

Kriptafeltárások restaurátor szemmel

Kovács Petronella

Az elmúlt években Magyarországon feltárt kriptaleletek kapcsán tapasztaltak sarkallták a szerzőt a tanulmány közlésére, figyelemfelkeltésként a lelőhelyeken, valamint a leleteken előforduló mikroorganizmusokra, elsősorban a különféle gombákra.¹

Mikroorganizmusokkal körülvéve élünk, sokuk nélkül nem is létezhetünk. Gondot akkor jelentenek, ha mennyiségük az egészséges egyensúly fenntartásához szükségesnél több, vagy kevesebb. A kérdés, tudjuk-e ellenőrizni és szabályozni megfelelő arányukat, elkerülni nemkívánatos elszaporodásukat és károkozásukat? Nemcsak az élő szervezetek jó táptalajai a különböző mikroorganizmusoknak, hanem az élettelen anyagok, közöttük kulturális örökségünk szerves és szervesetlen anyagokból készült tárgyi emlékei is.

Integrált kártevő szabályozás² – fertőzés elleni védekezés

Világszerte számos kutatás témája megfelelő megoldások kidolgozása a mikroorganizmusok mennyiségének mérésére, optimális számuk meghatározására, adott helyen való megfelelő szinten tartására, valamint az épített környezet mikroorganizmusok káros hatásai elleni védelmére. Múzeumi területen a hagyományos eljárások általában a kártevők irtására használt vegyszereken alapulnak, melyek többségének használatára – a környezetre és a kezelő személyzetre való káros hatásuk miatt – azonban már nemzetközi tilalom érvényes. A múzeumok körében egyre jobban elterjedő integrált kártevő-szabályozás, alternatív környezetbarát módszer, amely minimalizálja a vegyi anyagok alkalmazását és a megelőzésre, a megfelelő raktárak és kiállítóhelyek kialakítására, a rendszeres megfigyelésre és a területek tisztántartására helyezi a hangsúlyt.³

¹ Korábban a műtárgyakat károsító mikroorganizmusok életműködéséről, ezek vizsgálati módszereiről, és fertőtlenítő módszerekről az Isis-ben megjelent tanulmányok: Mara – Mara 2011., Beöthyne Kozocsa et al. 2013.

² A nemzetközi szakirodalomban: integrated pest management/IPM, vagy integred pest control/IPC.

³ Az országos műtárgyvédelmi szakfelügyelet 2001–2003. között, a 2002-ben alapított Nemzeti Állományvédelmi Akcióbizottsággal együttműködésben felmérte az országos és megyei múzeumi hálózat-hoz tartozó intézményekben az állandó kiállítások és raktárak, valamint az állományvédelem és az egészségvédelem helyzetét. Balázs – Fejős 2005. Megállapítást nyert, hogy Magyarországon a „... muzeális intézményekben őrzött több mint harmincmillió műtárgyállomány jelentős részének állapota drámai, állományvédelmi helyzete sok intézményben kifejezetten veszélyeztetett.” Az intézmények raktárainak 76,2%-ában



1. kép. Kyushu Nemzeti Múzeum, Japán. A raktárak az épület közepén helyezkednek el, nincs közvetlen kapcsolatuk a külső környezettel⁴ (Morgós András felvétele).

A módszer fő célja a mikroorganizmusok életfeltételeinek⁵ minimalizálása a relatív páratartalom és a hőmérséklet csökkentésével (1. kép). A relatív nedvességtartalom és a hőmérséklet viszonya a harmatponti görbéken keresztül értelmezhető, mert a harmatpont alatti hőmérsékleten történik a levegő páratartalmának kondenzációja, ezáltal víz keletkezik a tárgyak felületén, illetve nő a szabad víztartalom a tárgyakban (pl. a mikrokapillárisokban). A mikroorganizmusok szaporodásához víz szükséges, mert csak oldott állapotban tudják a tápanyagot felvenni - un. kilotróf élőlények.⁶ A fűtés, szellőztetés és légkondicionálás

nem volt hőmérő, hőmérséklet ellenőrzést 50%-ukban egyáltalán nem végeztek, a gyűjtemények állapotának ellenőrzése a raktárak 28,1%-ban folyt rendszeresen, 64,8%-ukban csak alkalmanként. Holport 2005. A bizottság által kidolgozott Múzeumi Állományvédelmi Program (MAP) keretében tervszerűen folyik az intézmények mérőeszközökkel való ellátása, állományvédelmi akkreditált képzések szervezése, valamint pályázatokon keresztül segítik a megfelelő műtárgyvédelmi eszközök és anyagok beszerzését. A MAP honlapja: <http://www.allomanyvedelem.hu/>

⁴ A múzeum alkalmazza a HVAC rendszert, ami biztosítja az állandó hőmérsékletet és a tárolási területen belüli páratartalmat. A raktárak japán cédrusfából készültek (Cryptomeria japonica) dupla falai, közöttük levegővel, valamint a szintén japán cédrus mennyezet és a japán bükk padló (Fagus crenata) a berendezéseken túl is segítik a megfelelő hőmérséklet és RH szint megtartását. http://www.kyuhaku.jp/pdf/pamphlet_en.pdf (2017. 06. 19.).

⁵ A gombák növekedéséhez 60–90% RH páratartalom, míg a baktériumok fejlődéséhez több mint 85%-os RH szükséges, mert fejlődésükhöz több vizet igényelnek. Valentin 2007. p. 13. Kastaly 2010.

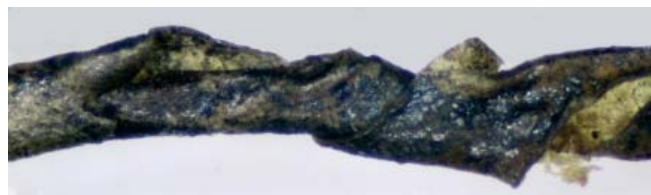
⁶ Zala Judit szíves szóbeli közlése. Harmatpont táblázatot ld. <http://www.anyagvedelem.hu/index.php?stilus=lap&hiv=36&forr=2> (2017.09.18.). Kilotróf: tápanyagait egész testfelületükön keresztül szívják fel. Mivel csak kis molekulájú, oldott állapotú anyagot képesek felvenni, a nagyobb molekulákat exocelluláris enzimek segítségével sejtet kívül emésztik meg és a sejtfalon keresztül szívják fel.

rendszer⁷ kialakításakor figyelembe kell venni az épület éghajlati viszonyait, a benne lévő helyiségek méretét és funkcióját, az ott tárolt tárgyak mennyiségét és alapanyagaikat, valamint elhelyezését is.⁸ A legjobb minőségű, kis hibaszázalékkal mérő, gondosan beállított műszerek meghibásodása is okozhat azonban problémát, e témakörben több esettanulmány számolt be elromlott műszaki berendezések nyomán megváltozott mikroklíma hatására műtárgyakban keletkezett nagymértékű károkról.

Nem minden történelmi épület, kiállítás és múzeumi raktár jól felszerelt a páratartalom- és hőmérséklet állandó szinten tartásához szükséges berendezésekkel, ezért klimatikus paramétereik erősen függenek a külső éghajlati és időjárási viszonyoktól.⁹ Ráadásul váratlan események – csőtörés, nagy esőzések, egyes természeti katasztrófák – ronthatják az amúgy se ideális körülményeket. Mindezek elősegíthetik a műtárgyak biológiai megfertőződését, esetenként a rajtuk vagy bennük lévő mikroorganizmusok feléledését, szaporodását.¹⁰

Mikroorganizmus telepek – biofilmek

Környezetünkben bárhol, a műtárgyakon is lehetnek gyakran csak pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) vizsgálatokkal kimutatható „alvó” mikroorganizmusok. Rövid ideig tartó magasabb páratartalom elég ahhoz, hogy ezek „felébredjenek” és fejlődni kezdjenek (2–4. kép).



2. kép. Erősen károsodott, korrodálódott hártáarany fonal¹¹ egy 14. századi szövettöredékről (Járó Márta felvétele).

Nagyon párás vagy nedves körülmények, valamint szerves és szervetlen tápanyagok jelenléte lehetővé teszik összetett biológiai települések ún. biofilmek létrejöttét

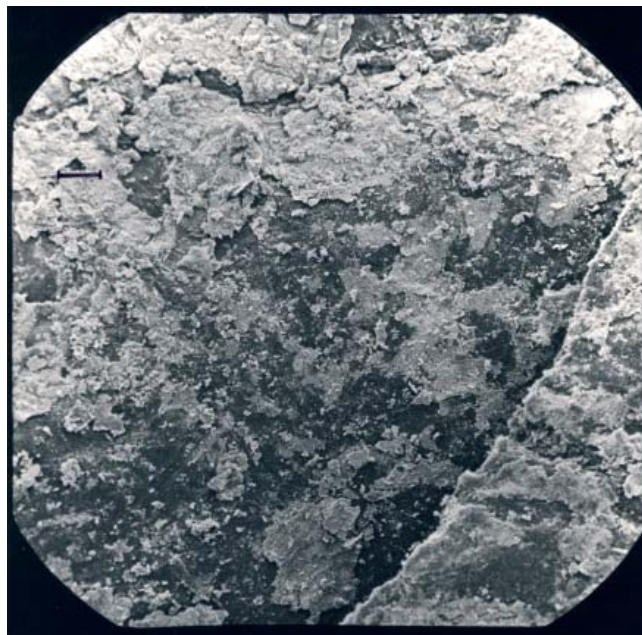
⁷ A nemzetközi szakirodalomban: heating, ventilating and air conditioning/HVAC.

⁸ Nem ajánlott pl. szigorúan alkalmazni az egyes anyagfajtákra előírt hőmérséklet és páratartalom értékeket (Michalski 1993.), például, ha az adott tárgy kezelése megváltoztatta anyagainak tulajdonságait. Megfigyelték, hogy ugyan a zárt polcokon, szekrényekben, vagy dobozokban tárolva a műtárgyak kevésbé porosodnak, de esetenként a mikroorganizmusok szaporodásának kedvező mikroklíma alakulhat ki. Valentin 2007. p. 13.

⁹ Abdel-Kareem 2010.

¹⁰ 2011-ben, a pár évvel azelőtt üvegszállal és gipszkartonnal felújított temesvári Bánát Múzeum raktárában Közép-Európa legjobban megőrződött madárgyűjteménye szenvedett nagymértékű károsodást, biológiai fertőzést felhőszakadás következtében történt beázástól. M. Kiss 2011. Magyarországi eseteket ld. Kastaly 2010.

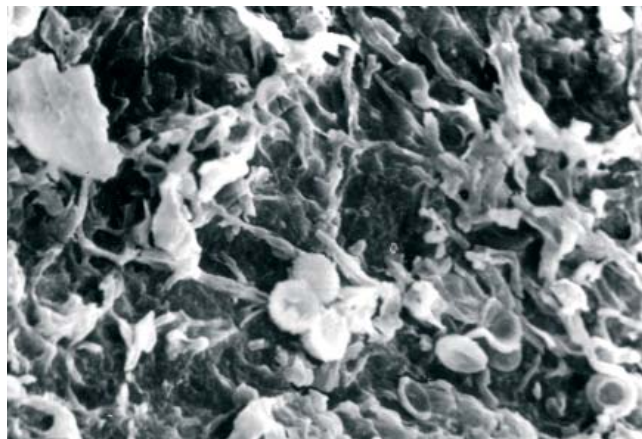
¹¹ A hártáarany fonalat a középkorban használták szövéshez, hímzéshez. Állati eredetű hártát (pl. az áttetsző, vékony kolbászbelet vagy a marhavakbél „burkát”) aranyozott ezüstfűttel borították, keskeny szalagokat vágtaq belőle és lenfonalra fonták.



3. kép. SEM felvétel (600x) a 2. képen látható hártáarany fonal felületéről (Gondár Erzsébet felvétele).¹²

a legkülönbözőbb felületeken.¹³ Ezek egy, vagy akár többfajta mikroorganizmusból is állhatnak. Lehetnek bennük baktériumok, archeák, protozoák, gombák és algák, melyek csoportjai specializált anyagcsere-funkciót látnak el a biofilmben (5. kép).

A biofilm kialakulásának első lépése a planktonikus mikroorganizmusoknak a tárgy felületén való megjelenése, elsődleges megkötődése és kolóniák képzése, a követ-



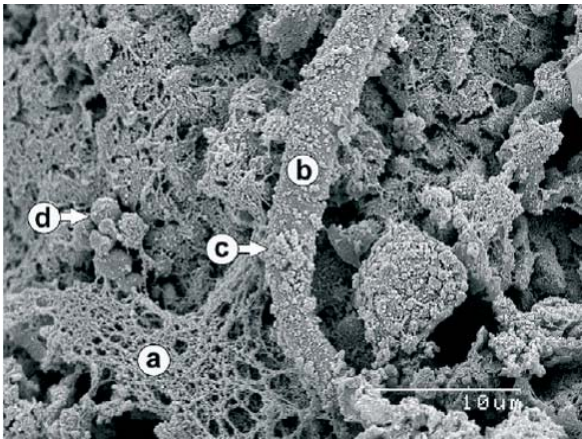
4. kép. Tovább nagyítva a 3. képen látható felületet, különböző sprórák és hifa-fonalak figyelhetők meg a SEM fotón (2000x), (Gondár Erzsébet felvétele).

kező fázis az általuk termelt extracelluláris polimer anyagokba¹⁴ történő beágyazódásuk, ami már irreverzibilis megkötődést jelent. Ebben a poliszaharidokat és fehér-

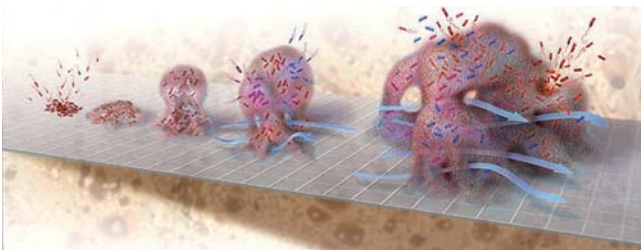
¹² Járó – Gondár (1988). p. 265. 10 kép.

¹³ Akár a restaurátor műtermekben, kiállítótermekben, raktárakban használt párasító és klímaberendezésekben is, ezért ezek rendszeres karbantartása igen fontos. Bővebben: <https://www.condair.hu/battle-against-biofilm>.

¹⁴ Extracelluláris polymeric substance (EPS).



5. kép. SEM felvétel (a) extracelluláris polimer anyagok (EPS), (b) gomba hifa (c) baktériumok mikro-kolóniái (coccus-ok), (d) gombaspórák.



6. kép. A biofilm fejlődése: (1) elsődleges megkötődés, (2) irreverzibilis kötődés, (3) a biofilm érése I, (4) a biofilm érése II és (5) visszaalakulás. (Az illusztráció: Keith Kasnot, Scientific American 2001. Courtesy of Philips Oral Healthcare)

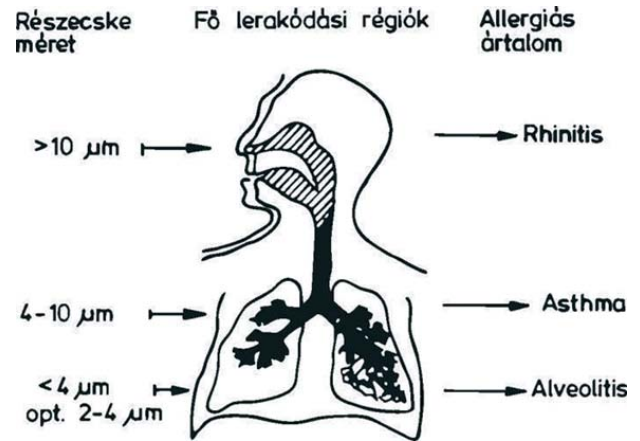
jéket tartalmazó nyálkás közegben meg tudnak telepedni olyan mikroorganizmusok is, melyeknek az adott tárgy anyagai egyébként nem jelentenek megfelelő tápanyagforrást. A biofilm érése során növekszik és kialakul jellegzetes szerkezete, majd bekövetkezik a benne élő sejtek diszpergálása, szétszóródása, lehetővé téve ezzel újabb planktonikus sejtek megtelepedését és biofilmekké alakulását (6. kép).

A biofilmben élő mikroorganizmusok módosult szerkezetük és a védelmet nyújtó EPS mátrix miatt sokkal kevésbé érzékenyek környezetük változásaira (időszakos tápanyaghiány, pH-változások, stb.), ezért jobban ellenállnak a fertőtlenítési módszereknek, mint a külön megjelenő (planktonikus) baktériumok, algák vagy gombák.¹⁵

A mikroorganizmusok egészségkárosító hatása

A restaurátoroknak különböző helyekről – gyakran pincéből, padlásról, régészeti ásatásokból, kriptákból – múzeumba vagy más gyűjteménybe kerülő tárgyakkal kell

¹⁵ Az újabb kutatások középpontjában az anti-biofilm vegyületek állnak, melyek meggátolják a biofilm képződését és/vagy diszpergálást indukálnak, ezáltal a mikroorganizmusokat eltávolítják az azokat védő közegből (EPS), és indukálják a sejt módosulást a biofilm-sejtekből a metabolikusan aktívabb és antimikrobiálisan érzékeny planktonikus sejtekre. Alexander – Schiesser 2017. pp.191–196.



1. ábra. A részecskeméret és az ártalom kapcsolata. Zala 2012. alapján.

dolgozniuk. Ezeken – anyaguktól és lelőhelyük körülményeitől függően – különböző mikroorganizmusok, vagy bonyolult biofilmek lehetnek. A mikroorganizmusok túl azon, hogy a fertőzött műtárgyak biodegradációját, anyagaik lebomlását, elváltozását okozhatják, más tárgyakra is veszélyt jelentenek. A levegőben egyik tárgyról a másikra kerülve új fertőzést válthatnak ki különböző részeik is, pl. a gombaspórák, gombafonalak, stb. Bizonyos gombák és baktériumok pedig potenciális kórokozói az embernek, többek között az *Aspergillus*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Chaetomium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Rhizopus* és *Fusarium* nemzetségek egyes fajtái okozhatnak különböző betegségeket.¹⁶ A legtöbb gombaspóra kis mérete – 2–10 μm – miatt be tud hatolni a hörgőkbe, míg a 10 μm-nél nagyobb részecskék az orr és a torok nyálkahártyájába (1. ábra).

A baktériumok között a *Bacillus* nemzetség fajtái, valamint a *Bacteroides*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Staphylococcus* és a *Micrococcus* egyes törzsei okozhatnak allergiás problémákat és más betegségeket. A sugárgombának is nevezett *Actinomyces* szintén az egészségre veszélyes baktériumok csoportjába tartozik.¹⁷

A környezeti feltételek és a spórák köbméterenkénti száma határozza meg a fertőzés kockázatát.¹⁸ Ezt a műtárgyak begyűjtésekor, a régészeti feltárásokon, a restauráláskor és a műtárgyak tárolása, kiállítása, a megelőző műtárgyvédelmi feltételek kialakítása során egyaránt figyelembe kell venni. Az egészségi kockázatokról nagyon kevés kutatás folyik a kulturális örökség

¹⁶ *A. glaucus*, *A. nidulans*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. tamarii*, *P. brevicompactum*, *C. globosum*, *A. tenuis*, *C. herbarum*, *F. oxysporum*. Valentin 2010. p.

¹⁷ *P. aeruginosa*, *S. viridans*. Valentin 2010. p. 3.

¹⁸ Valentin 2007. p. 13. Kimutatták, hogy bizonyos esetekben minimális mennyiségű spóra, is okozhat súlyos allergiás reakciókat pl. *Alternaria alternata* esetében 100/m³ és *Cladosporium herbarum* esetében 3000/m³.

területén,¹⁹ de már születtek javaslatok egyértelmű rendeletek megalkotására a műtárgyak, a munkavállalók és a látogatók megfelelő védelméről.²⁰

A mikroorganizmusok felismerése – meghatározása

A mikroorganizmusok jelenlétét nehéz felismerni, ha a tárgyon/objektumon nem észlelhetők még kártételük tipikus jelei. Ezért a gyűjteménybe kerülő vagy már ottlévő poros vagy földes tárgyakat egyaránt körültekintően kell kezelni még akkor is, ha nem néznek ki fertőzöttnek, mert mind a por, mind a föld tartalmazhat különböző mikroorganizmusokat, spórákat és más gombaelemeket, vagyis fennáll a veszélye további műtárgyak, valamint a kezelő személyzet megfertőződésének.²¹ Ismerni kell továbbá a tárgyak gyűjteménybe kerülés előtti körülményeit, mert a megváltozott, új környezetben jelenlévő mikroorganizmusok újabb fertőzés forrásai lehetnek, különösen a nedves körülmények közül előkerült, magas víztartalmú anyagok számára.²²

Ha a biológiai károsítás látható, feltétlenül szükséges a fertőzött lelet, műtárgy elkülönítése, ami minimalizálja a mikroorganizmusok terjedésének lehetőségét. Fontos továbbá meghatározni mi okozta a fertőzést, a kórokozók fajtáját, valamint ismerni a tárgyra és az azt kezelőkre gyakorolt káros hatásait. Budapesten az Országos Epidemiológiai Központ²³ végez felkérésre mikrobiológiai vizsgálatokat. Az intézet munkatársai az érintett tárgyak felületéről, valamint azok környezetében a levegőből vett mintákból azonosítják a baktérium és gombafajokat, megállapítják a gombaelemek számát, és tájékoztatnak egészségkárosító kockázatukról is. A vizsgálat időigényes, pénzbe kerül, és sajnos sok esetben már csak a gyűjtés vagy a régészeti feltárás, illetve a fertőzött tárgy műte-



7. kép. A hégeni ácsolt ládák konzerválása előtt a restaurátorok által alkalmazott, egyes baktériumok és gombák kimutatására alkalmas tesztek (a szerző felvétele).



8.a-b. kép. Mintavétel Envirocheck®Contact teszttel és eredménye inkubálás után (a szerző felvétele).

rembe kerülése után – elsősorban restaurátorok szorgalmazására – kerül rá sor, vagy egyáltalán nem. Fontos lenne, hogy a restaurátorok és a feltárásokban résztvevő más szakemberek elsajátítsák a mikológiai vizsgálatokhoz szükséges egyszerűbb, műszert nem igénylő mintavételi eljárásokat,²⁴ valamint javasolt a restaurátorok által is használható tesztek (7–8. kép) – pl. a Merck Millipore gyártmányok alkalmazása – melyek alkalmasak bizonyos egészségkárosító baktériumok és gombák, például a *Pseudomonas aeruginosa* és az *Aspergillus niger* 48, illetve 72 óra alatt való kitenyésztésére.²⁵

Fertőtlenítési eljárások

Nem könnyű olyan, a mikroorganizmusokat elpusztító kezelést találni, ami nem okozza a műtárgy/objektum további romlását, különösen, ha az többféle anyagból ké-

¹⁹ Kutatások elsősorban a levéltári anyagok kapcsán folynak. A levéltári és múzeumi alkalmazottak között észlelt leggyakoribb gombák által okozott betegségek: rhinitis, dermatitis, allergiás hörghurut, asztma, allergiás bronchopulmonális aspergillosis, és túlérzékenységi pneumonitis (alveolitís). Nolard 2001. A penészgombák által okozott megbetegedésekben egyaránt szerepet játszanak a spórák, a mikotoxinok, és az illékony szerves vegyületek. A gombák okozta szimptomák és rendellenességek gyakoriságáról ld. Mara-Mara 2011. p. 14. 1. diagramm, Sakikinoja-Salomenet al. 2003 alapján.

²⁰ Valentin 2007. p. 13.

²¹ A porban lévő textilszálak, elhalt hámsejtek, sók, egyéb szennyező anyagok, stb. jó táptalajai a mikroorganizmusoknak, a talaj patogén gombákat és baktériumokat egyaránt tartalmaz. A különböző, nem aktív gombaelemek is okozhatnak allergiát.

²² Az anyagok kötött és szabad vizet tartalmaznak. A szabad, „aktív” víztartalom jellemzésére a vízakaktivitás fogalmát használják. A vízakaktivitás egyenlő az oldat gőznyomásának és a tiszta víz gőznyomásának hányadosával, tehát 0 és 1 között változhat. Mértékegysége aw. Az oldott anyagok a hozzáférhető víz mennyiségét lecsökkentik. A vízakaktivitás, a H, a hőmérséklet, a páratartalom, stb. hatással vannak a mikroorganizmusok szaporodására. Bővebben ld. Borsodi et al. 2013. p. 76, Beöthyiné Kozocsa et al. 2013. pp. 101–102. Egyes mikroorganizmusok szaporodásához szükséges vízakaktivitás igényét ld. <http://www.vitaliskft.com/docs/vizaktivitasmeres.pdf>.

²³ 2017. április elsejétől Országos Közegészségügyi Intézet Mikológiai Osztálya.

²⁴ Egyes mintavételi eljárásokról ld. Erdei-Németh 2014. p. 66.

²⁵ Ilyenek pl. az Envirocheck®Contact (TVC összcíraszám, YM(R) élesztő és penészgombák, stb.) tesztek, melyeket a hégeni ácsolt ládák német-magyar felsőoktatási együttműködésben végzett konzerválása előtt alkalmaztunk a fertőzés meghatározására. https://www.merckmillipore.com/HU/hu/product/Contact-TVC,MDA_CHEM-102149#anchor_Description.

szült. Nincs egyetlen megoldás, ami minden esetben megfelelő lenne és gyakran az alkalmazott módszerek, vagy fertőtlenítőszer az emberi szervezetre is káros hatásúak lehetnek.

Mechanikus tisztítás

Több szerző mechanikus tisztítást ajánl, spórákat kiszűrő, speciális filterrel²⁶ ellátott porszívóval, ami eltávolítja a különböző gombaelemeket, ezáltal minimális szintre csökkenti a gombaterhelést és az újrafertőződés lehetőségét (9. kép). Előnye, hogy nem adunk a tárgyhoz semmilyen anyagot, amely további romlását okozhatja, nem alkalmazható azonban, ha a műtárgy felülete túl érzékeny (törékeny, felvált, vagy porlékony).

A biodetergén mikrobák és a hozzájuk kapcsolódó metabolitok általában nem csak a műtárgy felületén helyezkednek el, emiatt teljes eltávolításuk mechanikus módszerrel nem lehetséges, ezért azt általában fizikai vagy kémiai eljárásokkal kombinálják. Mikroorganizmusokkal fertőzött tárgy mechanikus tisztítása esetén megfelelő védőfelszerelés viselése kötelező (9. kép)!²⁷



9. kép. Penészes ácsolt láda mechanikus tisztítása spórákat kiszűrő filterrel ellátott porszívóval (hallgatói felvétel).

²⁶ High Efficiency Particulate Air (HEPA) filter 99,97% határfokú szűrést biztosít, a levegőben található 0,3 mikronnál nagyobb szennyeződések, részecskéket képes megkötni. <https://en.wikipedia.org/wiki/HEPA>.

²⁷ Pl. DuPont-Tyvek gyártmányú overall, védőkesztyű, maszk, cipő, vagy lábfejtvédő.

Restaurátorok által alkalmazott biocidok

A restaurátorok mechanikus tisztításon túl vízben, alkoholokban, vagy egyéb szerves oldószerekben oldott különböző vegyi anyagokat használnak a műtárgyak fertőtlenítésére. A antimikrobiális hatású oldatok alkalmazása történhet áztatással, ecseteléssel vagy permetezéssel a tárgy állapotától és anyagaitól függően.

Az alacsony molekulatömegű alkoholok, például az etil-alkohol, izopropil-alkohol, gombaölő hatásúak. Ezeket 70:30 arányú vizes keverékként használják, mert a víztartalom segíti a mikroorganizmusokba való behatolásukat. Kvaterner ammónium-sók vizes oldata alkalmazható, ha az adott tárgyat lehet vizesen kezelni, de vízérzékenység esetén ezek szerves oldószerekben (pl. alkoholok, aceton) oldott formában is felhasználhatók. A kezelőszerbiztonságttechnikai adatlapján feltüntetett adatokat és a pH-ját fontos ellenőrizni, mert előfordulhat, hogy lúgos kémhatásúak. A halogén vagy fenol csoportokat tartalmazó vegyületek alkotják a gombaölő szerek másik nagy csoportját. A leggyakrabban alkalmazottak a para-klór-meta-krezol és nátrium sója (Preventol®CMK, Preventol®CMK-Na), az orto-fenil-fenol és a Na-orto-fenil-fenolát (Preventol®O, Preventol®ON).

A tárgyak anyagaitól függően a felsoroltakon kívül a szakirodalom több más vegyszert is említ műtárgyak fertőtlenítésre. Korábbi publikációk esetében fontos meggyőződni arról, hogy az azokban említett biocidok alkalmazása még mindig ajánlott-e. Szükséges továbbá meggyőződni arról, hogy aktív fertőzésről van-e szó, azaz szükséges-e a beavatkozás, vagy – az újabb irányzatok szerint – a megfelelő környezet biztosításával a mikroorganizmusok szaporodása megakadályozható.²⁸

Fizikai módszerek

Az ultraibolya, a röntgen- és a gamma-sugárzás – szakirodalmi adatok szerint – a baktériumok, algák és gombák ellen szerves anyagok esetében használhatók, de mint nagyenergiájú elektromágneses sugárzások több szerves anyag, pl. a fehérjék, cellulóz stb. módosulását okozhatják, ezáltal a műtárgyalkotó anyagok elszíneződhetnek, tulajdonságaik megváltozhatnak. A penészek kevésbé érzékenyek az ionizáló sugárzásra, mint a rovarok, és a különböző törzsek különböző szintű érzékenységet mutatnak²⁹, de a legtöbb gomba elpusztítása lehetséges 10 kilogray sugárzással.³⁰

A mikroorganizmusok szaporodáshoz szükséges hőigény 0–65°C-ig terjedhet. Hőmérsékletigényük szerint megkülönböztünk: hidegtűrő (0–20°C), közepes hőigényű (37–40°C), hőtűrő (60–65°C) fajokat.³¹ A penészgombák az élettevékenységükhöz szükséges minimumnál alacso-

²⁸ Florian 2004.

²⁹ Nyberg 1987.

³⁰ Tiano 2002.

³¹ Életműködésükre jellemző hőmérsékleti határokat ld. Beöthyné et al. 2013. p. 101. 1. táblázat.

nyabb hőmérsékleten (4°C), nyugalmi állapotba kerülnek, azonban nem pusztulnak el. A hőkezelésnek – hűtésnek – ez a módja alkalmas fertőzött leletek időszakos, a kezelésükig történő tárolására. Mélyfagyasztással (min. –20°C a vízzel telítődött spórák és hifák elpusztíthatók, a száraz spórák és konídiumok azonban nem. A maximumnál magasabb hőközlésnél bekövetkezik hőhaláluk. Micéliumaik elpusztításához általában 50°C, a spórákéhoz 80°C–100°C szükséges.³²

Kezelés gázokkal

Gázokat régóta alkalmaznak műtárgyak rovarkártevők által okozott és mikrobiális fertőzésének megszüntetésére, azonban a környezetre és a kezelő személyzetre való káros hatásuk miatt a reaktív gázok többségének használatát már betiltották, vagy erősen korlátozták. Az etilén-oxid nagy dózisban gombák és baktériumok ellen is hatásos, ipari felhasználása még engedélyezett.³³ A formaldehid gáz elpusztítja a legtöbb baktériumot és penészfajt, de a nyersbőrök, pergamenek kezelése esetén cserző hatása miatt megváltoztathatja azok szerkezetét.³⁴ A foszforhidrogén és a metilbromid szintén gombaölő hatásúak, ezeket Magyarországon még alkalmazzák. Az inert gázok (nitrogén, hélium, argon, stb.) nem alkalmasak a gombák elpusztítására, de hatásukra micéliumaik növekedése és a spórák kicsírázása csökken.³⁵

Az Európai Parlament és Tanács rendelete a biocid termékek forgalmazásáról és felhasználásáról

Az Európai Parlament és Tanács időről időre szabályozza a vegyi anyagok értékesítését és használatát. 2012. május 22-én új, 528/2012/EU rendeletet alkotott³⁶, ami 2013. március 1-én lépett érvénybe, felülírva a korábbi 98/8/EK irányelvet. A rendelet szerint, ha egy anyag, termék, vagy beszállítójuk nem szerepel az Európai Vegyianyag-ügynökség³⁷ listáján azon terméktípus tekintetében, amelyhez a termék tartozik, nem forgalmazható az EU piacán. Újabb és újabb, a műtárgyak restaurálása területén is alkalmazott vegyszerek használatát tiltják meg, vagy korlátozzák alkalmazható koncentrációjukat környezet- vagy egészségkárosító hatásuk miatt. A szigorító rendelkezések nyomán, az antimikrobiális eljárások kutatása a műtárgyvédelem területén is egyre inkább a nanovegyületek és a növényi eredetű illóolajok és más illékony vegyületek felé irányul.³⁸

³² Morgós 2001. p. 34.

³³ Az etilén-oxid ipari felhasználása még engedélyezett Magyarországon.

³⁴ Beöthyne et al. 2013 p. 103.

³⁵ Morgós 2001. p. 26.

³⁶ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:167:0001:0123:HU:PDF> https://www.antsz.hu/data/cms68578/Konszolidalt_528_2014_04_25.pdf.

³⁷ European Chemicals Agency (ECHA) <https://echa.europa.eu/hu/addressing-chemicals-of-concern>.

³⁸ Egyes gombák is termelnek antimikrobiális illékony vegyületeket (VOC), Pócsi 2012.

Fém nanorészecskék hatása a mikroorganizmusokra

A nanotechnika fejlődésével az ipar, a mezőgazdaság és az egészségügy egyre szélesebb területén alkalmazzák a különböző fém nanorészecskéket a mikroorganizmusok megtelepedésének, illetve szaporodásának és a biofilmek kialakulásának megakadályozása céljából.³⁹ Az utóbbi évtizedben a kutatás kiterjedt a kulturális örökség tárgyi emlékeivel kapcsolatos mikrobiológiai fertőzések elkerülésének, illetve megszüntetésének területére is. Kísérleteket végeztek régészeti textilekről izolált baktériumtörzsek ezüst nanorészecskék ködképzéssel történő kezelésére. Az ezüst nanorészecskék alkalmazása 63–97%-ban csökkentette a *Pseudomonas aeruginosa* növekedését, a törzstől és a kitétségi időtől függően.⁴⁰

A kísérletek kiterjedtek a régészeti textileken túl történeti tárgyak, közöttük könyvek kezelésére is. Az eredmények alapján megállapították, hogy az ezüst nanorészecskék párologtatása hatékony módszer a baktériumok és gombák növekedésének gátlására, csökkenti az életképességüket. A kezelés további előnye a szakirodalmi adat szerint, hogy a nanorészecskék a fertőtlenített tárgy felületén maradnak és védik az anyagot az újabb fertőzéstől.⁴¹ A kezelés hatására bekövetkező károsodás szabad szemmel nem volt megfigyelhető, azonban megváltoztatta a papír néhány mechanikai tulajdonságát (nyúlás, szakítószilárdsági index). A megfigyelt változások függtek a papír típusától.⁴²

Az Ag nanorészecskék erősen mérgezők, felhalmozódhatnak az élő szervezetek szerveiben, azonban a ködképző fertőtlenítő eljárás alacsony koncentrációjú nanorészecskékkel egy speciális kamrában folyik, így nem jelent egészségügyi kockázatot a személyzet és a környezet számára.

Illóolajok

Az illóolajok növények által termelt, olajos konzisztenciájú illatos és illékony anyagok. Összetevőik legnagyobb részben különböző terpének és terpenoidok (oxigén tartalmú terpének): monoterpének (C10) vagy szeszkviterpének (C15), de kisebb mennyiségben lehetnek diterpének (C20) és triterpének is. A terpének felül további

³⁹ Zink és ezüsttartalmú kenőcsök és kötszerek, permetezőszerek, fémbevonatok, stb. Tanulmányok kimutatták, hogy számos, többek között az Au-, az Ag-, a Mg-, a ZnO-, a CuO-, a Fe₃O₄ és az YF-alapú nanorészecskék képesek megakadályozni biofilm képződését.

⁴⁰ Pietrzak et al. 2016a. A *Pseudomonas aeruginosa* rúd alakú, Gram-negatív baktérium, növényi, állati és emberi szervezetekben egyaránt okozhat betegségeket, nagyfokú antibiotikum-rezisztenciája miatt a baktériumok vizsgálatainak modellszervezete. https://en.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_aeruginosa.

⁴¹ Pietrzak et al. 2015., 2016b.

⁴² A kamrában egyszerre 1,73 m³, kb. 36–42 darab A4-es méretű könyv kezelésére van lehetőség. Az eljárás során az ezüst nanorészecskék koncentrációja 90 ppm, a légáramlás 30%-os, a hőmérséklet 25°C, az RH 90%, a ködciklusok száma nyolc, az időtartam 520 perc. Pietrzak – Otlewska én.

jelentős összetevők lehetnek a különböző alacsony molekulatömegű alifás és aromás vegyületek, pl. szénhidrogének, savak, alkoholok, aldehidek, laktonok és kéntartalmú illékony vegyületek.⁴³ Az illóolajok antimikrobiális hatékonysága függ a kémiai összetételüktől, a vegyületek aktivitását a következő csökkenő sorrendbe lehet besorolni: fenolok > aldehidek > ketonok > alkoholok > észterek > szénhidrogének.

Kevés tanulmány foglalkozik a mikroorganizmusok által fertőzött műtárgyak illóolajokkal történő kezelésével, és e téren is elsősorban a penészes papírok/könyvek fertőtlenítési lehetőségeinek kutatása került előtérbe.⁴⁴ Kimutatták, hogy az illóolajok párologtatva jobb fungicid hatásúak, mint folyadék formában, ugyanakkor egyes illóolajok komponensei párologtatás esetén bőrérzékenységet, allergiát és szemirritációt okozhatnak. Ezidáig kevés adat áll rendelkezésre az illóolajok hatásáról a műtárgyak anyagaira. Egyes vizsgálatok szerint pH csökkenést, elszíneződést okozhatnak papírban és pergamenben, továbbá visszapénészesedést és oxidációt tapasztaltak öregedett bőrtárgyak és zselatinos fényképek esetében.⁴⁵

A Magyar Képzőművészeti Egyetem Restaurátor Tanszékén egy erősen penészfertőzött festmény restaurálása kapcsán végeztek kísérleteket illóolajok és illóolaj készítmények antimikrobiális hatására *Aspergillus glaucus*, *Penicillium chrysogenum*, valamint *Cryptococcus albidus* penész- és élesztőgomba tenyészeteken.⁴⁶

Minden felsorolt fizikai és kémiai eljárás esetén mérlegelni szükséges, hogy az alkalmazásra kerülő hatóanyag vagy módszer hatásos-e az adott mikroorganizmus, illetve mikroorganizmusok ellen, valamint, hogy a kezelés milyen rövid és hosszútávú hatással lehet a fertőtlenítendő tárgy anyagaira.

Kriptafeltárások

Az elmúlt két évtizedben Magyarországon több kriptafeltárás történt, melyeket – antropológus bevonásával – muzeológusok végeztek, egyes esetekben restaurátorok részvételével. A váci, jászberényi és soproni leletek konzerválási munkálataiban a Magyar Nemzeti Múzeum Országos Restaurátor és Restaurátorképző Központjának munkatársai és vezetésükkel az iparművészeti restaurátorképzés egyetemi hallgatói is részt vettek.

Az esetenként nagyon magas relatív páratartalmú helyszíneken előkerült szerves anyagú leletek nedvességtartalma jóval nagyobb volt, mint normál körülmények

között. Ezért, továbbá az emberi maradványok miatt mikroorganizmusok jelenlétét lehetett feltételezni.

Az alábbiakban néhány, a leletmentés és konzerválás során tapasztalt problémát, valamint az alkalmazott fertőtlenítési kezeléseket ismertetjük.

Kriptafeltárás a váci Fehérek templomában

A váci – egykori domokos rendi, a rend ruházatáról a köznyelvben Fehérek templomaként ismert – Győzelemtől nevezett Szűz Mária plébániatemplom 1731–1841 között a város polgársága és egyházi személyek temetkezési helyül szolgáló kriptájának felszámolására építészeti átalakítások miatt 1994–1995-ben került sor. A feltárást végző szakembereket megdöbbentő látvány fogadta, az egymásra helyezett festett, vagy textillal bevont koporsókban természetes úton mumifikálódott tetemek feküdtek, és vi-seleti darabjaik, valamint a temetkezési mellékletek igen nagy számban jó állapotban maradtak fenn (10–11., 13. kép). A leletegyüttes az eddigi legnagyobb és legépebben fennmaradt magyarországi kriptatemetkezés.

A feltárásban a környezeti paraméterek – a relatív páratartalom, a hőmérséklet és a fényviszonyok – hirtelen, drasztikus változásának elkerülése céljából a csak



10. kép. Egymásra halmozott festett és textillal borított koporsók a váci kriptában (Ráduly Emil felvétele).



11. kép. Mumifikálódott tetem a váci kriptában (Ráduly Emil felvétele).

⁴³ Rentsenkhand 2010. p. 8. A doktori értekezés az illóolajok antimikrobiális hatását vizsgálja élelmiszerromlást okozó mikroorganizmusokra. Betekintést nyújt azokra gyakorolt hatásmechanizmusokra.

⁴⁴ Borrego et al. 2012., Pietrzak et al. 2016c. pp. 65–67.

⁴⁵ Pietrzak et al. 2016c. p. 66.

⁴⁶ A kísérletek kiterjedtek különböző antifungális fertőtlenítőszeres hatásának, valamint egyes, a restaurálásban alkalmazott anyagok mikrobiális fertőződési hajlamának vizsgálatára is. Erdei-Németh 2014. p. 68–78., 91–130.



12. kép. A váci múmiák tárolása a Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tárában. (Pap Ildikó felvétele)

okvetlenül szükséges megvilágítás biztosítása mellett minimális számú szakember vett részt.⁴⁷

A kriptá klimatikus viszonyai

A több helyiségből álló kriptá feltárásakor igen magas, 85–90% körüli RH értéket mértek, ez azonban csak a legutóbbi időkben történt vizesedés következménye volt. Az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékének munkatársai által egy hétig végzett mérések során a külső hőmérséklet 20°C-os ingadozása mellett a kriptáé – a magyarországi barlangokéhoz és földalatti üregekéhez hasonlóan alacsony, 8–11°C – szinte változatlan maradt. A légnyomás a szabadtéri értékhez hasonló, 991–1009 hPa volt. Az alacsony hőmérséklet, egy keskeny kürtön keresztül biztosított állandó gyenge légmozgás, a nedvesedést megelőzően feltehetően jóval alacsonyabb páratartalom, a több rétegben egymásra rakott fenyőfa koporsók szigetelő hatása, valamint a fenyőfa terpenoid tartalma megakadályozták, illetve lassították a gombák és baktériumok szaporodását, segítve a természetes mumifikálódást.⁴⁸ A múmiák állapota eltérő volt. A közvetlenül a talajon, valamint a nedves fal mellett lévő koporsókban a tetemek és a tárgyi leletek egyaránt rosszabb állapotban maradtak meg az ezeken a helyeken kialakult, a mikroorganizmusoknak kedvezőbb mikroklíma miatt.⁴⁹

⁴⁷ B. Perjés – Ráduly – Újvári 2004. p. Koporsós temetkezésben 265 természetesen mumifikálódott testet és egy közel 40 egyén maradványait tartalmazó osszáriumot tártak fel. A munkacsoport muzeológiai vezetője Ráduly Emil (Szabadtéri Néprajzi Múzeum, Szentendre) és Zomborka Márta (Tragor Ignác Múzeum, Vác), restaurátori vezetője B. Perjés Judit (Budapesti Történeti Múzeum) és Újvári Mária (Tragor Ignác Múzeum, Vác), antropológiai szakértője dr. Susa Éva (Igazságügyi Orvostudományi Intézet, Budapest) voltak. Ráduly 1997., Zomborka 1996.

⁴⁸ „A mérsékelt égövi spontán mumifikálódásnál nem a környezet hőmérséklete a döntő, hanem inkább sokkal fontosabb tényező az állandó légcsere miatti kiszáradás.” Susa et al. 1996. p. 14. A hasonló mikroklímájú földalatti barlangokban és üregekben negatív ionizációs sugárzás észlelhető, ami fertőtlenítheti a levegőt. Lehetséges, hogy ez is hozzájárult a leletek viszonylag jó állapotban való fennmaradásához.

⁴⁹ Szikossy Ildikó (Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár) szíves szóbeli közlése.



13. a-b. kép. A 21. sz. koporsó alkoholos fertőtlenítése a feltárásakor és a restaurált koporsó (Ráduly Emil felvételei).

A leletek kezelése

Múmiák

A múmiák mikrobiológiai vizsgálatai során a szakvélemény szerint a mintákból a múmiákra és a kezelő személyzetre nem veszélyes mikroorganizmusok Clostridium sp., aerob spórás baktérium, penészgomba (Aspergillus sp, Penicillium sp.) és sarjadzógomba tenyésztett ki.⁵⁰ Ennek ellenére, mivel ilyen mennyiségű leletnél lehetetlen az egész anyagra kiterjedő mikrobiológiai vizsgálatokat végezni, a tetemeket három percig tartó röntgenbesugárással (4,5 mA 75 kV/90 kV) kezelték.⁵¹ A kezelés célja az új környezetbe kerülés miatti kiújulás vagy felülfertőződés elkerülése, valamint a gyűjtemény és a munkatársak védelme volt.⁵²

Az antropológiai leletegyüttest a Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tárában a kriptá egykori mikroklímájának megfelelően állandó légmozgás, valamint a hőmérséklet és a relatív páratartalom műszeres ellenőrzésének biztosítása mellett tárolják az erre a célra készült szekrényrendszerben (12. kép). Betegségeik és elhalálkozásuk okainak kutatása jelenleg is folyik, nemzetközi együttműködésben.

⁵⁰ A vizsgálatokat az Országos Traumatológiai Intézetben végezték.

⁵¹ Susa et al. 1996. p. 15.

⁵² A korábban feltételezettekkel szemben a múmiák vizsgálatai során bebizonyosodott, hogy az alkalmazott besugárzás nem károsította a DNS állományukat. Szikossy Ildikó (MTM) szíves szóbeli közlése. A mikroorganizmusok felépítése, életműködésük és ellenállóképességük a különböző kezelésekkal – köztük a röntgensugárással – szemben igen eltérő. Ezért fontos tudni milyen mikrobák elpusztítása a cél, milyen eljárások alkalmasak a kívánt eredmény elérésére, és célzottan választani a megfelelő beavatkozást, ellenkező esetben a kezelés hatástalan marad. Ez több tudományterület szakembereinek együttműködését kívánja meg.

⁵³ A csizmát Bérczi Miklós restaurálta az iparművészeti restaurátorképzés keretén belül, gyakorlatvezető Kissné Bendefy Márta.



14. kép. A 21. számú koporsóban fekvő tetem csizmája a feltárás során (Ráduly Emil felvétele).



15. kép. A restaurált csizma. (Nyíri Gábor felvétele).⁵³

Tárgyi leletek

A koporsókat, a viseleteket és a temetkezési melléleteket a váci Tragor Ignác Múzeum gyűjteménye őrzi. Elsődleges fertőtlenítésükre a feltáráskor került sor, portalanítás után 50% etilalkohol és 50% víz keverékével⁵⁴ (13.a. kép). Az oldatot porlasztással vitték fel a felületekre, majd a koporsók és az egyéb tárgyi leletek a téli időszakra a múzeum kezelésében lévő fűtetlen Görög templomban, ahol a RH 70–75%, a hőmérséklet 12–15°C volt, az időjárás felmelegedésekor pedig a múzeum különböző raktárhelyiségeiben nyertek elhelyezést. A leleteket, koporsónként osztályozva, e célra készített nagyméretű fatálcákon kiterítve, illetve papírdobozokban helyezték el, lehetőség szerint anyagfajtánként különválasztva.⁵⁵ A mozgatóskor

⁵⁴ A feltárás idején elérhető tanulmányok az 50-50%-os alkohol – víz keveréket ajánlották.

⁵⁵ B. Perjés – Ráduly – Újvári 2004. p. 27. 11. kép.

előforduló sérülések elkerülésére a tárgyak közötti hézagokat savmentes fátýolfóliával töltötték ki, ugyanezt az anyagot alkalmazták a ruhák kitömésére formájuk megőrzése érdekében. A nedves tárgyakhoz alkalmazott csomagolóanyagot fertőtlenítőszerrel itatták át.⁵⁶

Koporsók

A kripta legnedvesebb helyiségéből előkerült néhány rovar- és gombakárt szenvedett koporsót hidrogén-foszfáttal fertőtlenítették a Szentendrei Szabadtéri Múzeumban. A gázosítás hatására a zöld és kék festékrétegek részben megfeketedtek. A rétegekből utólag vett minták röntgendiffrakciós analízise réztartalmú pigmenteket mutatott ki, melyek az alkalmazott gázzal reakcióba lépve átalakultak, ez okozta színváltozásukat.⁵⁷ Hasonló esetekben fontos a fertőtlenítő eljárás alkalmazása előtt anyagvizsgálatokat végezni és restaurátor szakvéleményét kérni a káros hatások elkerülése céljából.

A textillal borított koporsók tisztítása a drapériák lebontás nélkül történt, portalanítás után vákuumos kárpittisztító géppel, nem ionos felületaktív anyag vizes oldatával, melyhez Preventolt adagoltunk. A beavatkozás során a kezeléseket változtattunk, először a felületaktív szer oldatát permetként vittük a felületre, majd a fertőtlenítőszeres oldattal öblítettük.⁵⁸

A restaurálás során az összes koporsó festetlen felületén megelőzőképpen Xylamon Holzworm Tod, illetve egyes esetekben Basileum Holzworm und Pilz BVP20 permetrin hatóanyagú fertőtlenítőszer került alkalmazásra (13.b. kép).

Olvasók

A fából készült olvasók és textil fonalaik kezelése 70%-os alkoholban történt, mely 0,1% Preventol CMK-t is tartalmazott. Ez utóbbit először kevés alkoholban kell feloldani, azután lehet egyenletesen elkeverni a vizes-alkoholos keverékkel.⁵⁹

Bőrtárgyak

A kriptából előkerült gombafertőzést szenvedett bőrtárgyakat műanyag zacskóba helyezve, timol párában tárolva fertőtlenítették. Ezután a bőrleleteket az ORRK restaurátor műtermébe szállították, ahol a növényi csereszűeket vizes tisztítás után glicerinnel, majd polietilén-glikol 600 vizes oldatával konzerválták. Fertőtlenítőszerként Preventol CMK (para-klór-metakrezol) 0,5%-os

⁵⁶ Alkalmazott fertőtlenítő szerek: Sterogenol (cetil-piridium-bromid) vizes és alkoholos 0,01-0,02%-os oldata és Preventol CMK 0,05-0,1%-os alkoholos oldata. B. Perjés – Ráduly – Újvári .2004. p. 28.

⁵⁷ Kovács 1996. p. 33.

⁵⁸ Kovács, 1996. p. 34–35. 6–8. kép. A textillal borított koporsók restaurálását, B. Perjés Judit, Újvári Mária, Sterbetz Katalin, és a szerző, valamint Mátéfy Györfk vezetésével iparművészeti restaurátor hallgatók végezték. Ld. még: Újvári 2006. p. 39.

⁵⁹ A rózsafüzérek többségét a Magyar Képzőművészeti Egyetem iparművész restaurátor hallgatói konzerválták a szerző irányításával. A szakrális mellékleteket – az olvasók egy részét, a feszületeket, skapulárákat Újvári Mária és Hostyinszki Attila (Tragor Ignác Múzeum) restaurálták.

izopropil-alkoholos oldatát, illetve Dodigen 226 (benzalkónium-klorid) vizes oldatát alkalmazták (14–15. kép). A vízre érzékeny timsós cserzésű lábbelik fertőtlenítése és tisztítása perklór-etilén és szulfatált pataolaj 3:1 arányú emulziójával történt.⁶⁰

Viseletek, textilelemek⁶¹

A feltáráskor alkalmazott alkoholos kezeléssel túl a testnedvektől megkeményedett textilek fertőtlenítő tisztítása hálószerkezetten keresztül Dodigen 226 1%-os vizes oldatával, szárításuk polipropilén fóliával borított polisztirol lapon történt. A vízre érzékeny textilek mechanikus tisztítása után fertőtlenítőszel átítatott fátyolfóliával kitömve kerültek tárolásra (ld. 56. jegyzet).

Memento Mori – a kriptidelemek kiállítása – újrafertőződés

A kriptidelemek egy részéből 1995-ben a Görög templomban időszakos, majd 1998-ban állandó kiállítás nyílt Memento Mori címmel a város főterén lévő egyik lakóház középkori pincéjében. Ez utóbbi kiállításon három múmia – az eredeti alapján – rekonstruált viseletben, valamint restaurált tárgyi leletek – festett koporsók, temetkezési kellékek: olvasók, feszületek, szentképek, imakönyvek⁶², és bőrtárgyak: cipők, csizmák – kerültek bemutatásra.⁶³ A vitrinekben szilikagél helyezett el, amit rendszeresen regeneráltak. Ennek ellenére a kiállított tárgyak többségén és a múmiákon egy idő múlva penészképződés volt megfigyelhető (16. kép). Ezidő tájt folyt a főtér felújítása, átépítése, melynek során egy vízvezeték megsérült, és mint később kiderült lassú vízfolyást okozott. Ennek, valamint több nagy esőzés során történt vízbetörésnek következtében a kiállítóter, különösen az utcafront felőli nagyobb terem relatív páratartalma megnőtt. Sajnos se akkor, se a leleteknek a pincébe kerülése előtt nem végeztek a levegő és a felületek fertőzöttségére irányuló vizsgálatot, de mivel a múmiákat a feltárás után fertőtlenítés céljából röntgensugárral kezelték, és amennyiben az hatásos volt, esetükben feltételezhetően másodlagos fertőződés történt. Ebben az alábbi tényezők játszhattak közre: a pince relatív páratartalmának emelkedése, az új környezetben lévő, valamint esetleg a többi, más módon fertőtlenített tárgyon életbenmaradt mikroorganizmusok. A higroszkópos vegyszerekkel kezelt bőrtárgyak fokozottan érzékenyek a páratartalom növekedésére, valamint a mikroorganizmusokra,



16. kép. A restaurált, a kiállításban másodlagosan penészel fertőzött csizma (Ráduly Emil felvétele).

a koporsók festékrétegének enyv kötőanyaga és a szerves alapú textilek pedig jó táptalajt jelentettek a mikrobák számára. A kisteremben lévő tárlók egyikében a restaurált bőrtárgyakon és egy alkohollal fertőtlenített, restaurálatlan textil kalapon megjelent a penész, míg a mellette álló vitrinben kiállított restaurált papírok, valamint a Dodigennel kezelt és fertőtlenített fátyolfóliával kitömött főkötőn és nyakkendőn nem. Ez utóbbiakon a későbbiekben sem észlelték penészesedést.

A leletek újbóli fertőtlenítése a penész mechanikus eltávolítása után 50% etanol és 50% víz keverékével történt, anyagfajtától függően ecseteléssel vagy permetezéssel a felületükre juttatva. A múmiák rekonstruált ruháit Dodigent tartalmazó vízzel mosták át.

A helyiség páratartalma, az időközben beszerelt páraelszívó berendezés működése ellenére magas maradt, a fertőzés időről időre újra jelentkezett, ilyenkor a fent ismertetett kezelést alkalmazták.

A bőrléletek felületét a penész 50%-os etanollal történt eltávolítása és a tárgyak lassú, alacsonyabb relatív páratartalmú helyiségben való szárítása után grapefruit-mag kivonattal ecsetelték át, majd visszakerültek a kiállítási vitrinbe. Az így kezelt tárgyakon penész a korábbihoz képest sokkal hosszabb idő után, kb. évente jelentkezett, ekkor megismételték a beavatkozást.⁶⁴ A grapefruit illóolaj, melyet a gyümölcs héjából állítanak elő, gátolja egyes penészek növekedését⁶⁵, a mag kivonat biocid hatásáról azonban megoszlanak a vélemények. A kereskedelmi forgalomban kapható kivonatok vizsgálata során többségükben hozzáadott, szintetikus biocidokat mutattak

⁶⁰ A kezeléseket B. Perjés Judit és Kissné Bendefy Márta vezetésével a MKE iparművészeti restaurátor hallgatói végezték. B. Perjés – Ráduly – Újvári 2004. p. 34. Egy kiemelkedő jelentőségű lábszárvédőt Kissné Bendefy Márta restaurált. A tárgy tisztítását és konzerválását Újvári Mária végezte. Kissné Bendefy – Újvári 1997.

⁶¹ A textilek tisztítását és fertőtlenítését Újvári Mária végezte, az eddig helyreállításra került textil viseleteket Bakó Ádámné, Lakiné dr. Tóth Ilona és Újvári Mária restaurálta.

⁶² A papírtárgyakat Lukács Katalin a Ferenczy Múzeum munkatársa restaurálta.

⁶³ A kiállítást első megnyitása óta újrarendezték, 2016 óta ismét látogatható. http://muzeumvac.hu/programok_allando/1/MEMENTO-MORI.html

⁶⁴ A kezelést Újvári Mária (Tragor IgnácMúzeum, Vác) végezte. A kivonat alkalmazásának hatását a tárgyak anyagaira nem vizsgálták.

⁶⁵ Viuda-Martos és tsai agar hígítással vizsgálták a citrom (Citrus lemon L.), a mandarin (Citrus reticulata L.), a grapefruit (Citrus paradisi L.) és a narancs (Citrus sinensis L.) illóolajainak az Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Penicillium chrysogenum és a Penicillium verrucosummal szembeni növekedésgátló hatását. Mindegyik olaj antifungális aktivitást mutatott: a narancs illóolaj az A. niger ellen volt a leghatásosabb, a mandarin illóolaj leginkább az A. flavus, míg a grapefruit olaj legjobban a P. chrysogenum és a P. verrucosum növekedését csökkentette. Viuda-Martos 2008. Citrus illóolajok penészgátló hatásáról ld. még: Sharma – Tripathi 2006.

ki, míg a kutatók által a laboratóriumban magból és gyümölcspepéből préselt kivonatnak, valamint a hozzáadott hatóanyag nélküli kereskedelmi terméknek nem volt antimikrobiális hatása.⁶⁶ Más kutatók grapefruit szárított és porított gyümölcspepéből készített alkoholos kivonatának antibakteriális és antifungális hatását vizsgálták. Eredményeik szerint a kivonat, bár a kereskedelmi forgalomban lévő termékeknel kisebb mértékben, de minden vizsgált baktérium és gomba ellen hatásosnak bizonyult.⁶⁷

A váci bőrleleteknél használt grapefruitmag kivonat összetétele ismeretlen, ezért nem tudni, hogy a mag kivonat vagy az esetleg hozzáadott biocid fejtett ki penésznövekedés gátló hatást.

Az olvasókat az ismétlődő penészesedés miatt bevonták a kiállításból. Alkoholos fertőtlenítés után megfelelő hőmérsékletű és RH-jú raktárban elhelyezve újabb fertőzés jelei nem mutatkoztak rajtuk.⁶⁸

Jászberény, Nagyboldogasszonytemplom

A Nagyboldogasszony templom 1782-ben felszentelt kriptájába egykor módos családok tagjai temetkeztek. A ma is működő kriptában új helyek létesítése céljából negyvenöt, jeltelen, 18–19. századi fülkét szüntettek meg 2007-ben. A feltárást a Jász Múzeum irányításával régészek, antropológusok, néprajzkutatók és temetkezési vállalkozók végezték.⁶⁹

Klimatikus viszonyok a kriptában és a leletek tárolásakor. A mikrobiális fertőzés mértéke.

A kriptafülkék egy folyosón helyezkedtek el, ahol a páratartalom, feltehetően hosszú idő óta rendkívül magas, közel 100% volt. A fülkék mikroklímájáról nem állnak rendelkezésre adatok. A napvilágra került tárgyak – 14 festett és 26, szögekkel kivert koporsó, textil viseletek, lábbelik, imakönyvek, valamint rózsafüzérek sok-

kal rosszabb állapotban voltak, mint a váci kriptaleletek, az emberi maradványok pedig szinte teljesen elenyésztek. Több viseleti darab anyagainak biodegradációja oly mértékű volt, hogy a feltárást követően a tárgyak megsemmisültek.⁷⁰ Egy kalapot a kriptafülkében lévő mikroklímából való kiemelése után a feltárást végzők szeme láttára borított el a penész.⁷¹ A leletek egy része szabad szemmel láthatóan penészes volt.

A leletmentés során nem történt alkoholos fertőtlenítés, a textil-, bőr-, fém- és fatárgyakat a szolnoki Damjanich János Múzeum pincéjébe szállították, ahol felületi alkoholos permetezéssel fertőtlenítést alkalmaztak, majd a leletek többségét műanyag fóliával letakarva tárolták. A tárgyak elhelyezése előtt a helyiségben nem történt RH és hőmérséklet-mérés, azonban a raktározás során a szomszédos ház pincéjében bekövetkezett csőtörés alkalmával minden bizonnyal megnőtt a relatív páratartalom és feltehetően ennek hatására penészesedés indult meg. Amikor megtekintettük a leleteket⁷², nemcsak azokon, hanem a pince falain is fehér penésztelepeket találtunk. Javaslatunkra a múzeum az Országos Epidemiológiai Központban vizsgálatot végeztetett. A levegőből, a falakról, valamint a tárgyról vett minták vizsgálata alapján nagyon magas szintű gombafertőzést állapítottak meg. A kitenyészett gombafajok az *Aspergillus* sp. kivételével azonban eltérőek voltak a levegő és a felületi mintákban (1. táblázat), ezért feltételezhető, hogy a már alkohollal kezelt leleteken a fertőzés kiújult, a megnőtt RH hatására.⁷³

A szolnoki múzeum restaurátorai ezután a leleteket Incidur spray⁷⁴ fertőtlenítő oldattal pemetezték, majd a pincének egy másik, jobban szellőző helyiségébe költöztették át. Ennek és a további, gyakori fertőtlenítőszeres permetezéseknek köszönhetően a penészesedés megszűnt. A helyiségben jelenleg is csak alkalmoszerű mérések történnek, a legutolsó, a tanulmány írásakor mért értékek 30°C külső hőmérséklet mellett: 22,3°C és RH 73,6%.⁷⁵

⁶⁶ Woedtker et al. 1999.

⁶⁷ *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Sarcina flava*, *S. lutea*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus* sp., *Listeria monocytogenes* Gram-pozitív és *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, *Salmonella enteritidis*, *Yersinia enterocolitica*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus mirabilis*, *P. vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* Gram-negatív baktérium törzsek és *Candida albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces maxianus* gombák. Cvetnić – Vladimir-Knežević 2004.

⁶⁸ A kiállításban jelentkező penészesedésre és a tárgyak további kezelésére vonatkozó információk Újvári Mária szíves közlései. Az ismételt alkoholos kezeléseket ő, valamint Ráduly Emil végezték.

⁶⁹ A munkacsoport tagjai: dr. Selmeczi László régész (Budapest), dr. Szabó Géza régész, Máramaros Anita asszisztens (Szekszárd), dr. Papp Ildikó antropológus, Bernert Zsolt antropológus (Budapest), dr. Bathó Edit etnográfus és Bugyi Gábor asszisztens (Jászberény). A feltárást részt vettek a Iusta Temetkezési Szolgáltatás dolgozói, Nagy Gábor igazgató irányításával. Bathó 2015. p. 122. A Jász Múzeumban nem dolgozik restaurátor és gyűjtemény-és raktárkezelő tanfolyami végzettségű alkalmazott sem, ezért a leletek csomagolását Thúróczy Tiborné és Császár Péter restaurátorok, Gulyás Katalin történész és Berta Ferenc gyűjteménykezelő a szolnoki Damjanich János Múzeum munkatársai végezték.

⁷⁰ Egyes textilek pedig a restaurálás során estek szét, de alátámasztással még megmenthetők voltak. Bathó 2015. p. 129.

⁷¹ Bathó Edit szíves szóbeli közlése. Feltehetően a kriptafülkétől eltérő, magasabb RH-jú környezetben az addig „alvó” mikroorganizmusok szaporodtak el, vagy a folyosó légtérben lévő penész okozott másodlagos fertőzést.

⁷² Kissné Bendefy Márta (vegyész-üzem-mérnök, bőrrestaurátor), dr. Kovács Petronella (fa-bútorrestaurátor), Várfalvi Andrea (textilrestaurátor) az MNM-ORRK munkatársai.

⁷³ Nem minden tárgyról történt mintavétel, ezért a másodlagos fertőződés sem zárható ki.

⁷⁴ Gyártó: Ecolab. A felületfertőtlenítő Interneten elérhető technikai adatlapja csak etanol és n-propanol összetevőket említ, míg az 5 l-es kannán lévő információ szerint 100 g Incidur spray 0,018 g glutáraldehidet (25%), 0,05 g benzalkoniumkloridot, 40 g etanolt (96%) és 10 g n-propanolt, adalékanyagot tartalmaz.

⁷⁵ Császár Péter restaurátor, állományvédelmi felelős szíves közlése alapján. Az állományvédelmi program ellenére Magyarországon még nem minden múzeum rendelkezik az összes helyiségére kiterjedő hőmérséklet és páratartalom mérésére alkalmas berendezésekkel, valamint egy-egy múzeumi állományvédelmi felelős napi szakmai munkája mellett képtelen ellátni több, különböző helyiségekben lévő múzeum, kiállítóhely, raktár rendszeres ellenőrzését.

Fal, illetve felületi vizsgálat	Vattapálcás minta tenyésztési eredménye
1. T-01 JB 6. sír 2.(jel) Jászberény	Aspergillus sp. Cunninghamella sp.
2. T-02 JB 6. sír 2.(jel):	Aspergillus sp. Cunninghamella sp.
3. T-03 JB 41/5:	Többféle Aspergillus sp.
4. T-04 Fatálca alja:	Penicillium sp.
5. T-05 JB 40/2 olvasó:	Többféle Aspergillus sp. Cunninghamella sp.
6. T-06 JB 7/2 olvasó:	Penicillium sp. Aspergillus sp.
7. T-07 JB 18/6 cipő sarka:	3 telep Aspergillus sp. Penicillium sp.
8. T-08 JB 18/6 mászol:	5 telep Aspergillus sp. Penicillium sp.
9. T-09 JB 40/1 ruha:	1 telep Aspergillus sp. Penicillium sp. Cladosporium sp.
10. T-10 JB 44/3 imakönyv:	Penicillium sp.
11. T-11 JB 19/3 öv:	A. sydowii Cunninghamella sp. Penicillium sp.

A levegő vizsgálata

Koch féle szedimentáció: nem történt

A kitenyészett gombafajok: —

RCS térfogatos levegő minta:

A kitenyészett gombafajok:

1. RCS-1 M1 teremben	2500 gombaelem/légm ³ Mucor sp. befedi
2. RCS-2 M2 teremben 1. első rész	3000 gombaelem/légm ³ Zömében Cladosporium sp. Acremonium sp.
3. RCS-3 M2 teremben 2. 1 tálcá	2500 gombaelem/légm ³ Zömében Cladosporium sp.
4. RCS-4 M2 teremben, 3. oldal	3000 gombaelem/légm ³ Aspergillus sp., Mucor sp. befedi
5. RCS-5 M2 teremben 4. hátsó fal	3000 gombaelem/légm ³ Zömében Cladosporium sp.

1. táblázat. A jászberényi leletek mikológiai vizsgálatának eredménye. Zala 2007 alapján.

A szolnoki múzeum pincéjében mért értékek (2500-3000 gombaelem/légm³) jelentősen meghaladták a levegő gombaszennyezettségének megállapítására érvényes, konszenzuson alapuló limitet: 500 gombaelem/légm³. Ennél magasabb érték esetén nő az egészségügyi kockázat és a légúti stressz.⁷⁶

⁷⁶ Nincs nemzetközileg elfogadott határérték, csak konszenzuson alapuló limit. Zala 2007 p. 2. Az életképes részecskék száma: CFU/m³ (colony forming unit).

A tárgyak kezelése

Az MNM ORRK restaurátorai konzerválták a bőrtárgyakat⁷⁷ és a rózsafüzéreket, míg a többi leletet magánrestaurátorok restaurálták.⁷⁸

Bőrtárgyak

A mikológiai vizsgálat eredményéről szóló jelentés egy figyelmeztetést is tartalmazott, miszerint magasszintű fertőzöttségük miatt a leletek száraz tisztítását lehetőleg kerülni kell (17. kép). A nagy mennyiségben fennmaradt bőrtárgyak – elsősorban lábbelik, övek, stb. – a penész eltávolítása céljából ezért először kvaterner ammónium-só⁷⁹ 0,1%-os vizes oldatát tartalmazó fürdőbe kerültek,



17. kép. Penészes lábbelik a jászberényi kriptából (Nyíri Gábor felvétele).



18. kép. Fertőtlenítés Barquat CB 50 0,1%-os vizes oldatában (a képen Kissné Bendefy Márta, Nyíri Gábor felvétele).

⁷⁷ A Magyar Képzőművészeti Egyetem iparművészeti restaurátor hallgatóinak bevonásával. Gyakorlatvezetők: Balázs József, Kovács Petronella (fa), Kissné Bendefy Márta (bőr).

⁷⁸ A viseleteket Lakiné dr. Tóth Ilona, Bakó Ádámné, a koporsókat Kutas Eszter és Bakayné Perjés Judit restaurálták. Bathó 2015. p. 126. 1-3. kép, p. 130. 6-7. kép, p. 132. 8-9. kép, p. 135. 11-12. kép, p. 136. 13. kép.

⁷⁹ Barquat CB 50 (alkil-dimetil benzil ammónium-klorid) Technikai adatlapja alapján a felhasználásra ajánlott koncentrációkban ma már 5-7 közötti a pH-ja. http://www.fankim.com/media/Lonza_MSDSMaterial-SafetyDataSheets_Barquat_CB-50.pdf.



19. kép. A jászberényi kriptából előkerült, a szolnoki múzeum pincéjében csomagolópapírral letakarva tárolt papucson nem jelentkező penész (Kissné Bendefy Márta felvétele).



20. kép. A papucs tisztítás és konzerválás után (Nyíri Gábor felvétele).



21. kép. A restaurált papucs⁸⁰ (Nyíri Gábor felvétele).

itt történt meg a felületek mechanikus tisztítása. A fenti kezelőszer 2007-ben számunkra hozzáférhető típusának enyhén lúgos pH-ja nem volt kedvező a kollagén fehérje számára, ezért a kezelést többször váltott csapvizessé, majd desztillált vizes öblítés követte pH 6-os érték eléréséig.

⁸⁰ Restaurálta Lengyel Boglárka az iparművészeti restaurátorképzés keretén belül, gyakorlatvezető: Kissné Bendefy Márta.

A konzerválás 30%-os polietilén-glikol 600-as fürdőben történt – a teljes fürdőre számított 0,5%, izopropil-alkoholban oldott Preventol CMK gombaölő szer hozzáadásával – öt napon keresztül, majd lassú, szobahőmérsékleten történt szárítással végződött (18. kép).

Olvasók

Az egyik leggyakoribb temetkezési kellék a kezekre kulcsolt olvasó, melyből 35 db került feltárássra. Száraz tisztításuk a mikológiai szakvélemény alapján a gombafertőzés magas szintje miatt nem volt megengedett. A textilfonalra felfűzött kis faelemekből álló rózsafüzéreket Preventol CMK 0,5%-os alkoholos oldatával és mechanikusan kezeltük (22–23. kép).



