

Múmiák vizsgálata mikrobiológiai módszerekkel

Bevezetés

A műtárgyvédelem egyik fontos feladata a múzeumi állományokat veszélyeztető mikroorganizmusok (baktériumok, aktinobaktériumok, gombák, algák és zuzmók) által okozott károsodás megelőzése illetve helyreállítása. A múmiák a különösen sérülékeny emléktípusok közé tartoznak. A korábbi környezetéből kiemelt múmia állapotának sikeres megóvása elsősorban a szöveteket bontó baktériumok és gombák okozta szennyeződések elhárításán múlik. Nem megfelelő tárolási körülmények következtében a múmiaszövetet számos mikroorganizmus támadhatja meg, mely ezáltal gyors bomlásnak indul.

Szemléletes példa erre II. Ramszesz múmiája, amelynek testén egy 1975-ben, Párizsban rendezett kiállítás alkalmával történt vizsgálat során 89 különböző gombafajt mutattak ki. A levegőből a múmia testére vagy a vászonbandázsra leülepedő spórák csak megfelelő hőmérséklet és nedvesség esetén indulnak fejlődésnek. A spórák csírázása során enzimek (proteázok, cellulázok, stb.) termelődnek, melyek a mikroorganizmus számára felvehető táplálékká alakítják át a szöveteket. A szennyeződött műtárgyról a levegőbe szóródó spórák további szennyeződések okozhatnak, továbbá kockázatot jelentenek a múzeumi dolgozók egészségére. A kiváltott betegségek legtöbbször a szénanátha és az asztma, komolyabb fertőzések csak súlyosan legyengült immunrendszerű betegek esetében léphetnek fel.

Mivel a levegőből már korai stádiumban kimutathatók a (rejtett) szennyeződésre utaló baktériumok és gombák, a hagyományos mikrobiológia vizsgálatok eszköztárát érdemes kiegészíteni aerobiológiai (levegőbiológiai) mintavételi eljárásokkal. A Szépművészeti Múzeumban őrzött Egyiptomi Gyűjtemény állapotának felmérését kulturális értékük mellett az is indokolja, hogy a '90-es években az egyik múmiát erős bakteriális szennyeződés érte, melyet a közegészségügyi-járványügyi szakemberek segítségével sikeresen fertőtlenítettek. Jelen vizsgálatunk célja az volt, hogy korszerű mikrobiológiai és aerobiológiai módszerekkel felmérjük a múmiák állapotát és ellenőrizzük a tárolásuk körülményeit.

Anyag és módszer

A felmérés során négy múmia vizsgálatára került sor. A múmiák közül kettőt (a kicsomagolt múmiát, illetve Rer múmiáját) üvegfedelel tárolókban helyezték el, melyekben hűtött alulap biztosítja az alacsony hőmérsékletet. A tárolók nem rendelkeznek a páratartalom szabályozására alkalmas berendezéssel. A tárolókba a levegőt szűrőn át vezetik be (ezzel szemben az elvezetett levegő nem szűrőn át távozik). A helyiségekben hőmérséklet és páratartalom logger-adatgyűjtő működik, mely folyamatosan rögzíti a klímaadatokat. A vizsgálat időpontjában a hőmérséklet 23,0 és 24,4°C, a relatív páratartalom 31 és 32% között változott.

1. ábra: Levegőmintavétel

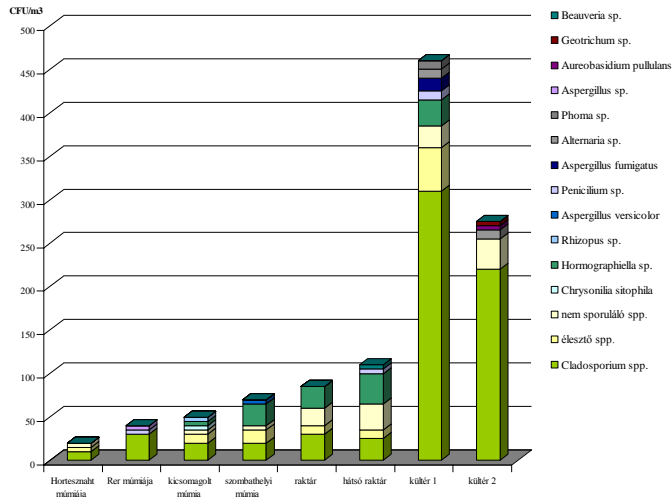


A levegőmintavétel SAS IAQTM típusú levegőmintavevővel történt (100-100 liter levegő) a tárolókból 2011. április 6-án és 20-án. A helyiségekből, valamint a kiállítótér és a raktárak frisslevegő-ellátására szolgáló szellőzőberendezés kültéri beszívónyílásánál referencia-levegőmintákat gyűjtöttünk annak érdekében, hogy a tárolókból kimutatott mikroorganizmusok beltéri vagy kültéri eredetét igazoljuk. A penészgombák meghatározásához klóramfenikol-tartalmú 2%-os malátakivonat-agar táptalajt alkalmaztunk, melyet 25 °C-on 5 napig inkubáltuk. A baktériumok kimutatásához véres agar táptalajt alkalmaztunk, melyet 37 °C-on 3 napig inkubáltuk. A levegőmintákban megjelent telepképző egységeket (colony forming unit-CFU) megszámláltuk, majd egy korrekciós eljárást követően a koncentrációt CFU/m³-ben adtuk meg.

