

Arthropoda kártevők monitorozása és fajmeghatározása a múzeumi gyakorlatban IPM-tapasztalatok a Magyar Nemzeti Galériában Füleki Lilla – Fiam Judit¹

105

Az integrált kártevő-mentesítés (Integrated Pest Management, a továbbiakban IPM) koncepcióját a megelőző állományvédelem a mezőgazdaság, illetve az élelmiszeripar területéről emelte át a múzeumokban és különféle kulturális intézményekben előforduló kártevők elleni hatékonyabb védekezés érdekében. Az *integrated pest management* kifejezéssel több különböző fordításban is találkozhatunk, úgymint integrált növényvédelem² vagy integrált kártevő-szabályozás.³ „A gyűjtemények és a történelmi épületek gondozása számos különféle tudományterület bevonásával történik, ideértve a restaurálást és a medzszmentet egyaránt. A leromlást leginkább befolyásoló tényezők összefüggnek. Ezek közé tartozik a környezet páratartalma, a fény, valamint a bomlásért felelős olyan ágensek, mint a rovarok vagy a penészgombák. Az IPM célja, hogy az összes kártevőprobléma megoldására holisztikus megközelítést alkalmazzon, szemben a káresetek külön-külön való kezelésével. Egy jól megtervezett és kivitelezett IPM-stratégia megelőzi a problémák és a válsághelyzetek kialakulását. A mostani, korlátozott költségvetésű időkben a megfelelő integrált kártevő-mentesítés hatékonyabban fogja felhasználni a korlátozott emberi és anyagi forrásokat.”⁴

A Magyar Nemzeti Galériában 2019-ben indult el az első IPM-program a múzeum állományvédelmi csoportjának kezdeményezésére. A célkitűzések között szerepelt olyan anyagok és módszerek tesztelése, amelyek kisebb költségvetéssel gazdálkodó gyűjtemények számára is elérhető megoldást nyújthatnak a rovarok monitorozásában, esetleges fertőzések felismerésében. A kísérletsorozat alapjául David Pinniger és Adrian Meyer *Integrated Pest Management in cultural heritage* című könyve (2015) szolgált, kiegészítve a Múzeumi Állományvédelmi Bizottság⁵ szervezésében megvalósult különböző megelőző állományvédelmi tematikájú workshopokon tanult módszerekkel. Ahogyan ezek a források is hangsúlyozzák, egy hatékony és sikeres IPM-stratégia kialakításához egyszerre több szervezeti egység együttműködésére van szükség, az épületüzemeltetéssel

1 A tanulmány első részében Füleki Lilla, második részében Fiam Judit írása szerepel.

2 Az integrált növényvédelem általános elvei (NÉBIH): <https://portal.nebih.gov.hu/-/az-integralt-novenyvedelem-altalanos-elvei>.

3 10. számú tananyag: A vidékfejlesztési miniszter 46/2012. (V. 8.) VM rendelete a növényvédelmi tevékenységről szóló 43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet módosításáról: *Magyar Közlöny* 2012/54, 30, https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/321120/AROPjog2_10.tananyag_121128.pdf/a52d3556-8907-41c1-9c74-5397dae0b42c.

4 Pinniger–Meyer 2015, 1–2.

5 Múzeumi Állományvédelmi Bizottság / Múzeumi Állományvédelmi Program: <https://allomanyvedelem.hu/kezdolap>.

foglalkozó kollégáktól kezdve egészen a restaurátorokig. A tervezésnél elengedhetetlen az adott épület és az abban található műtárgyraktárak átfogó ismerete, ugyanis első lépésben feltárni és listázni szükséges azokat a helyeket, amelyek a kártevők számára bejutási pontként szolgálhatnak. Elengedhetetlen az épületen belül azon területek (például teakonyhák, vendéglátóipari egységek) azonosítása, amelyek potenciálisan odavonhatják a kártevőket. A kívülről bevitt bútorok, eszközök kiválasztásánál is körültekintően javasolt eljárni, így például a raktárba bekerülő raklapok fertőzésmentességéről is célszerű meggyőzősodni. A gyűjtemény anyaga szintén meghatározó: a szerves anyagú tárgyak (például gyapjú, selyem, szaru, toll, fa) fokozottabban ki vannak téve a kártevők támadásainak, ezért az ilyen jellegű tárgycsoportok rendszeres ellenőrzését priorizálni érdemes. Az integrált kártevő-mentesítés gerinces és gerinctelen kártevők ellen egyaránt kínál megoldásokat. Mivel az intézménynek gerinces kártevőkre (és csótányokra) már volt szerződéses partnere, kifejezetten a múzeumokban jellemző ízeltlábúak, ezen belül is leginkább a rovar kártevők nyomon követésére és csapdázására helyeztük a hangsúlyt.

Kiindulásként raktárfelméréseket végeztünk, melyek során listáztuk a főbb műszaki paramétereket és térbeli adottságokat, mint például alapterület, magasság, nyílászárók száma, tárolórendszerek. Mivel a kártevők általában rejtett életmódot folytatnak, a rovarcsapdák kihelyezését is ehhez igazítottuk, védettebb sarkokba, szekrények lábához, ablakok, ajtók közelébe helyeztük. A csapdák darabszámát elsősorban a raktár alapterülete, a nyílászárók állapota, a műtárgyak jellege mellett az határozta meg, hogy volt-e korábban fertőzés az adott térben vagy valamelyik ott tárolt műtárgy esetében. A fentebb említett gazdasági, továbbá fenntarthatósági okok miatt úgy döntöttünk, hogy a csapdázásnál saját készítésű ragadós csapdáinkat fogjuk tesztelni, amelyek újrahasznosított kartonpapír és kétoldalas ragasztó felhasználásával készültek. Az *Integrated Pest Management in Cultural Heritage*⁶ című könyv ajánlása alapján egyszerű, háromszöget formázó kialakítást alkalmaztunk, ahol az állat a csapdán való áthaladásakor beleragad a ragasztóval ellátott alsó oldalba. A csapda tetején mindig feltüntettük a raktár kódját, a csapda kódszámát, valamint a kihelyezés dátumát (1a–b kép). A saját kísérleti módszerünkkel azoknak az intézményeknek szeretnénk volna segítséget nyújtani, amelyek költségvetése nem mindig teszi lehetővé ezen anyagok beszerzését.

Fontos szempont volt az inszekticidek (rovarölő szerek) használatának elkerülése, többek között azért is, mivel a fertőtlenítésre használt leggyakoribb hatóanyagok egyikét sem kifejezetten restaurátorok vagy műtárgyak számára fejlesztették ki. A nem megfelelően kiválasztott kezelőszerek kockázatot jelentenek műtárgyvédelmi szempontból. Felületi foltosodást okozhatnak, egyes színezékeket, pigmenteket, bevonatokat elváltoztathatnak, fémeket korrodálhatnak, kötőanyagokat gyengíthetnek.⁷ A vegyszeres kezelések esetében

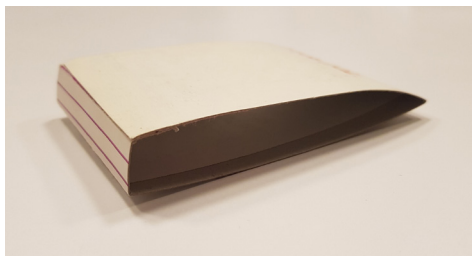
6 Pinniger–Meyer 2015, 58.

7 Morgós 2001, 23–25.

a környezet- és egészségvédelmi, valamint hulladékgazdálkodási szempontokat sem hagyhatjuk figyelmen kívül.



a)



b)

1a–b kép. Egyszerű rovarcsapda újrahasznosított kartonból a) felülnézetben, b) oldalnézetben

Fig. 1a–b. Simple insect trap made of recycled cardboard a) top view, b) side view

A kihelyezett csapdákat jelöltük a raktárak alaprajzain, valamint táblázatos formában is rögzítettük. Igyekeztünk egyszerű, áttekinthető és könnyen bővíthető sablont készíteni, amelyben a csapdában talált állatok nevét és a tetemek számát is feltüntettük. A csapdákat átlagosan negyedévente, raktárbejárások keretén belül ellenőriztük, a talált állatokról fotódokumentáció is készült. A képeket kezdetben csak mobiltelefonnal készítettük, majd ezt 2022 második felében, amikor már rendelkezésre állt az Országos Múzeumi Restaurálási és Raktározási Központ (OMRRK) Diagnosztikai részlegének mikroszkópos laborja, sztereomikroszkópos felvételekkel is kiegészítettük.⁸ A mikroszkópos vizsgálat különösen hasznos volt olyan problémás eseteknél, amikor a kártevő mérete igen kicsi volt (< 1 mm), vagy amikor csak a tetemek töredékét találtuk meg a csapdában (2. kép).



2. kép. Csapdában talált légyfej

Fig. 2. Fly head found in a trap

8 A felvételek készítéséhez az alábbi eszközöket használtuk: Zeiss Axio Zoom V16 mikroszkóp (Plan Z 1.0X/0.25 FWD 60 mm objektív) és Axiocam 208 color fényképezőgép (EDF mód, Zen core program).

Szintén nehezítő tényező volt, amikor nem a kifejlett egyedet, hanem annak ürülékét vagy lárvájának levedlett bőrért találtuk meg (3. kép). Az ilyen bélyegek alapján történő azonosítás szakképzett entomológust igényel, ezért mi sok esetben csak a nem, nemzetség, család vagy rend szintjéig határoztuk meg a kártevőt.



3. kép. Csapdában talált múzeumbogárlárvabőr (*Anthrenus* sp.) darabja

Fig. 3. Carpet beetle larvae skin (*Anthrenus* sp.) found in a trap

Az azonosítás befejeztével az eredményeket táblázatban összesítettük és több szempont szerint elemeztük.^{9,10} Így készült például a gyűjtemények anyaga szerinti, évszakonkénti, vagy éppen az egyes épületrészek fertőzöttségének szempontjából történő kiértékelés. A cél az volt, hogy általános képet kapjunk arról, hogy az épületben mely raktárak számítnak jobban és kevésbé veszélyeztetetnek a kártevők szempontjából, illetve – a teljesség igénye nélkül – melyek a leggyakrabban előforduló fajok.

Az első évben – mivel a program csak nyáron indult – két ellenőrzést tudtunk végezni. Így 2019-ben összesen 44 tetemet találtunk az átlagosan 119 darab kihelyezett csapdában. Legnagyobb egyedszámban pókokat, illetve nagy selymesfutókat (*Harpalus rufipes* [De Geer, 1774])¹¹ találtunk, amelyek nem jelentenek közvetlen veszélyt a műtárgyakra (4–5. kép). Ugyanakkor mivel a tetemeik potenciális táplálékforrást jelenthetnek más állatok – köztük akár kártevők – számára, ugyanúgy fontos a tetemek összegyűjtése és eltávolítása a raktári környezetből. Az „Azonosítatlanként” jelölt kategóriába azon ízeltlábúak kerültek, amelyeknek például csak a lárváját, lárvabőrét vagy egyes testtárait találtuk meg, így azonosításuk még rend szintjén sem volt lehetséges.

9 Azonosításhoz nyújthatnak segítséget az alábbi kiadványok: Vásárhelyi Tamás: *Múzeumi gyűjtemények és kiállítások állati kártevői és az ellenük való védekezés* (2007); Pinniger–Meyer: *Integrált kártevő-mentesítés (IPM) a kulturális örökségben* (2015). Mindkét írás a Múzeumi Állományvédelmi Program oldalán digitális formában elérhető a következő linken: <https://www.allomanyvedelem.hu/konyvek>.

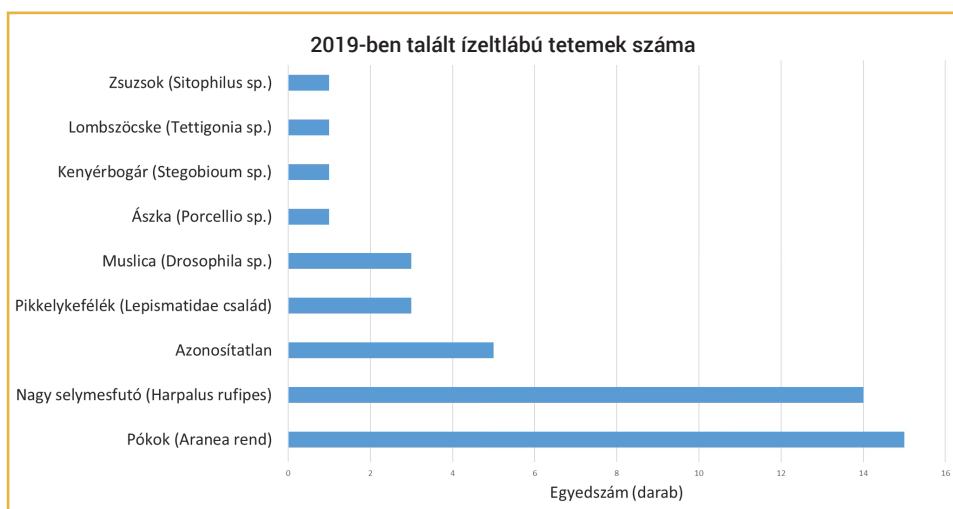
10 Pinniger–Meyer 2015.

11 A nagy selymesfutó (*Harpalus rufipes* [De Geer 1774]) azonosítását Szél Győző végezte 2019-ben.



4. kép. Rovarcsapdában talált *Harpalus* nemzetségbe tartozó tetemek

Fig. 4. Carcasses of a species of the genus *Harpalus* found in an insect trap



5. kép. 2019-ben talált ízeltlábú tetemek száma

Fig. 5. Number of arthropod carcasses found in 2019

2020-ban összesen négy ellenőrzést végeztünk, átlagosan két és fél havonta. Összesen 83 tetemet találtunk, legnagyobb számban ezúttal is pókokat, viszont a második helyen ez alkalommal nem a nagy selymesfutók, hanem a pikkelykefélek végeztek (6. kép). Ez a csoport már nagyobb figyelmet kapott, mivel ismert múzeumi kártevők, amelyek komoly problémákat tudnak okozni, elsősorban a cellulózalapú műtárgyak esetében.¹² A pikkelykefajok további műtárgyvédelmi vonatkozásait jelen írás második része ismerteti.

¹² Brimblecombe–Querner 2021.



6. kép. 2020-ban talált ízeltlábú tetemek száma

Fig. 6. Number of arthropod carcasses found in 2020

2021-ben történt a legtöbb ellenőrzés (öt alkalom); ebben az évben már a legnagyobb számban azonosított kártevők a pikkelykefélék voltak, ezt követték a továbbra is a csoportosan, jellemzően a nyár végi hónapokban, nedvesebb levegőjű helyiségekben talált nagy selymesfutók, és harmadik helyen 13-as egyedszámmal az azonosítatlan ízeltlábúak (7. kép).



7. kép. 2021-ben talált ízeltlábú tetemek száma

Fig. 7. Number of arthropod carcasses found in 2021

2022-ben összesen 69 állatot találtunk a csapdákbán (9. kép), ebből ismételtlen a legtöbb nagy selymesfutó volt (29 egyed). Új vendégként jelentek meg a pudvabogarak (*Latridiidae* család), viszont előfordulásuk mindösszesen egy raktárra, egy csapdára és egy alkalomra korlátozódott (8. kép).



8. kép. Pudvabogárfélék (*Latridiidae*) családjába tartozó faj teteme

Fig. 8. Carcass of a species of the family *Latridiidae*

„A pudvabogárfélékkel gyakran találkozhatunk nemrég felújított épületekben. Az épület kiszáradásakor mennyiségük általában lecsökken, majd el is tűnnek, mivel kimerülnek a gombakészletek. A tar- és a pudvabogárfélék tartós jelenléte folyamatos nedvességet jelez. Kis mennyiségben ez nem ad okot az aggodalomra, de a sok bogár jelenléte a kezdődő nedvesedést és a gombanövekedést is jelzi.”¹³



9. kép. 2022-ben talált ízeltlábú tetemek száma

Fig. 9. Number of arthropod carcasses found in 2022

Összesítve a négy év eredményeit (10. kép), látható, hogy a legnagyobb egyedszámban nagy selymesfutókat találtunk (74), ezt követték a különböző pókfajok (64) és harmadik helyen a pikkelykefélék (54) állnak.



10. kép. 2019 és 2022 között talált ízeltlábú tetemek száma

Fig. 10. Number of arthropod carcasses found between 2019 and 2022

Fontos azonban megjegyezni, hogy nem szabad messzemenő következtetéseket levonni az eredményekből, mivel ez nem egy megtervezett kísérletsorozat volt, éppen ezért számos olyan faktor van, amelyek az eredményeket torzítják (például a nem egységes mintavételi körülmények, a csapdák és a raktárhelyiségek számának évenkénti változá-

sa,¹⁴ statisztikai módszertan, a csapdázáshoz felhasznált anyagok vonzó, illetve taszító hatású komponenseket tartalmazhattak). Szintén befolyásolja a kimutatást az is, hogy évente jelentős számú azonosítatlan ízeltlábút, illetve ízeltlábú fragmentet gyűjtöttünk. A mikroszkópos vizsgálatok segítségével 2023-ban az azonosítatlan tetemek száma már jelentősen csökkent. Különösen igaz ez a lárvabőrök azonosítása esetében (11. kép): a 2023-as felvételeink alapján valószínűsíthető, hogy a porvafélék¹⁵ száma (például az *Anthrenus* vagy *Attagenus* nemzetség képviselői) ezen okokból némileg magasabb lehetett az elmúlt években. A lárvabőrök fontos markerek: A selyemtokok, ürülékdarabok, levetett lárvabőrök sok esetben a fertőzés első jelei, ezért ezek jelenléte alaposabb kivizsgálást igényel.¹⁶



11. kép. Szűcsbogár (*Attagenus pellio* [Linnaeus 1758]) lárvá bőre

Fig. 11. Larvae skin of a fur beetle (*Attagenus pellio* [Linnaeus, 1758])

Mivel a Magyar Nemzeti Galéria képzőművészeti anyaga egy néprajzi gyűjteményhez képest arányaiban kisebb mennyiségben tartalmaz a kártevők számára hozzáférhető, fogyasztásra alkalmas szerves anyagot, ezért – ahogy azt a csapdázások is alátámasztották – viszonylag kevés alkalommal azonosítottunk kiugróan magas egyedszámot.

14 A Magyar Nemzeti Galéria jelenleg is zajló költözése lehetővé teszi a gyűjtemények, raktárak alaposabb feltérképezését. A restaurátor kollégák egyesével vizsgálják át a műtárgyakat, ennek során felkészítik őket a szállításra. Az állapotfelmérések alkalmat nyújtanak az aktív rovarfertőzésre utaló jelek felismerésére, valamint olyan kártevők is detektálhatók, melyek életmódjuk, fejlődésük következtében kis eséllyel fordulhatnak elő a csapdában (például álszűfélék, melyek lárvái akár évekig fejlődhetnek a tárgyakban, csak az imágók hagyják el őket).

15 A porvafélék lárváinak csapdákból való megjelenésére magyarázat lehet, hogy a nőtény egyedek a csapdákból ragadt elhullott tetemekbe rakhatták le a petéiket.