22. kép. Penész szennyezett olvasó a jászberényi kriptából a szolnoki múzeum pincéjében (Kissné Bendefy Márta felvétele).



23. kép. Az olvasó fertőtlenítés és konzerválás után. (Nyíri Gábor felvétele).

A jászberényi kriptaleletek restaurált darabjaiból – viseletek, koporsók, egyéb temetkezési kellékek – 2011-ben ideiglenes kiállítást rendeztek a Jász Múzeumban, majd egy év elteltével a tárgyak különböző raktárhelyiségekbe kerültek. A koporsókat a múzeum pincéjében napi szellőztetés mellett, az olvasókat az egyik raktárban a restaurálásuk céljára készült savmentes papírdobozokban őrzik. A ruhákat egy másik épületben, számukra készített bábukon, agro fátyolfóliával letakarva, a fejkötőket savmentes selyempapírral bélelt Hungarocell dobozokban tárolják.⁸¹ A restaurált tárgyakon penészképződés nem jelent meg. A konzerválatlan leleteket továbbra is a szolnoki múzeum pincéjében raktározzák.

⁸¹ Bathó Edit szíves szóbeli közlése. A dokumentációk szerint a textil leleteket restaurálásuk során Incidin oldattal fertőtlenítették.

Sopron, Kecske-templom. Feltárási és tárolási körülmények.

A Soproni Múzeum munkatársai a Kecske-templom⁸² és kolostor építészeti felújítása kapcsán 1996 és 2011 között folyt régészeti kutatások során középkori temető részletét, több kriptát és sírt tártak fel.⁸³ A legjelentősebb textil viseletek egy feltehetően a 17. század közepe előtt elhunyt, fakoporsóba temetett nő sírjából kerültek elő.⁸⁴ A koporsó szinte teljesen elkorhadt, ezért a leletegyüttest, károsodásának elkerülése végett a körülötte lévő földdel együtt in situ emelték ki a sírból, majd egy ideig a Soproni Múzeum egyik helyiségében fóliával letakarva tárolták a gyors kiszáradás elkerülése céljából. Bár megpróbálták a fólia alatt szinten tartani a levegő nedvességtartalmát rendszeresen nedvesített szivacsokkal, a mikrokörnyezet RH-ja sokkal alacsonyabb volt, mint a lelőhelyen, ezért a textilek – főleg a lelet felső rétegei – részben kiszáradtak és törékenyebbé váltak. Az in situ leletet később a váci Tragor Ignác Múzeumba szállították, ahol részletes dokumentálás mellett megtörtént a kibontása. A felső talajréteg eltávolítása után feltárt textilek állapota miatt a törmelékek eltávolítása és elsődleges tisztításuk, szárazon, ecsetekkel és porszívóval történt (24–25. kép). A viseleti darabokat ezután további kiszáradásuk megakadályozása céljából polipropilén fóliával letakarva szilikagél alkalmazása mellett tárolták. A meleg idő beköszöntével penész megjelenését észlelték a textilek felületén.⁸⁵

Mikológiai vizsgálatok

A feltárást követően néhány hónappal keresték meg fősztyáunkat a textilek megmentésével kapcsolatban. A gombafertőzés miatt ragaszkodtunk a műtermünkbe szállítás előtt a fertőzöttség mibenlétének meghatározásához. A raktár levegőjéből vett mintákban *Acremonium* sp., valamint *Penicillium* sp. míg a tárgyról vett – mintákban *Acremonium* sp., *Alternaria* sp., *Penicillium* sp. és *Trichoderma* sp., volt kimutatható (2. táblázat).⁸⁶ Ezek mindegyike káros lehet az emberi szervezetre és a textilek további biodegradációját is okozhatják. Textilrestaurátor műtermünk levegőjéből is mikológiai vizsgálatot végeztünk mielőtt a leleteket odaszállítottuk volna.⁸⁷

A leletanyag kezelése a Magyar Nemzeti Múzeum Országos Restaurátor és Restaurátorképző Központjában

Fontos volt, hogy olyan környezetet alakítsunk ki, amiben a gombák nem képesek szaporodni, ezért miko-



24. kép. Az in situ kiemelt lelet a váci múzeumba szállítás után (Ráduly Emil felvétele).



25. kép. A viseletlelet kibontása a váci múzeumban, Újvária Mária restaurátor (Ráduly Emil felvétele.)

lógus szakemberrel egyeztetve a textilrestaurátor műtermében a hőmérséklet és a relatív légnedvesség értékeit folyamatosan 20°C alatt és 40% RH-n tartottuk. Ez a környezet nem kedvez a gombák növekedésének. Központi klímaberendezés nincs a textilrestaurátor műtermében, ezért az értékeket két mobil klímaberendezéssel biztosítottuk. A textileket fóliasátorba, fakerettel ellátott műanyag hálóra helyeztük és Dr. Zala Judit mikológus tanácsára antimikrobiális hatású fűszer és gyógynövény eredetű készítményt⁸⁸ párologtattunk a környezetünkben, valamint a sátoron kívüli légtérben is (26. kép). A párhuzamosan végzett kísérletek és a leletek felületéről, valamint a levegőből vett minták gyakori mérési eredményei szerint az illóolajok alkalmazása a gombaelemek csökkenéséhez vezetett.⁸⁹

Tisztítás. A konzervált leletek tárolása.

A viseletmaradványok tisztítása, az egyes darabok állapotától és a szennyeződés típusától függően szárazon, ecsettel és mikroporszívóval, illetve a szennyeződések

⁸² Ferences, később bencés templom.

⁸³ A temetkezés ideje ismeretlen, de 1650 előtti, mert egy kriptát abban az időben a sír felett. A feltárássokról és a leletanyagokról bővebben ld. Gabrieli 2011.

⁸⁴ A viseletről ld. E. Nagy – Várfalvi 2011.

⁸⁵ A kibontást Újvári Mária és Ráduly Emil végezték. Erről, valamint a kriptafeltárássok muzeológiai jelentőségéről ld. Ráduly – Újvári 2011

⁸⁶ A vizsgálatokat az Országos Epidemiológiai Központ munkatársai végezték.

⁸⁷ A szállítást a Múzeum Complex műtárgyszállító kft. klimatizált kamionjával történt.

⁸⁸ EKOmix cseppek, gyártja: EKO-Pharma Kft.

⁸⁹ Zala 2010., E. Nagy – Várfalvi 2011. p. 82.



26. kép. A textiletek fóliasátor alatt, illóolaj párologtatás közben az ORRK textilrestaurátor műtermében (Nyíri Gábor felvétele).



27. kép. A konzervált, formára igazított viseletmaradványok egy része savmentes papírba és savmentes dobozba csomagolva (Nyíri Gábor felvétele).



28. kép. Az in situ leletből kibontott körgallér a váci múzeum raktárában (Mudrák Attila felvétele).

Sorszám	Azo-nosító	Mintavételi helyek	Minta	Mennyiség gombaelem/légm ³	Eredmények
1	T1	körgallér M1	felületi	–	Penicillium sp.
2	T2	pelerinã M2	felületi	–	Penicillium sp. Cladosporium sp.
3	T3	körgallér M3	felületi	–	Penicillium sp.
4	T4	körgallér M4	felületi	–	Penicillium sp.
5	T5	körgallér M5	felületi	–	Penicillium sp.
6	T6	ruha M7	felületi	–	Gomba nem tenyésztett ki
7	T7	ruha M8	felületi	–	Acremonium sp.
8	T8	ruha M9	felületi	–	Penicillium sp. Acremonium sp.
9	T9	ruhaujj M10	felületi	–	Penicillium sp. Trichoderma sp.
10	T10	ruhaujj M11	felületi	–	Aspergillus sp.
11	T11	ruhaujj M12	felületi	–	Penicillium sp.
12		körgallér lenyomat	felületi	–	Penicillium sp. Trichoderma viridiae
13	Koch2	raktár légtere	levegő	70	Penicillium sp. Alternaria sp.
14	Koch1	raktár légtere	levegő	70	Penicillium sp.
15	C1	körgallér M1	felületi	–	Penicillium sp.
16	C2	körgallér M	felületi	–	Penicillium sp.
17	C3	körgallér M4	felületi	–	Kevés fonal és konídium. Nincs jellegzetes kép.
18	C4	körgallér M5	felületi	–	Kevés fonal és konídium. Nincs jellegzetes kép.
19	C5	ruha M7	felületi	–	Kevés fonal és konídium. Nincs jellegzetes kép.
20	C6	ruhaujj M12	felületi	–	Atka

2. táblázat. A váci Tragor Ignác Múzeumban a viseletről és a raktár légtéréből vett minták értékelése, Zala 2010 alapján.

párasítással való felpuhításával történt. Tisztítás közben került sor a ruhadarabok gyűrődéseinek kisimítására. A konzerválás eredményeképpen a textilek állapota stabilizálódott, és a további biológiai állagromlás kockázata jelentősen csökkent. A viseleti darabok savmentes papírba csomagolva a Magyar Nemzeti Múzeum légkondicionált textilraktárába kerültek (27. kép).⁹⁰

A viselet kiemelkedően értékes darabját (28. kép), egy körgallért E. Nagy Katalin és Várfalvi Andrea restaurálták⁹¹, majd kiállításra került a Kecse-templom és kolostor Káptalan termében. A fémvázaz, üvegezett, zárt vitrinben szilikagél biztosítja az állandó páratartalmat⁹², a körgallér fénytől való védelmét pedig a vitrin tetejére helyezték, látogatók érkezése esetén elcsúsztatható textillel oldották meg (29. kép).

⁹⁰ Az egyes viseletdarabok tisztításáról és konzerválásáról bővebben E. Nagy – Várfalvi 2011. pp. 83-85.

⁹¹ E. Nagy – Várfalvi 2012-2013.

⁹² Jelen tanulmány írásakor a helyiségben mért RH 56,5%, a hőmérséklet 24°C volt. A tárlóban elhelyezett higrométer 55% RH-t mutatott. Harasztovics Veronika restaurátor (Soproni Múzeum) szíves közlése.



29. kép. A restaurált körgallér a Káptalan teremben kiállítva (Harasztovics Veronika felvétele).

Kecske-templom osszarium

Az építési munkálatok során egy kriptasírnak vélt, majd osszariumnak bizonyult objektum is feltárára került a Kecske-templom hajójában (30. kép). A Soproni Múzeum felkérésére az ORRK munkatársai is részt vettek a leletmentő ásatásban, melynek során ötvenöt csontvázhoz tartozó antropológiai anyag és számos viseletmaradvány került napvilágra.⁹³

Az építészeti munkák határideje miatt nem lehetett várni a kripta kibontásával, érkezésünkkor az üreg a templomhajó felé már nyitva volt, ezért a légtérben lévő mikroorganizmusok meghatározásához szükséges levegő mintavételre nem került sor. A földdel, törmelékkel, egymásra halmozott emberi maradványokkal teli osszarium kiürítése során a feltárás rétegről rétegre történt (31–32. kép). Az előkerülő tárgyi leletekről a ráakódások nagy részét még a feltárás közben ecsettel távolítottuk el, majd a textil és bőr viseletmaradványokat Nikecell (polisztirol) lapokon, illetve fakeretre feszített műanyag hálón fóliával letakarva, az olvasókat, fém érmeket műanyag dobozokban a múzeum kezelésében lévő ún. Tábornok házba szállítottuk, az épület legfelső szintjén lévő üresen álló helyiségbe. Az új helyszínen, de nem a tárolásra kijelölt teremben, hanem egy folyosó szakaszon egyes textilek részleges szétbontása is megtörtént (33–34. kép).

A nagymennyiségű leletanyag miatt a penészszenyezettség mérésére csak egy-egy anyagtípusról történt szűrőpróba-szerűen törléses és celluxos mintavétel és mikrobiológiai vizsgálat. A felületi minták nagy részéről penészgomba nem tenyésztett ki, a celluxos mintákban mikroszkóppal penészgomba nem volt látható. Három minta kismértékű penészszenyezettséget mutatott, azonban a szakvélemény szerint a kis mennyiségben kitenyé-



30. kép. A Kecske-templom osszariumának feltárása. A képen Várfalvi Andrea és a szerző (Czifrák László felvétele).



31. kép. Viseletmaradványok és olvasó a soproni osszarium feltáráján (a szerző felvétele).

⁹³ A feltárásban Gabrieli Gabriella, Nemes András, Balassa Krisztina, Harasztovics Veronika, Oláh Rezső, (Soproni Múzeum), Kovács Melinda (Győr), dr. Molnár Erika, dr. Pálfi György (Szegedi Tudományegyetem Embertani Tanszék), Várfalvi Andrea, Czifrák László és a szerző (MNM-ORRK) vettek részt. Gabrieli 2011. p. 32.



32. kép. Az olvasó konzerválás után (Nyíri Gábor felvétele).



33. kép. Textillelet kibontása (a képen Várfalvi Andrea, a szerző felvétele).



34. kép. A kibontott viseletdarab (a szerző felvétele).

szett gombafajok önmagukban nem voltak primer kórokozónak tekinthetők (3. táblázat).

Azonosító	Mintavételi helyek	Minta	Eredmények
T1	cipőtalp (67)	felületi	Acremonium blochii (pár telep)
T2	bőr cipő felső, fehér elszíneződés (koporsó alatti szintről)	felületi	Steril fonalak (Hyphomycetes), Chrysosporium sp. (pár telep)
T3	bőr cipő felső, barna elszíneződés (koporsó alatti szintről)	felületi	Gomba nem tenyésztett ki.
T4	textil (41)	felületi	Hormographiella sp. (pár telep)
T5	textil (65)	felületi	Gomba nem tenyésztett ki.
T6	fa olvasó	felületi	Gomba nem tenyésztett ki.
T7	fa olvasó	felületi	Gomba nem tenyésztett ki.
C1	bőr cipő felső, barna elszíneződés (koporsó alatti szintről)	felületi	Gomba nem látható.
C2	textil (65), papucsfelső (?)		Gomba nem látható.

3. táblázat. A Kecse-templom osszáriumában feltárt leletekről vett minták vizsgálati eredménye. Zala 2011. alapján.

A szakvélemény szerint száraz légtérben (kb. 50% vagy annál kisebb relatív páratartalom mellett) nem kellett a penészszenyezés terjedésére számítani. A raktározásra szánt helyiségben azonban a relatív páratartalom 81%, a hőmérséklet 17,9 °C volt. Ezt megfelelőnek tartottuk a tárgyak hirtelen kiszáradásának elkerülése céljából, ugyanakkor a magas páratartalom kedvező lehetett volna a nedves tárgyakon a mikroorganizmusok szaporodásának, illetve megtelepedésének. Ennek megakadályozása céljából a körgallér esetében bevált illóolaj készítmény párologtatását – EKOmix cseppek – alkalmaztuk a fóliasátor alatt, fakeretes, műanyaghálos tálcákon elhelyezett viseletmaradványok tárolásánál. A nagy mennyiségű textillelet azóta se került konzerválásra, további sorsát várja. Információink szerint szabad szemmel látható fertőzés az elmúlt hat év alatt nem jelent meg a tárgyakon.⁹⁴

A bőrtárgyak kezelése

Az osszáriumából feltárt bőrtárgyak elsősorban cipők maradványai, amik adatként szolgálhatnak az egykori lábbelik készítőtechnikájához. A leleteket műanyag, illetve papírdobozokba csomagolva szállítottuk az MNM-ORRK bőrrestaurátor műtermébe. Egyes, zárt műanyag dobozban elhelyezett bőrökön penészesedés jelent meg, ezek 70%-os alkoholos permetezés után hűtőszekrénybe kerültek. A többi zárt dobozt a szellőzés biztosítása céljából kinyitottuk, egyes bőrmaradványokat pedig papírdobozba helyeztünk át. Tárolásuk részben hűtőszekrényben, részben egy külső raktárban történik, rendszeres megfigyelés mellett. A leletek konzerválása oktatási anyagként a feltárás óta szakaszosan folyik az iparművészeti restaurátor specializációk hallgatóinak bevonásával, hogy

⁹⁴ Harasztovics Veronika szíves közlése.

tapasztalatot szerezhessenek a régészeti börtárgyak restaurálása területén.⁹⁵

A lábbeli maradványok egy csoportja – több vastagabb cipőtalp, vékonyabb női cipőtalp, sarokbőr, fejrész töredék, stb., egy Magyarországon eddig még nem alkalmazott liofilizálási módszerrel folyó kísérletsorozat tárgyaiként szerepelnek.⁹⁶

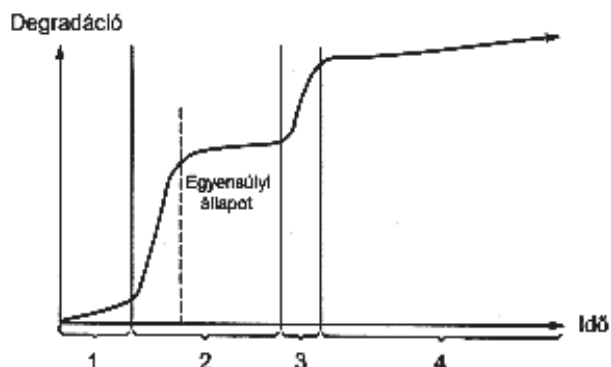
Az olvasókat a már ismertett eljárással kezeltük.⁹⁷

Sajnálatos, hogy amint több más esetben, úgy az osszarium feltárásakor sem történt mintavétel és mérés a feltehetően jelenlévő mikroorganizmusok fajtájának és mennyiségének meghatározására se a helyszínen, se a raktározásra kijelölt helyiségben.

Összegzés

A kriptafeltárások során előkerülő leleteket az első sokk a feltáráskor éri, amikor a megszokott klimatikus körülmények megváltoznak. A második környezeti változást a kiemelés után szenvedik el a tárgyak, majd a gyűjteményben a tárolás, kiállítás során tovább romolhat az állapotuk (2. ábra). Mindezek miatt, a károsodások elkerülése végett fontos, hogy a helyszínen lehetőség szerint kevés megvilágítást alkalmazva kis létszámú csoport dolgozzon és pontosan dokumentálja a feltárás körülményeit, valamint a leleteket. A tárgyak szállítása megfelelő alátámasztással, csomagolással ellátva – savmentes csomagolópapír, illetve fátyolfólia, légáteresztő műanyagfólia, savmentes papírdoboz vagy zacskó, légáteresztő fóliával borított műanyag doboz, stb. – történjen. A feltáráskor nedves, szerves anyagokból készült leletek esetében a páratartalom gyors csökkenése hirtelen száradást okozhat, ami a tárgyak károsodásához vezet, ezért a páratartalmat csak fokozatosan szabad csökkenteni. Ugyanakkor védekezni szükséges a tárgyakon lévő mikroorganizmusok elszaporodása, illetve az új környezetben lévő mikrobák megtelepedése ellen. Az erre a célra általában alkalmazásra kerülő elsődleges alholos fertőtlenítés a tanulmányban bemutatott esetekben nem bizonyult elegendőnek, drasztikus páratartalom növekedés esetén minden alkalommal a mikroorganizmusok feléledése vagy másodlagos fertőzés volt megfigyelhető a leleteken. A csomagolóanyagok más fertőtlenítőszerrel való átítatása vagy megfelelő illóolaj készítmények párologtatása, esetenként a leletek hűtőszekrényben való tárolása segített meggátolni a mikroorganizmusok elszaporodását. A már konzervált vagy restaurált tárgyaknál figyelembe kell venni a kezelőszerek

hatását, mert azok a tárgyakotó anyagok tulajdonságainak változását okozhatják, ami növelheti a mikroorganizmusokkal szembeni érzékenységet és fokozhatja újrafertőződésük lehetőségét.



2. ábra. A régészeti leletek degradációjának lépései: 1. Használat 2. Föld alatti körülmények 3. Feltárás 4. Gyűjteményi tárolás (The Museum Handbook alapján⁹⁸).

A magyarországi kriptafeltárásoknál csak elvétve került sor a helyszín mikrobiológiai vizsgálatára. Egyes esetekben, a feltárt leleteken már a raktározás alatt megjelent penész okán, elsősorban restaurátorok ajánlására történtek mérések, mind a tárgyak felületén, mind a levegőben lévő mikroorganizmusok és mennyiségük meghatározására. Ez azonban nemcsak hazai jelenség, nemzetközi viszonylatban is kevés publikáció számol be a lelőhelyek és a leletek ilyen irányú vizsgálatáról, legutóbb Pázmány Péter kriptájának feltárása kapcsán jelent meg tanulmány ebben a témában.⁹⁹

Szükséges lenne az egyre gyakrabban előforduló műemléki, építészeti kutatások és helyreállítások, valamint új kripták építése miatt történő szanálások során előre tervezni a feltárásokat¹⁰⁰, időt hagyni és anyagi

⁹⁸ The Museum 2016. p. 1:2. I.1. ábra.

⁹⁹ Pangallo et al. 2013

¹⁰⁰ A kriptafeltárások során előkerülő leletek kultúrtörténeti szempontból nagyon fontosak, mert a korábban csak levéltári anyagokból, leltárakból ismert viseletek és temetkezési szokások tárgyi bizonyítékai. Meggondolandó azonban, hogy minden feltárás szükséges-e, hiszen a napvilágra kerülő leletek nagy mennyisége miatt általában csak a kiemelkedő jelentőségűek konzerválása vagy restaurálása történik meg, a többi évekig kezeletlenül, esetleg nem megfelelő körülmények között raktározódik. Ugyanakkor tudomásunk van olyan feltárásokról, melyek során csak bizonyos, az adott építési periódus idjé meghatározó leleteket, pl. pénzerméket őriztek meg, a viseletmaradványokat nem, ami pótolhatatlan információk elvesztését jelentette. Egyes szerzők ajánlása szerint, abban az esetben, ha nem tudjuk biztosítani a frissen feltárt lelet védelmét a biológiai degradációtól, célszerű visszatemetni a talajba, amíg megfelelő körülmények, illetve kezelési mód nem áll rendelkezésre. „Szemléletváltásra van szükség, hogy megtanuljunk, nem minden feltárt anyagot kell (vagy lehet) kiállítani és bemutatni a nagyközönségnek.” Sterfinger – Piñar 2013. p. 9643. E szerzők nem veszik figyelembe, hogy a feltárt, és ezáltal megbolygatott leletek, ha csak rövid időre is, de kikerülnek az addigi mikroklímájukból, érintkezhetnek a világban élő mikroorganizmusokkal, nagy nedvességtartalmuk miatt azok

⁹⁵ A leletek egy részét Kissné Bendefy Márta, Orosz Katalin és Várhegyi Zsuzsanna konzerválta. Az iparművészeti specializációk hallgatóinak gyakorlatai is az ő vezetésükkel zajlanak.

⁹⁶ Kissné Bendefy Márta és Várhegyi Zsuzsanna a kísérlet első eredményeiről az Erdélyi Magyar Restaurátorok XVII. Továbbképző Konferenciáján számolt be 2016-ban. A kutatás lezárása után annak ismertetése az Isis következő számában várhatóan megjelenik. Nedves bőrfő fagyasztva szárításáról ld. Kissné Bendefy 2014. p. 52.

⁹⁷ A MNM műtárgyvédelmi asszisztens képzés keretében, gyakorlatvezető Balázs József.

forrást biztosítani az ott uralkodó klimatikus körülmények és a jelenlévő mikroorganizmusok meghatározására. Ezek a mérések információkkal szolgálhatnak az e helyiségek mikroklimájában élő mikroorganizmusokról, a leletek biológiai degradációjának okairól, valamint a feltárást és a későbbi kezeléseket végző szakemberekre nézve lehetséges egészségkárosító hatásokról.

Meg lehetne tervezni a tárgyak antimikrobiális környezetben való tárolását, hiszen a szerves anyagokból készült régészeti és kriptaleletek előkerülési körülményeik miatt szinte kivétel nélkül mikroorganizmusokkal fertőzöttek, valamint sok esetben nagy nedvességtartalmúak, ezért a felülfertőződésük esélye is nagyobb.¹⁰¹ Céltartabban lehetne a fertőtlenítő eljárást kiválasztani a kezelésükhöz¹⁰², összehasonlítást nyerhetne előkerülésük idején és raktározásuk során való fertőzöttségük, valamint az alkalmazott fertőtlenítő kezelések hatásának eredménye. Mindezeket akkor lehet elérni, ha a feltárást, illetve gyűjtéseket végző szakemberek – régészek, muzeológusok, néprajzosok, stb. – képzésébe az ezirányú alapvető ismeretek oktatásra kerülne, továbbá a restaurátorok részt vehetnének a feltárást előkészítő munkákban. Elengedhetetlen a mikrobiológusokkal való együttműködés is, nemcsak a mikroorganizmusok meghatározásának, hanem az ellenük történő védekezés, valamint a fertőtlenítő eljárások kidolgozása terén is.¹⁰³ Szükséges lenne interdiszciplináris kutatásokat végezni a műtárgyak biodegradációját okozó mikroorganizmusok megszüntető kezelésére, mind a környezet- és egészségkárosító hatásra, mind a műtárgyak anyagaira való tekintettel.¹⁰⁴

Végül fontos felhívni a figyelmet a megfelelő védőruha, védőszemüveg, maszk és kesztyű viselésére fertő-

zött vagy fertőzésveszélyes tárgyak esetében. Ne dobjuk félre ezeket azzal, hogy nehéz, vagy lehetetlen bennük dolgozni. Érdemes lenne felmérést végezni a restaurátorokat ért fertőzésekről, illetve az azok nyomán kialakult betegségekről, amikről nem is gyanítjuk, hogy egy-egy műtárgy kezelése során szerezték be.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönettel tartozik Kissné Bendefy Mártának és Várfalvi Andreának a bőrleletek és a női viselet konzerválásával kapcsolatos információkért, Újvári Máriának és Ráduly Emilnek a váci kriptafeltárásról készült felvételekért és adatokért, Harasztovics Veronikának a soproni leletek állapotának ellenőrzéséért, dr. Bathó Editnek és Császár Péternek a jászberényi leletek feltárással és tárolásával kapcsolatos információkért, dr. Zala Juditnak, Kissné Bendefy Mártának és Kriston Lászlónak a tanulmány írása során adott tanácsaikért.

IRODALOM

- gyorsan megtelepedhetnek rajtuk, tehát visszatemetésük esetén már nem ugyanazok a körülményeik, mint feltárást megelőzően.
- ¹⁰¹ Gyors kiszáritásuk ugyan hasznos lenne a mikroorganizmusok szaporodása ellen, illetve újabb, a megváltozott környezetben jelenlévő mikroorganizmusok megtelepedésének megakadályozására, azonban anyagaik dehidratációja a tárgyak súlyos károsodásához vezetne. A megfelelő tárolási körülmények sajnos az esetek többségében nem biztosítottak.
- ¹⁰² A tanulmányban ismertetett kezelések 1995 és 2011 között történtek, ezért tájékoztató jellegűek.
- ¹⁰³ A legtöbb, mikroorganizmusokkal és az ellenük való védekezés lehetőségeivel foglalkozó tanulmány orvosi, vagy mikrobiológiai folyóiratokban jelenik meg. Ezek a tanulmányok célzottan egy-két baktérium vagy gombafaj elpusztításának lehetőségeivel foglalkoznak, eredményeik nem alkalmazhatók minden mikroorganizmus ellen, azok élettani különbözősége és esetleg eltérő rezisztenciájuk miatt. A nem műtárgyakkal kapcsolatos mikrobiológiai cikkek nem vizsgálják az adott módszer szerves vagy szervetlen műtárgyalkotó anyagokra lehetséges hatásait.
- ¹⁰⁴ 2011-ben felcsillag a lehetőség egy japán-magyar akadémiai kutatási projekt indítására a Human Frontier Science Program (HFSP) keretében különböző anyagú műtárgyakat károsító gombák és biofilmeik alternatív – illó anyagokkal való – kezelése terén. A programban a Debreceni Egyetem (Dr. Pócsi István), az MTA Atommagkutató Intézete (Dr. Kövér László), a Magyar Képzőművészeti Egyetem – Magyar Nemzeti Múzeum (Bóna István DLA és Kovács Petronella DLA) vettek részt. A japán fél – Dr. Takae Takeuchi, Department of Chemistry, Faculty of Science, Nara Women's University – nyújtotta be a közös programtervet a HFSP-hez, azonban sajnos nem nyertük meg a támogatást.
- ABDEL-KAREEM, O. (2010): Monitoring, controlling and prevention of the fungal deterioration of textile artifacts in the Museum of Jordanian Heritage. *Mediterranean Archaeology and Archeometry*, Vol. 10. No. 2. pp. 85–96.
- ALEXANDER, Stefanie-Ann – SCHIESSER, C. H. (2017): Heteroorganic molecules and bacterial biofilms: Controlling biodeterioration of cultural heritage. In: *Arkivoc*, Volume 2017, Issue 2. pp. 180–222. <http://dx.doi.org/10.3998/ark.5550190.p009.765> (2017. 06. 22.)
- BALÁZS György – FEJŐS Zoltán (2005): A múzeumi állományvédelem eredményei 2003–2005 között. In: *Múzeumi Közlemények*, 2. pp. 12–39.
- BATHÓ, Edit (2007): A jászberényi Nagyboldogasszony római katolikus templom kriptájának feltárása. In: *Magyar Múzeumok* 2007/3 őszi. pp. 38–40.
- BATHÓ, Edit (2008): Üzenet a múltból a jászberényi kriptaleletek a tudomány szolgálatában. In: *Szolnoki Tudományos Közlemények XII.* Szolnok. pp. 1–2.
- BATHÓ Edit (2015): Bőrkapca, bakacs, fátolyfölkötő. A jászberényi kriptaleletek néprajzi vonatkozásai. In: *Ethnographia* 126/2015. 1. pp. 118–147.
- BEÖTHYNE KOZOCSA Ildikó – OROSZ Katalin – KISSNÉ BENDEFY Márta – ÉRDI Marianne (2013): Pergamenből és cserzetlen bőrből készült tárgyak restaurálásának lehetőségei, a kezelés hatása a műtárgyakra. In: *Isis Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek* 13. Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely, pp. 99–118.
- BORREGO, S. – VALDÉS, O. – VIVAR, I. – LAVIN, P. – GUIAMET, P. – BATTISTONI, P. – GÓMEZ DE SARAVIA, S. – BORGES, P. (2012): Essential Oils of Plants as Biocides against Microorganisms Isolated from Cuban and Argentine Documentary