A felületeken található penészgombák kimutatásához a múmiák két oldaláról 8-8 db, egyenként 0,5 cm²-es területről törletmintát vettünk steril foszfátpufferrel megnedvesített vattapálcával, melyet véres agar és Sabouraud agar táptalajokra szélesztettünk. A mintákat 25 °C-on 5 napig inkubáltuk. A mintákban előforduló fajokat hagyományos mikrobiológiai módszerekkel azonosítottuk. A további molekuláris azonosítás céljából a tiszta tenyészetbe vitt gombaizolátumokat YEG tápoldatban (5g glükóz, 1g élesztőkivonat, 5g KH₂PO₄ per liter desztillált víz) növesztettük. A kapott micéliumot mozsárban, folyékony nitrogénben porrá őröltük. A teljes genomi DNS kivonását a GenElute™ Plant Genomic DNA Miniprep Kit (Sigma–Aldrich, Magyarország) használatával végeztük el a gyártó által megadott protokollnak megfelelően. A PCR-vizsgálat az ITS1 és ITS4 indítószekvenciák használatával jelenleg folyamatban van.

Eredmények

A vizsgálat során 21 levegőmintát és 112 törletmintát ellenőriztünk. A levegőmintákból 111 telepet izoláltunk, melyekben 15 gombanemzetséget azonosítottunk. A fajok túlnyomó része (29,3 ill. 26,6%) a *Cladosporium* ill. a *Hormographiella* nemzetségbe tartozott. E gombák a kültéri levegőmintákban magasabb koncentrációt értek el, mint a múzeumi helyiségek és a tárolók levegőjében. A csak a tárolókban kimutatott fajok koncentrációja minimális volt (>5 CFU/m³). A légköri koncentráció nem érte el a gombákra vonatkozó ajánlott (beltéri) egészségügyi határértéket (200 CFU/ m³). Gombatelepet csupán egyetlen törletmintában lehetett kimutatni, mely az alkalmazott táptalajon nem sporulált. Baktériumok sem a levegőmintákban, sem pedig a törletmintákban nem voltak kimutathatók.



2. ábra: A levegőben kimutatott gombanemzetségek koncentrációja az egyes mintavételi helyeken

Következtetések, javaslatok

Kevés kivételtől eltekintve bizonyítható a vizsgálat során fellelt fajok kültéri eredete. A fennmaradó, szórványosan előforduló, csak a tárolókban kimutatott fajok esetében mért igen alacsony

koncentráció alapján szennyeződés nem valószínűsíthető. Ezt a megállapítást támasztja alá, hogy a töretminták eredményei sem utalnak szennyező anyag jelenlétére. Mikrobiológiai vizsgálataink alapján a Szépművészeti Múzeumban őrzött múmiák tárolási körülményei megfelelőek, állapotuk jó, műtárgyvédelmi és humán-egészségügyi kockázat nem áll fenn.

A múmiák állapotmegőrzésében sarkalatos kérdés a megfelelően száraz, hűvös klíma folyamatos biztosítása. A múmiákon, valamint egyéb más humán-és állati eredetű tárgyakon (pl. bőr, pergamen) a baktériumok és aktinobaktériumok akkor szaporodnak el, ha a szövet átnedvesedik, és nem képes gyorsan kiszáradni, vagy hosszabb ideig vízben, vagy levegő-víz határfelület közelében marad. A hőmérséklet szerepe is fontos tényező (pl. hűtőszekrényben a nedves bőr is hosszú ideig rothadás nélkül eltartható). A fent említett körülmények között akár egy hét alatt elkezdődik a mikrobiális lebontás folyamata. A múmiák esetleges szennyeződése esetén fontos a mielőbbi beavatkozás, ekkor besugárzást vagy vegyszeres fertőtlenítést kell végezni. A kezelés megkezdése előtt mikrobiológiai vizsgálatot kell végeztetni a szükséges eljárás kiválasztásához. Az aerobiológiai módszerek a megelőzés területén is eredményesen alkalmazhatók, rendszeres mérésekkel ellenőrizhetjük a gombák és baktériumok szintjét. A módszer további előnye emellett, hogy sérülésmentesen szerezhethetünk információt a múzeumi emlékek mikrobiológiai állapotáról.

Köszönetnyilvánítás: A szerzők köszönetüket fejezik ki Dr. Oros Gyulának, az MTA Növényvédelmi Kutatóintézet munkatársának a vizsgálattal kapcsolatos hasznos tanácsaiért.

Dr. Magyar Donát

Országos Környezetegészségügyi Intézet

Dr. Bognár Csaba

Magyar Honvédség, Dr. Radó György Honvéd Egészségügyi Központ, Mobil Biológiai Laboratórium Komplexum

Dr. Kredics László

Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék