feltölteni az oldatot	1 literre feltölteni az oldatot

<i>A fitinsav koncentrációja</i>	<i>A fitinsav mennyisége</i>	<i>A kalcium-karbonát mennyisége</i>	<i>Desztillált víz</i>
40%	2,88 g	0,44 g	1 liter
50%	2,30 g	0,44 g	1 liter

1 liter kalcium-bikarbonát oldat készítéséhez 1,1 g CaCO₃ por (1,65 g 1,5 literhez) és 1 liter vas- és réz-ionmentes, szénsavas ásványvíz szükséges.

A kimért kalcium-karbonát port szórjuk egy 100ml-es főzőpohárba. Öntsünk ásványvizet egy 500ml-es főzőpohárba, majd ebből tegyünk egy keveset a kalcium-karbonát porhoz, és üvegbottal jól keverjük meg. Öntsük vissza ezt a keveréket az ásványvizes palackba, majd a kiöntött ásványvízzel apránként oldjuk fel teljesen a maradék kalcium-karbonátot és töltsük vissza a palackba. Végül rázzuk jól össze, címkézzük fel, majd hűtőbe téve hagyjuk állni egy éjszakát. A leülepedett, tiszta oldat használható a kezeléshez.

2%-os zselatin-oldat készítéséhez 10 g B-típusú, 180–220 Bloom-indexű, „étkezési” minőségű zselatin és 500 ml desztillált víz szükséges. A főzőpohárba kimért zselatinhoz öntjük a desztillált vizet, jól elkeverjük és 1 órát duzzadni hagyjuk, majd időnként megkeverve 40 °C-on feloldjuk. Maximum 60 °C-ig melegíthető!

Utáneyvezéshez 0,5–1%-os oldatát használjuk. Lehetőleg annyit készítsünk, amennyit el is használunk, hűtőben rövid ideig eltartható.

Az Apor-kódex tintamarást szenvedett lapjainak restaurálása

Az Apor-kódex

Az Apor-kódex az egyik legrégebbi nyelvemlékünk. Nevét báró Apor Péterről, első ismert újkori tulajdonosáról kapta. Feltehetően Budán másolták, a 15. század végén, vagy a 16. század elején. A könyv az 56–150. zsoltár fordítását tartalmazza a himnuszokkal és a canticumokkal. A zsoltár

⁵ 40%-os fitinsav (Phytic acid solution, catalogue number: 80180, Fluka), <http://www.sigmaaldrich.com/hungary>.

⁶ Mikesy Pongrácné: A tintamarás kezelésének újabb lehetőségei című előadásában megadott mennyiségek*: az Apor-kódex lapjainak kezelését ezt az oldatot használtuk. *Birgit Reißland: Neue Restaurierungsmethoden für Tintenfraß mit wäßrigen Phytatlösungen (In: Tintenfraßschäden und ihre Behandlung. Hrsg. von Gerhard Banik und Hartmut Weber, Stuttgart: Kohlhammer, 1999, p. 172). Calcium-Phytate Treatment Agent (pdf): The Iron Gall Ink Website www.irongallink.org



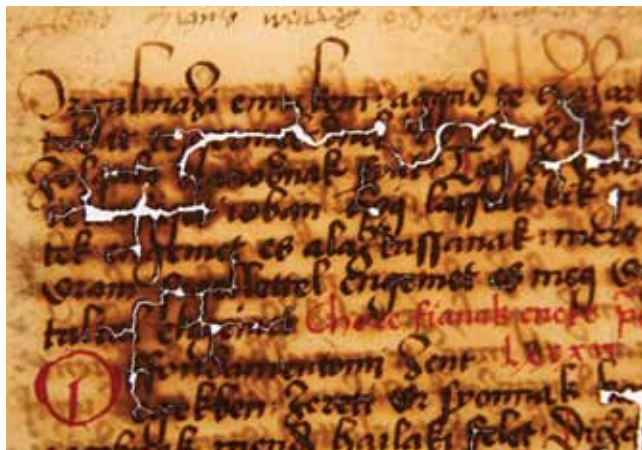
10. kép. A megcsonkított kötet.

roskönyv a fennmaradt legrégebbi magyar bibliafordítás szövegének másolata. A kódex kolligátum, a zsoltárokhoz két rövidebb szöveget kötöttek, a rend tagjaiért és jötevőiért való imaalkalmakat felsoroló Három jeles szolgálatást, és a Szent Anselm passió dialógusát. E három művön kívül még egyet tartalmazott, melyet azonban a kódexből, talán tartalmi okok miatt eltávolítottak. A kivágott lapoknak csak csonkjai maradtak meg. A kötet a premontrei apácák tulajdonában és használatában volt, kötése budai reneszánsz kötés, mely a domonkosok kolostorában készült.

Az Apor kódex ma a sepsiszentgyörgyi Székely Nemzeti Múzeum tulajdonában van, jelzete A. 1330.

A könyvet számos, korából, használatából és csonkításokból adódó károsodás érte (10. kép).

Ezek a sérülések azonban a kötet további fennmaradását nem veszélyeztették. Ezzel ellentétben lassú pusztulását okozta az írásához használt többféle minőségű tinta, melyek pergése és kémiai aktivitása roncsolta a papírt. A tinták pergését és az írás pusztulását már Szabó Dénes is megemlítette 1942-ben kiadott facsimile kötetében. A károsodás előrehaladottságát a kötetben látható képek is rögzítették. A múzeumban a kódex fokozott védelmet kapott, ez a védelem megkímélte a lapokat a látványos pusztulástól, de a károsító folyamatok nem álltak le, csak rejtve maradtak, ezért kézbevételekor a lapok a legkisebb mozgatásra, a sorok mentén újabb és újabb helyeken nyíltak szét (11. kép). Fennmaradása érdekében szükségessé vált restaurálása, amire többszöri próbálkozás után, az Országos Széchényi Könyvtár, a Székely Nemzeti Múzeum és Románia Országos Könyvtára közös programjaként került sor. Ez a Magyar Nyelv éve keretében, a „Látjátok feleim...” címmel, a magyar nyelvemlékeket a kezdetektől a 16. század elejéig bemutató kiállításnak köszönhetően valósult meg, a Balassi Intézet támogatásával az Országos Széchényi Könyvtárban. Jelen tanulmány keretében az Apor kódex restaurálásának csak egy részét, a tinta károsodását és károsító hatását, ezenkívül a tintamarást szenvedett lapok javítását ismertetjük⁷.



11. kép. Az írás vonala mentén, a tintamarás hatására szétnyílt lap.

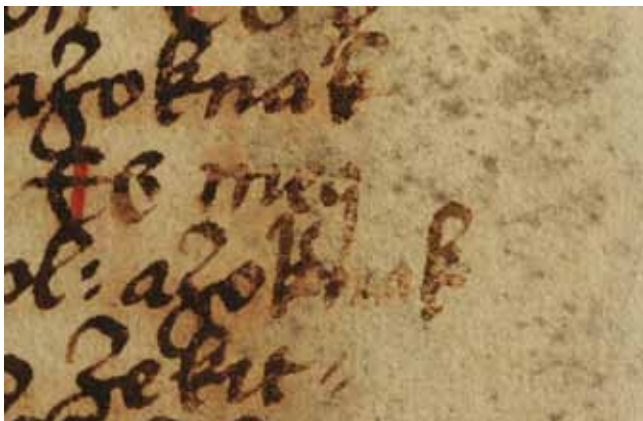
Az írott lapok állapota

A könyv megírásához többféle minőségű, több keverésből származó tintát, kiemelésként piros és zöld festéket használtak. A többféle tinta a lapokon eltérő mértékű károsodást okozott. A kötetet ért többszöri beázás azonban nemcsak a tinták pusztító hatását katalizálta, de ezzel párhuzamosan egy másik károsodást is elindított. A beázástól hosszan nedvesen maradt lapokon penészgombák telepedtek meg. Károsító hatásuk nemcsak a papír elszíneződésében és a lapszélek vattássá válásában, hanem az egyes tinták kötőanyagának lebomlásában is megnyilvánulhatott, de a tintamarás reakciói szintén a tinták porlásához vezethettek. Ez utóbbi mellett szól az, hogy ahol nem volt tintamarás a lapokon, ott a leporlás sem volt megfigyelhető, míg a tintamarástól és penészgombáktól is érintett részekben a leporlás fokozott volt (12–13. kép). Kutatási adatokból tudjuk, hogy a tinta savtartalma előbb a kisebb molekulájú arabgumi kötőanyagot bontja le, s csak ezután támadja meg a papírt. A kötőanyagukat veszített tinták szemcséi lehullottak az írott felületről, a papíron a betűknek csak elhalványult helyét hagyva. A leporló részek elszínezték a betűk körül a papírt, ezzel tovább csökkentve az írás kontrasztját. Ezért a restaurálás során nemcsak a tintamarás, hanem a tinták porlásának megállítása is halaszthatatlan feladat volt.

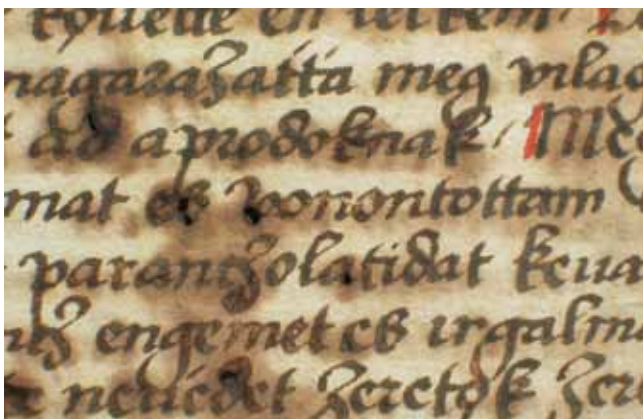
A kódexen a tintamarás minden fokozata megfigyelhető volt, de egyes szövegrészeket egyáltalán nem érintett. A zsoltárokat és canticumokat tartalmazó első és egyben legnagyobb terjedelmű részt a tintamarás változatos mértékben pusztította, azonban a kolligátum két utolsó részét nem érintette. A pusztulást befolyásolta a kódex basztarda típusú írása is, mert ennél az írástípusnál a betűszarak vastagok, így a tinta széles sávban került a papírra és ezzel párhuzamosan a tintamarás is viszonylag nagy felületen érvényesült.

⁷ Bővebben ld. Tóth Zsuzsanna – Koppán Orsolya – Papp Judit – Érdi Marianne: Restoration of a Unique Hungarian Medieval Codex Based

on Results of Recent International Research and on a New Restoration Technique. In.: New Approaches to Book and Paper Conservation-Restoration, Verlag Berger Horn, Wien, 2011. pp. 331–356.



12. kép. A penésztől leporló tinta.



13. kép. A tintamarástól leporló tinta.



14. kép. A mosás során a penészes lapok egyenetlenül nedvesedtek.

A tintamarásos lapok kezelésére és a kezelés előtti mérések elvégzésére a könyvtest szétbontása után kerülhetett sor. Az elvégzett oldódáspróbák alapján a könyv mosása előtt sem a tinták, sem a festékek nem igényeltek fixálást. A tinták további pergése óvatos mozzgatással, a dörzsölő hatások kiküszöbölésével elkerülhetővé vált a kezelése során. A tinta fixálása gátolta volna a lapok tisztulását, csökkentette volna a tintamarást leállító kezelőszerek aktivitását, ezért utólag alkalmazva feltehetően jobb eredményeket értünk el. A lappárokra szétbontott könyvtesten, a különböző állapotú lapokon Koppán Orsolya pH-mérést és a szabad vas-ionok kimutatására teszteket végzett.

A mért eredmények tájékoztatást adtak a papír állapotáról az írás nélküli és az írott részekben, illetve a mért eredmények igazolták a szemmel láthatóan különböző mértékben tintamarásos helyek közötti eltérést. Az erősen tintamarásos részekben a vasteszt által kimutatott értékek nagyon magasak voltak. A vizsgálati eredmények ismeretében történt ezután a lapok további kezelése. A kezelő oldatokat szintén Koppán Orsolya állította össze.

A lapok mosása és fitátos kezelése

A kötetet ért többszöri beázás barnás vízfoltjai, a tapasztalatok szerint, vizes mosással halványodnak el a legjobban. A lapok vizes kezelését az esztétikai szempontokon kívül szükségessé tették a vas-ion teszt által a lapokon mért eredmények is. Ezért a lappárokat egyesével szitára helyezve, 20 percig csapvízbe merítettük a tinta és a cellulóz bomlásából származó vízoldható savas komponensek eltávolítása érdekében (15–16. kép). A szitával együtt mozzgatva a lapokat, azok a vízből 20 percre kalcium-fitát fürdőbe kerültek. A fürdő komplexbe vitte a tintában lévő szabad vas(II)-ionokat. A fitátos fürdő után rövid, tiszta vizes öblítés következett, mely a feleslegben maradt fitátot távolította el a lapokból. Ezután a lapok 20 percig kalcium-bikarbonát fürdőben voltak (17. kép). A fürdő lúgos csapadék visszamaradásával semlegesítette a lapokat, hosszú ideig tartó védelmet nyújtva a sav katalizálta hidrolízissel szemben. A semlegesítés, pufferolás után a lapok a szitán maradván, a szita alatt lévő itatóst cserélgetve, levegőn, préselés nélkül száradtak meg. A fitátos kezelés utolsó lépésére, a zselatinos utántenyezésre, csak a lapok kiegészítése után került sor, mert a fitátos kezeléssel a lapok nedves kezelése még nem fejeződött be.

A lapok kiegészítése

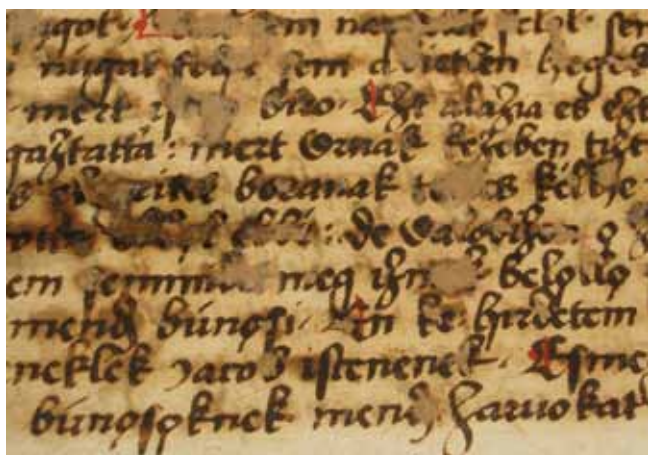
A terv szerint a kiegészítés is nedves eljárással, papíröntéssel történt volna, így az utántenyezésnek csak az öntés után lett volna értelme. Ideális esetben a tintamarás kezelését és a papíröntést egyszeri nedvesítéssel és szárítással el lehet végezni, ez fontos szempont a papír kímélése miatt, mert ekkor a papír csak egyszer van kitéve a nedvesítés okozta megnyúlásnak és zsugorodásnak. Ebben az esetben azonban két ok miatt is szükségessé vált a kétszeri nedves kezelés, annak kockázataival együtt. Az egyik legfontosabb ok az volt, hogy a kódex további kutatásának érdekében a megtisztított és még nem kiegészített lapokat digitalizálták. A másik ok, hogy a papíröntés kivitelezéséhez ismerni kell a mosástól megtisztult lap színárnyalatát, mert csak ebben az esetben lehet a kiegészítéshez megfelelő színű papírpépet keverni. A lapok ugyanis jelentős tisztulásuk és a foltok elhalványulása után is nagy árnyalati színkülönbségekkel rendelkeztek, még az egyes lapokon belül is. Kézi papíröntéssel az egyes lapokon lévő hiányokat, töréseket a helynek megfelelő színű rosttal lehet kiegészíteni. A többféle pép használata egységesebb megjelenésűvé tette volna a kiegészített lapokat, mert a köztes árnyalat használ-



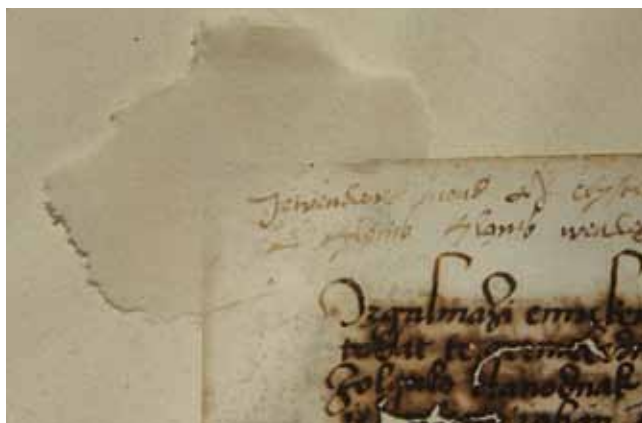
15. kép. A mosás után a vízfoltok elhalványodtak. A képen egymást követő lappárok vannak.



16. kép. A lappár fitátos kezelése: kalcium-bikarbonát fürdő.



17. kép. A kézi öntés túl nagy felületet fedett le az írásból.



18. kép. A sarok kiegészítése kézi öntéssel.

lata mind a sötét, mind a világos helyeken, zavaró foltként jelent volna meg. Az írott részek sérüléseinek kiegészítéséhez rövidebb rostú, a tinták színéhez igazodó, sötétebb pépek készültek, azonban az öntés, többszöri, különféle technikával kipróbált módon is, túl nagy felületet fedett le az írott szövegből és foltként jelent meg (17. kép). Ezért a tintamarásra került öntések eltávolítása után új, jobb eredményt adó kiegészítési módot kellett keresni.

Több próba után a kézi javítás speciális módszere adta a legjobb eredményt, ez azonban rendkívül munkagényes volt. Az íráskép minél tökéletesebb megőrzése a nyelvemlék jelentősége miatt rendkívül fontos volt, így a kiegészítésre szánt idő ebben az esetben másodlagos volt. A próbák eredményeinek ismeretében, a digitalizálás után, a lapok javítása két munkamenetben történt. Első menetben a szélek sérüléseinek és nagyobb hiányainak kiegészítésére került sor, vákuumasztalon kézi papíron-téssel (18. kép).

Ezután még a vákuumasztalon, a lapok teljes felületét híg zselatinoldattal utánernyveztük. Majd a lapok a szitákkal együtt itatósra téve, gyorsan megszikkadtak. A leitatásra azért volt szükség, mert a papírpép lényegesen nagyobb víztartalmú volt az öntés után, mint maga a lap és a leitatás ezt a különbséget csökkentette, így a lap száradása egyenletesebbé vált. Az öntést azért kellett szívás nélkül végezni, mert a szívással végzett öntéspróbák közben az írott részekből apró darabok szakadtak ki, míg a szívás nélküli öntésnél ez nem volt tapasztalható. Ezért a lapok szitanyomó szitán maradtak néhány percre, és csak a gravitáció segítségével víztelenedtek.

Száradásuk után a szitáról leválasztva, a megnedvesített lapokat először filcek, majd Bondina és itatósok között préseltük simára. Próbaképpen az egyik lap, egy nedvesítési fázist kihagyva, közvetlenül öntés után szitával együtt préselése, sajnos szintén apró darabkák elvesztésével járt, míg a levegőn szárított és újra nedvesített lapok esetében ez nem történt meg.

A lapokat átvilágító lapon kellett javítani, mert az írott részeket érintő repedések és apró hiányok láthatóvá csak átnézetben vagy mozgatáskor váltak. Ez a javítást nagyon megnehezítette, mert az átvilágítással a színek is megváltoztak.

1. táblázat: Vizsgálati adataalap. Az Apor-kódex lapjain mért pH és vas ion tartalom értékek
Ca-fitát / Ca-bikarbonát / zselatin B kezelés előtt és után

<i>Vizsgált dokumentum: fejrészen a belső margón</i>	<i>A papír kémhatása</i>		<i>A tinta kémhatása</i>		<i>Fe²⁺-teszt*</i>	
	<i>Kezelés előtt</i>	<i>Kezelés után</i>	<i>Kezelés előtt</i>	<i>Kezelés után</i>	<i>Kezelés előtt</i>	<i>Kezelés után</i>
T20 (töredékes) belső margón vízfoltos	pH 5,46 5,58	pH 6,91 6,97	pH –	pH –	–	–
3. oldal	pH 6,05	pH 6,84	pH 5,58 3. sor: '...setek'	pH 6,86	3	0–3
13. oldal	pH 6,27	pH 6,3 7,32 (fejnél)	pH 4,15 4. sor: 'mu'	pH 6,74	100–250 !	0–3
25. oldal	pH 6,03	pH 7,1	pH 3,66 3. sor: 'oda'	pH 6,64	500 !	0–3
33. oldal vízfoltos lapszél	pH 5,87 6,17	pH 6,77	pH 3,5 3. sor: 'te most'	pH 6,29	500 !	0–3
43. oldal	pH 6,04	pH 6,8	pH 3,73 3. sor: 'pokolhoz'	pH 6,87	100–250	0–3
61. oldal	pH 6,1	pH 6,41	pH 4,09 2. sor: 'nemzetekbe'	pH 6,43	50	0–3
69. oldal	pH 6,14	pH 6,9	pH 4,36 (barna folt) 2. sor: 'nemzetek'	pH 6,7	10–25	10 (?) (3x vizsgálva!)
81. oldal	pH 5,83	pH 6,87	pH 4,6 4. sor: 'elvitessenek'	pH 6,9	0–3	10 (?) (2x vizsgálva!)
97. oldal	pH 5,93	pH 6,71	pH a) 3,69 (barna folton) 4. sor: 'te' b) 4,61 (világos részen) 6. sor: 'beszedimet'	pH 6,36 6,3	100–250 3–10	3 0–3
99. oldal	pH 5,64	pH 6,27	pH 4,5 5. sor: 'vigassaggal'	pH 6,04	3–10	0–3
105. oldal	pH 6,24	pH 6,47	pH a) 3,63 4. sor: 'neved' b) 3,8 6. sor: 'nepet'	pH 6,45 6,5	25–50 100	0–3 0–3
109. oldal	pH 6,18	pH 6,6	pH 3,81 5. sor: 'kezedet'	pH 6,2	100	0–3
123. oldal	pH 6,15	pH 6,61	pH 3,86 3. sor: 'lelkek'	pH 6,75	50	0–3
139. oldal	pH 6,05	pH 6,69	pH 5,7 3. sor: 'mynden'	pH 6,59	(0–3) 1	(0–3) 1
145. oldal	pH 6,24	pH 6,55	pH a) 5,74 4. sor: 'fel' b) 5,28 ua: ráfolyt tinta	pH 6,95 7,03	(0–3) 1	(0–3) 1
149. oldal	pH 6,01	pH 6,46	pH 6,05 3. sor: 'fejedelemason'	pH 6,67	(0–3) 1	0–3
163. oldal	pH 6,04	pH 7,15	pH 5,22 2. sor: 'Isten'	pH 7,14	(0–3) 1	0–3
185. oldal (utolsó)	pH 5,25	pH 6,61	pH 5,07 2. sor: 'oly'	pH 6,37	(0–3) 2	0–3



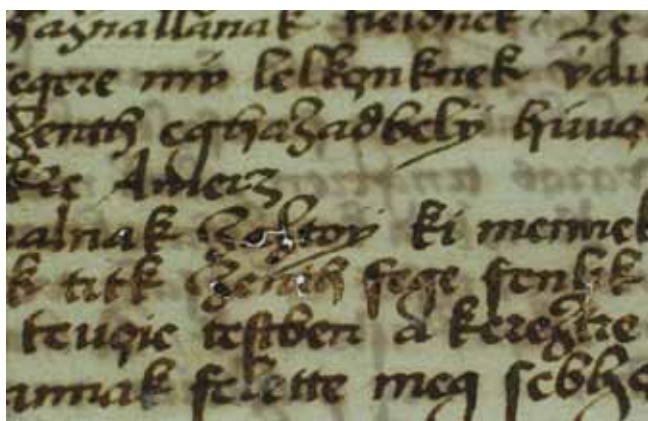
19. kép. Az írott részek javításához öntött és festett kiegészítő papír.



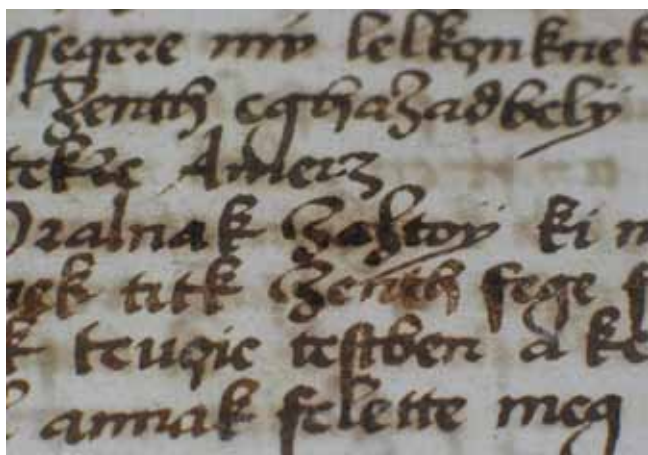
21. kép. A tintamarásos papír javítása.



20. kép. A javításhoz használt kiegészítő papírdarabkát, mérete miatt, csak ecsettel lehetett mozgatni.



22. kép. Az írott rész javítás előtt.



23. kép. Az írott rész javítás után.



24. kép. Hosszan szétnyílt és kitéredezett lap, javítás után.

Mivel a tintamarás szinte kizárólag az írott részeket érintette, a javító papír színét a tinták színéhez kellett hangolni (19. kép). Az e célra öntött vékony javítópapírból apró, mákszemnyi, tépelt szélű darabkákat kiszabva keletkeztek azok a „szöszök”, amelyekből a megfelelő színárnyalatú és formájú darabkát kiválasztva, a legkisebb látványbeli változást okozva lehetett a sérüléseket kijavítani (20. kép). Ezek és a javító papírdarabkák mérete miatt a javítás két ecset használatával történt. Vékony metil-cellulóz réteg egyik ecsettel való felhordása után a másik, megnedvesített ecsettel lehetett a helyére illeszteni a kiválasztott javítópapír „szöszét” (21. kép). A hiányok és repedések javítása után, Bondina és enyhén nedvesített szívó papírok között történt a lapok simára préselése (22–24. kép). A tinták porlását a zselatinos utáneyvezés ugyan csökkentette, de nem szüntette meg, ezért a lapokat Klucel M⁸ 3%-os alkoholos oldatával átkenve fixáltuk. Ezután következett a könyvtest összeállítása és a kötés restaurálása (25–28. kép).

⁸ Klucel M. (hidroxi-propil-cellulóz). A különböző betűjelű Klucel-ek különböző polimerizációs fokú változatokat jelentenek. A Klucel M. a repedezett, leváló festékeknek a hordozóhoz való rögzítéséhez használható leginkább.