16 Pinniger–Meyer 2015, 55.

Megfigyeléseinkkel hasznos adatokkal lettünk gazdagabbak, mivel általános képet kaptunk a múzeumban előforduló leggyakoribb kártevőkről, illetve arról, hogy mely raktárakra kell fokozottabb figyelmet fordítani. Már az első év során megkezdtük a műtárgyraktárak takarítási rendjének átgondolását a csapdázások előzetes eredményein és a gyűjteményekkel való egyeztetéseken alapulva. Egy átgondolt, igényekre szabott takarítási rend ugyanis jelentősen lecsökkenti a kártevők megjelenésének kockázatát: „a takarítás bármelyik IPM-program legfontosabb eleme”.¹⁷

A program továbbra is folytatódik – a tervek szerint több szakértő bevonásával az egyre megbízhatóbb adatgyűjtés és feldolgozás érdekében. Ahhoz, hogy tisztább képet kapjunk arról, hogy milyen tényezők befolyásolhatják a kártevők épületen belüli térbeli eloszlását, fontos a környezeti tényezők – például a klimatikus paraméterek – vizsgálata, valamint a rejtőzködő életmódot folytató ízeltlábúak esetében érdemes lehet csalétek kihelyezése a ragacsos csapdák közepére, illetve a műtárgyak környezetének alapos vizsgálata is, hiszen a tárgyak közelében megjelenő morzsalék, furatliszt az aktív fertőzés egyik jele. A Szépművészeti Múzeum – Magyar Nemzeti Galéria Állományvédelmi Stratégiájában is központi szerepet kapott az IPM folytatása, az eddig megszerzett tapasztalatok kamatoztatása a fejlesztések megtervezésénél. Mivel a klímaváltozás hatására évről évre számos új idegenhonos faj jelenik meg a térségben, amelyek között múzeumi kártevők is vannak, az IPM és az ehhez kapcsolódó kutatások szerepe várhatóan még inkább előtérbe fog kerülni a magyar múzeumokban.

A sertefarkúak helyzete műtárgykörnyezetben, valamint egy új idegenhonos kártevőfaj megjelenése Magyarországon

Az eddig elért eredmények közé tartozik, hogy a 2024-es évben sikerült egy a hazai faunában új fajt azonosítanunk,¹⁸ ami mutatja az IPM, azon belül is a rovarcsapdázás fontosságát, hiszen sokféle ízeltlábúval találkozhatunk műtárgykörnyezetben, azonban nem mindegyikük okoz tényleges károkat a műtárgyakban, lásd például futóbogárfélék (*Carabidae*, 4. kép). Azokat a fajokat, amelyek valamilyen műtárgyalkotó anyaggal táplálkoznak, elsődleges károsítónak tekintjük, míg azokat, amelyek csupán búvóhelyként választják maguknak azt a környezetet, másodlagos károsítónak hívjuk. Minél változatosabb a gyűjtemény összetétele, annál több faj jelenhet meg benne mint elsődleges károsító. A hazánkból ismert fajok száma a különféle globalizációs folyamatok – például a kereskedelem és a megnövekedett turizmus – következtében, valamint a klimatikus változások miatt folyamatosan változik. Korábban nem ismert idegenhonos ízeltlábúak is megjelenhetnek az itthoni gyűjteményekben, melyeket nem ismerünk fel mint kártevőket. Ilyen veszélyt

¹⁷ Pinniger–Meyer 2015, 3.

¹⁸ Fiam–Németh 2024, 53–60.

az alacsonyabb hőmérsékletet (T), és ami még fontosabb, hogy az alacsonyabb relatív páratartalmat (RH) is. Mára Európa nagy részén észlelték ezt a fajt, eredeti élőhelye más szinantrop, kozmopolita fajokhoz hasonlóan szinte felderíthetetlen. Egyes feltételezések szerint őshazája Közép-Amerika.²⁰ A fajt Karl Leopold Escherich német entomológus írta le 1905-ben a Dél-Afrikában gyűjtött egyedek alapján,²¹ majd jelenlétét 1908-ban már Ausztráliából is jelezték, ahol kiterjedtebb kutatása 1935-től kezdődött meg (lásd később).²² Európában a legelső példányt 1908-ban gyűjtötték be, amely egy mexikói növényszállítmánnyal érkezett Németországba (Hamburg), azonosítására viszont csak 1966-ban került sor.²³ A korai észlelések dátumával kapcsolatban nagy a bizonytalanság. A 12. képen szereplő dátumokat ezért egy forrásból tüntettük fel.²⁴ A 2021-es tanulmány óta 2023-ban Szlovákiában,²⁵ 2024-ben pedig Magyarországon is detektálták a szürkés pikkelyke jelenlétét.

A szürkés pikkelyke a rovarok (*Insecta*) osztályán belül a kétbütykű rágójúak (*Dicondylea*) alosztályába, azon belül is a sertefarkúak (*Zygentoma*) rendjébe tartozó állatfaj. A ma ismert fajok száma 650-re tehető és az Antarktisz kivételével az egész világon előfordulnak.²⁶ A *Zygentoma* rendbe tartozó rovarok közepes méretűek, testhosszuk 5 és 30 mm között van. Testük lapított, a tori szelvények jól elkülöníthetők a potrohszelvényektől. Szemeik aprók, különállók vagy hiányoznak, ocellum, azaz pontszem csak a *Lepidothrichidae* családnál van jelen. Szájszerveik egyszerűek, rágó típusúak, a csápok mérete változó, hosszuk meghaladhatja a test hosszát is. Testük szinte minden szegmensét különböző hosszúságú sörték borítják (13. kép). Pikkelyek a *Lepismatidae* és az *Nicoletiidae* családoknál vannak jelen a tori szakaszokon (14. kép), a többi családnál hiányoznak.²⁷



13. kép. A szürkés pikkelyke fején sűrű sárgás sörtefésű található

Fig. 13. Long-tailed silverfish with dense yellowish bristle comb on the head

20 Zettel 2010, 852.

21 Escherich 1905, 83–84.

22 Lindsay 1940, 35–83.

23 Paclt 1966, 152.

24 Kulma et al. 2021, 5.

25 Bednár et al. 2023, 1–11.

26 Bednár et al. 2023, 1.

27 Sturm 2009 1070–1072.



14. kép. A szürkés pikkelyke tori szakaszán található pikkelyek
Fig. 14. Scales on the thorax of the *Ctenolepisma longicaudatum*

Habár nagy a *Zygentoma* rend képviselőinek a száma, Európában múzeumi kártevőként csak néhány fajt jelöl meg a szakirodalom.²⁸ Ezek pontos meghatározása mégsem egyszerű, hiszen első ránézésre nagyon hasonlítanak egymásra. Konkrét azonosításukhoz nélkülözhetetlen a mikroszkópos vizsgálatuk, valamint a szakemberek bevonása. A hazánkban is megtalálható fajok két családba tartoznak. A *Lepismatidae* családba tartozik az ezüstös ősovar (*Lepisma saccharina* [Linnaeus, 1758]), a kemencehalacska (*Thermobia domestica* [Packard, 1837]) (16. kép), sávos ősovar (*Ctenolepisma lineata* [Fabricius, 1775]) (17. kép), szellemhalacska (*Ctenolepisma calva* [Ritter, 1910]) (18. kép)²⁹ és szürkés pikkelyke (*Ctenolepisma longicaudatum* [Escherich, 1905]) (15. kép).³⁰ Ezek a fajok gyakran telepednek meg emberi környezetben, tehát a károsító fajok is közülük kerülnek ki. A *Nicoletiidae* családba az aranyos ősovar (*Atelura formicaria* [Heyden, 1855]) tartozik, veszélyt számunkra nem jelent, hiszen mirmekofil (hangyavendég) rovar, azaz leggyakrabban hangyák társaságában, a természetben fordul elő.³¹

faj megnevezése	imágó mérete	szín
szellemhalacska	8–10 mm	világos, fehéres
ezüstös ősovar	10–12 mm	ezüstös, fényes
kemencehalacska	10–12 mm	sötét szürkés-barnás, sárgás foltokkal
sávos ősovar	12–15 mm	ezüstös, világosabb mintázattal
szürkés pikkelyke	13–19 mm	szürkés, barnás