- Heritage. International Scholarly Research Notices, Volume 2012. <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2012/826786/> (2017. 05. 06.).
- BORSODI Andrea – FELFÖLDI Tamás – JÁGER Katalin – MAKK Judit – MÁRIALIGETI Károly – ROMSICS Csaba – TÓTH Erika – BÁNFI Renáta – POHNER Zsuzsanna – VAJNA Balázs: Bevezetés a prokarióták világába. Szerk. Márialigeti Károly. Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Budapest. <http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/BevProkariotakVilagaba/book.pdf> (2017. 09. 17.)
- B. PERJÉS Judit – RÁDULY Emil – ÚJVÁRI Mária: A váci domonkos templom kriptájának feltárása. In: Restaurálási tanulmányok. Tímár-Balázsy Ágnes emlékkönyv. Pulszky Társaság – Magyar Múzeumi Egyesület, Budapest, pp. 25–36.
- CANEVA, G. – NUGARI, M. P. – SALVADORI, O. ed. (2008): Plant Biology for Cultural Heritage. The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- ERDEI-NÉMETH Anna Judit (2014): A vászonra festett képeken előforduló penészgomba-szennyezések laboratóriumi vizsgálata és a természetesen anyagok lehetséges szerepe az ellenük való védekezésben. Szakdolgozat, Magyar Képzőművészeti Egyetem, témavezető: Dr. Zala Judit.
- CVETNIĆ, Z. – VLADIMIR-KNEŽEVIĆ, S. (2004): Antimicrobial activity of grapefruit seed and pulp ethanolic extract. In: Acta Pharmaceutica 54. pp. 243–250.
- FLORIAN, M-Lou (2004): Fungal facts – Solving fungal problems in heritage collections. Archetype Publication, London.
- GABRIELI Gabriella (2011): A soproni Kecske-templom feltárásai. In: Műtárgyvédelem 36. pp. 13–20.
- HOLPORT Ágnes (2005): A múzeumi stratégia egyik eleme – a múzeumi állományvédelmi program. In: Múzeumi Közlemények, 1. pp. 6–10.
- JÁRÓ Márta – GONDÁR Erzsébet (1988): Mediaeval membrane threads used for weaving and embroidery. In: Archaeometrical Research in Hungary (I) pp. 255–266.
- KASTALY Beatrix (2010): Múzeumi gyűjtemények anyagait károsító mikroorganizmusok: hogyan előzhető meg a „fertőzés” és gátolható meg a „járvány”? Állományvédelmi Füzetek 7, Néprajzi Múzeum, Budapest.
- KISSNÉ BENDEFY Márta – ÚJVÁRI Mária (1997): XVIII. századi bőr lábszárvédő restaurálása. In: Műtárgyvédelem 26. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, pp. 39–48.
- KISSNÉ BENDEFY Márta (2014): Régészeti börtárgyak leletmentésének és konzerválásának nehézségei. In: ISIS Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 14. Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely pp. 46–56.
- KOVÁCS Petronella (1997): A váci Fehérek templomában feltárt festett és textillel bevont koporsók restaurálása. In: Műtárgyvédelem 26. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, pp. 29–37.
- MARA Gyöngyvér – MARA Zsuzsanna (2011): Műtárgyakat károsító penészgombák és negatív hatásaik. In: Isis Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 11. Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely, pp. 3–15.
- M. KISS András (2011): Egy beázott madárgyűjtemény konzerválási problémái. In: Isis Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 11. Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely, pp. 108–111.
- MICHALSKI, S. (1993): Relative humidity: A discussion of correct/incorrect values. In: ICOM Committee for Conservation 10th Triennial Meeting: Washington, DC, 22–27 August 1993: Preprints, ed. Janet Bridgland, Paris: International Council of Museums Committee for Conservation. pp. 624–629.
- MORGÓS András (2001): Műtárgyak korszerű fertőtlenítése. In: Isis Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 1. Haáz Rezső Alapítvány, Székelyudvarhely, pp. 21–38.
- E. NAGY Katalin – VÁRFALVI Andrea (2011): Nemesasszony öltözeke vont arannyal, ezüsttel. In: Műtárgyvédelem 36. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, pp. 73–89.
- NOLARD, Nicole (2001): Fungal allergies in fungi. Paper presented at conference „Fungi”: A Threat for People and Cultural Heritage Through Microorganisms: Abstract for the International Conference, 20–23 June 2001, Munich, Germany.
- NOVÁK Ervin Károly – ZALA Judit (2001): Gombák, mint beltéri (indoor) allergének (lakás és munkahely).
- NYBERG, S. (1987): The Invasion of the Giant Spore. SOLINET Preservation Program, Leaflet Number 5. 1. November. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED310771.pdf> (2017. 07. 03.)
- PANGALLO, D. – KRAKOVA, L. – CHOVANOVA, K. – BUCKOVA, M. PUSKAROVA, A. – SIMONOVICOVA, A. (2013): Disclosing a crypt: microbial diversity and degradation activity of the microflora isolated from funeral clothes of Cardinal Peter Pázmány. In: Microbiological Research, 168. pp. 289–299. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501312001401> (2017. 07. 17.)
- PIETRZAK, K. – OTLEWSKA, A. (én.): Silver nanoparticles misting – an innovative method of archaeological object disinfection. http://v4biodeterioration.p.lodz.pl/events/disinfection/4_Pietrzak_Otlewska.pdf (2017. 07. 17.)
- PIETRZAK, K. – TWARUŻEK, M. – CZYŻOWSKA, A. – KOSICKI, R. – GUTAROWSKA, B. (2015): Influence of silver nanoparticles on metabolism and toxicity of moulds. Acta Biochimica Polonica 62. pp. 851–857.
- PIETRZAK, K. – OTLEWSKA, A. – PUCHALSKI, M. – GUIAMET, S. P. (2016a): Antimicrobial properties of silver nanoparticles against biofilm formation by *Pseudomonas aeruginosa* on archaeological textiles. In: Applied Environmental Biotechnology, Volume 1, Issue 2. <http://ojs.whioce.com/index.php/aeb/article/view/145> (letöltve: 2017. 07. 18.)

- PIETRZAK, K. – GUTAROWSKA, B. – MACHNOWSKI, W. – MIKOŁAJCZYK, U. (2016b). Antimicrobial properties of silver nanoparticles misting on cotton fabrics. *Textil Reserch Journal* 86(8), pp. 812–822. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0040517515596933> (2017. 07. 18.)
- PIETRZAK, K. – KOZIRÓG, A. – BUČKOVÁ, M. – PUŠKÁROVÁ, A. –SCHOLTZ, V. (2016c): Disinfection methods for paper. In: A modern approach to biodeterioration assessment and the disinfection of historical book collections. Ed. Gutarowska, B. pp. 56–80. <https://www.researchgate.net/publication/315685688> (2017. 07. 19.)
- PÓCSI István (2012): Volatile organic compounds of fungal origin – a potential future tool in the prevention and healing of microbial infections in artworks. *Kézirat.*
- RÁDULY Emil (1997): A váci fehérek temploma kriptafeltárása. In: *Műtárgyvédelem* 27. pp. 21–27.
- RENTSENKHAND, Tserennadmid (2010): Illóolajok és kombinációik hatása élelmiszerromlást okozó mikroorganizmusokra. Doktori (Ph.D.) értekezés, Szegedi Tudományegyetem Biológiai Doktori Iskola, téma-vezetők: Dr. Krisch Judit, Prof. Dr. Vágvölgyi Csaba
- SALKINOJA-SALOMEN, M. S. – PELTOLA, J. – ANDERSON, A. A. – SAIZ-JIMENEZ, C. (2003): Microbial toxin in moisture damaged indoor environments and cultural assets. In: *Molecular Biology and Cultural Heritage*. pp. 93–99.
- SHARMA, N. – TRIPATHI, A. (2006): Effects of Citrus sinensis (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) Van Tieghem. In: *Microbiological Research* 163. pp. 337–344. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501306000711> (2017. 06. 28.)
- STERFLINGER, KATJA – PIÑAR, GUADALUPE (2013): Microbial deterioration of cultural heritage and works of art — tilting at windmills? In: *Applied Microbiology and Biotechnology* 97. pp. 9637–9646 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3825568/> (2017. 07. 03.)
- STUPAR, M. – GRBIĆ, M. Lj. – DŽAMIĆ, A. – UNKOVIĆ, N. – RISTIĆ, M. – JELIKIĆ, A. – VUKOJEVIĆ, J. (2014): Antifungal activity of selected essential oils and biocide benzalkonium chloride against the fungi isolated from cultural heritage objects. In: *South African Journal of Botany*, Volume 93, July 2014. pp. 118–124. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629914000672> (letöltve: 2017. 06. 15.)
- SUSA Éva – PAP Ildikó – JÓZSA László (1996): A váci múmiák antropológiai vizsgálata. In: *Magyar Múzeumok*, 1996/1. pp. 14–16.
- SZIKOSSY I. – DR. PAP I. – DR. VÁSÁRHELYI T. (2006): Szellem és kultúra. Múmiák. Kiállítás a Magyar Természettudományi Múzeumban. In: *Lege Artis Medicinae (LAM)* 16(8–9). 800–2. <http://www.elit-med.hu/folyoiratok/lam/0609/19.htm> (2017. 06. 28.)
- TIANO, P. (2002): Biodegradation of Cultural Heritage: Decay Mechanisms and Control Methods. *Proceedings of ARIADNE Workshop 9 – Historic materials and their diagnostics*, February 4–10.
- ÚJVÁRI Mária (2006): Kriptaleletek kálváriája, avagy őrizzük meg, ha már napvilágra hoztuk! In: *Magyar Múzeumok* 2006/2. Nyár, pp. 37–40.
- YAMANAKA, M. – HARA K. – KUDO, J. (2005): Bactericidal Actions of a Silver Ion Solution on *Escherichia coli*, Studied by Energy-Filtering Transmission Electron Microscopy and Proteomic Analysis In: *Applied and Environmental Microbiology*, November; 71(11). pp. 7589 – 7593. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1287701/pdf/0909-05.pdf> (2017. 07. 01.)
- VALENTIN, N. (2007): Microbial Contamination in Archives and Museums: Health Hazards and Preventive Strategies Using Air Ventilation Systems. Contribution to the Experts' Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies, held in April 2007, in Tenerife, Spain. The Getty Conservation Institute. http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/paper_valentin.pdf (2017. 05. 10.)
- VALENTIN, N. (2010): Microorganisms in museum collections. In: Coalition, CSIC Thematic Network on Cultural Heritage. *Electronic Newsletter* No. 19. January. pp 2–5.
- VÁRFALVI Andrea (2014): Régészeti textilek vizsgálatának és konzerválásának lehetőségei. In: *ISIS Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek* 14. Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely pp. 57–67.
- VIUDA-MARTOS, M. – RUIZ-NAVAJAS, Y. – FERNÁNDEZ-LÓPEZ J. – PÉREZ-ÁLVAREZ, J. (2008): Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. In: *Food Control*, Volume 19, Issue 12, December pp. 1130–1138. <http://www.m18cos.com/download.php?type=cms&id=2> (2017. 05.05).
- WOEDTKE, T. – SCHLÜTER, B. – PFLEGEL, P – LINDEQUIST, U. – JÜLICH, WD. (1999): Aspects of the antimicrobial efficacy of grapefruit seed extract and its relation to preservative substances contained. (PMID:10399191) In: *Die Pharmazie*, Jun 1999. 54(6) pp. 452–456.
- ZALA Judit (2007): Mikológiai szakvélemény, K-31/2007. (A jászberényi leletek mikológiai vizsgálata). Országos Epidemiológiai Központ, Budapest.
- ZALA Judit (2010): Mikológiai szakvélemény, K-11/2010. (A Kecské-templom kriptaleletének mikológiai vizsgálata) Országos Epidemiológiai Központ, Budapest.
- ZALA Judit (2011): Mikológiai szakvélemény, K-12/2011. (A Kecské-templom osszáriumából feltárt leletek vizsgálata) Országos Epidemiológiai Központ, Budapest.

ZALA Judit (2012): Mikológiai vizsgálatok. Magyar Képzőművészeti Egyetem Iparművészeti Restaurátor Specializációk oktatási anyaga (ppt).

ZOMBORKA Márta (1996): Vác, Fehérek Temploma kriptafeltárás 1994–95. Az előzmények és a feltárás. In: Magyar Múzeumok II. évf./1. pp. 3–7.

ŽUKIEWICZ-SOBCZAK, Wioletta A. (2013): The role of fungi in allergic diseases. In: *Postep Derm Alergol* 2013; XXX, 1: 42-45 DOI: <https://doi.org/10.5114/pdia.2013.33377> (2017. 06. 02.).

The Museum Handbook Part I (2016): Museum Collections. National Park Service, Museum Management Program, Washington, DC. <https://www.nps.gov/museum/publications/MHI/mushbkI.html>

Kovács Petronella DLA

Fa-bútorrestaurátor művész

Budapest

E-mail: kovacs.petronella@gmail.com