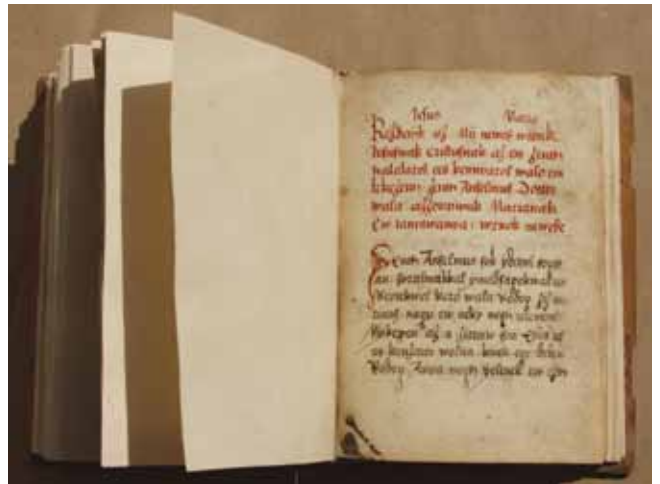
25. kép. A kötet restaurálás előtt.



26. kép. A restaurált kötet.



27. kép. A restaurált kötet, részlet.



28. kép. A restaurált kötet, részlet.

IRODALOM

- BOTTI, Lorena – MANTOVANI, Orietta – RUGGIERO, Daniele: Calcium Phytate in the Treatment of Corrosion Caused by Iron Gall Inks: Effects on Paper. In: Restaurator, 2005. Vol. 26. No. 1 pp. 44–62.
- HUHSMANN, Enke – HÄHNER, Ulrike: Work standard for the treatment of 18th and 19th century iron gall ink documents with calcium phytate and calcium hydrogen carbonate. In: Restaurator, 2008, Vol. 29. No. 4 pp. 274–318.
- KASTALY Beatrix: Ragasztóanyagok a könyvkötésben, a könyv- és papírrestaurálásban. A könyv- és papírrestaurátor tanfolyam jegyzetei, Országos Széchényi Könyvtár, Budapest, 1991. pp. 19–20.
- KOLBE, Gesa: Gelatin in historical Production and as Inhibiting Agent for Iron-Gall-Ink Corrosion on paper. In: Restaurator, 2004. Vol. 25. No. 1 pp. 26–39.
- MIKESY Pongrácné: A tintamarás kezelésének újabb lehetőségei. (Előadás, elhangzott 2002. december 9-én az Országos Széchényi Könyvtár tudományos ülés-szakán)
- NEEVEL, J. G. – MENSCH, C. T. J.: A vas és a kénsav viselkedése a vas-gallusz tintamarás során. In: ICOM Committee for Conservation, 1999. Vol II. pp. 528–533. Fordította: Orosz Katalin
The Iron Gall Ink Website: <http://www.irongallink.org/>
- OROSZ Katalin: Vas és réztartalmú tinták, festékek készítése, az általuk okozott tintamarás/festékmarás folyamata, és a stabilizálás lehetőségei. (Kézirat, 2009)
- TÓTH Zsuzsanna – KOPPÁN Orsolya – PAPP Judit – ÉRDI Marianne: Restoration of a Unique Hungarian Medieval Codex Based on Results of Recent International Research and on a New Restoration Technique. In: New Approaches to Book and Paper Conservation-Restoration, Verlag Berger Horn, Wien, 2011 pp. 331–356.
- TÓTH Zsuzsanna: Az Apoc-kódex restaurálása (2009–2010). In: Acta Siculica, Sepsiszentgyörgy, 2011 pp. 33–72. A teljes dokumentáció olvasható: <http://www.szm.ro>

Koppán Orsolya

Papír- és bőrrestaurátor művész
Könyv- és papírrestaurátor
Országos Széchényi Könyvtár
1014 Budapest,
Szent György tér 4–6.
Telefon: +36-1-487-8611
E-mail: koppan@oszk.hu

Tóth Zsuzsanna

Fa-bútorrestaurátor művész
Könyv és papírrestaurátor
Országos Széchényi Könyvtár
1014 Budapest,
Szent György tér 4–6.
Telefon: +36-1-224-3700/321
E-mail: toth.zsuzsanna@oszk.hu