1. táblázat. Összehasonlító táblázat a hazai *Lepismatidae* családba tartozó fajokról
Table 1. Comparative table of domestic species of the family *Lepismatidae*

28 A legtöbb európai ország esetében ezek megegyeznek a hazánkban is előforduló fajokkal. Nagyobb diverzitás főként a délen található országokban figyelhető meg, lásd Molero-Baltanás et al. 2000, 320–332.
29 Hegyessy 2021, <https://kazinczyferencmuzeum.hu/2021/01/04/ezustermes-rovar-ezustos-osrovar/>.
30 Fiam–Németh 2024, 53–60.
31 Hegyessy 2021, <https://kazinczyferencmuzeum.hu/2021/01/04/ezustermes-rovar-ezustos-osrovar/>.

Az 1. táblázatban szereplő adatok segítséget nyújtanak a fajok elkülönítéséhez. Pontos azonosításukat azonban több tényező is befolyásolja. Az elpusztult egyedek gyorsan kiszáradnak, összezsugorodnak, a határozásukhoz szükséges markerek – mint például az antennák, faroktoldalékok, sertecsomók vagy a színt adó pikkelyek – sérülékenyek, könnyen lekopnak, letörnek, ami tovább nehezíti konkrét azonosításukat. Ép példányok esetében az alábbi jegyek alapján különböztethetjük meg a fajokat. Az ezüstös ősovar kifejlett egyedei 10–12 mm hosszúak, testük ezüstös, fényes. A szellemhalacska imágói 8–10 mm-esre nőnek, világos-fehéres színűek, enyhén áttetszők.³² A sávos ősovar felnőtt egyedei 12–15 mm hosszúak, ezüstös színezetűek, hosszanti irányban négy sárgás-barnás csík fut végig a háti szakaszon, ami elkülöníti őket az előbb leírt két fajtól. A II–VII. potrohszelvény hátlemmezén 3-3 sörtefésű található kétoldalt, hasonlóan a szürkés pikkelykéhez, viszont utóbbinál ezek csak a II–VI. szelvényen találhatók meg.³³ A szürkés pikkelyke kifejlett egyedeinek hossza 13–19 mm. Szürkés-barnás színezetű testét sárgás színű sörtek veszik körbe. A fajra jellemző, hogy a fejen sűrű sörtefésű (13. kép) található³⁴ (hasonlóan a sávos ősovarhoz, szellemhalacskához és a kemencehalacskához).



15. kép. Szürkés pikkelyke
Fig. 15. Long-tailed silverfish



16. kép. Kemencehalacska
Fig. 16. Firebrat (*Thermobia domestica*)

A szürkés pikkelyke életmódjára és táplálkozási szokásaira irányuló kutatások 1935-től kezdődtek. Az akkori kísérletek kimutatták, hogy laboratóriumi körülmények között az állatok táplálkozása, illetve növekedése 16 °C felett indult el, a legkedvezőbb számukra a 25 °C. Az egyedek 11 °C alatt inaktívvá váltak, 25 °C fölött pedig jelentősen lerövidült az élethosszuk. Átlagos élettartamuk három-négy évre tehető, ideális körülmények között maximális élethosszuk hét év. A pikkelykefélék alapvetően mindenevők, ezért szinte bármilyen szénhidrátforrás eleségül szolgál számukra. Papírt, tapétát és műselymet,

32 Hage et al. 2020, 9.

33 Aak et al. 2019, 39.

34 Lock 2007, 26.



17. kép. Sávos őszrovar
Fig. 17. Four-lined silverfish (*Ctenolepisma lineatum*)



18. kép. Szellemhalacska
Fig. 18. Ghost silverfish (*Ctenolepisma calvum*)

tehát cellulózban gazdag anyagokat is fogyasztanak, ami miatt számunkra aggályos a rend képviselőinek műtárgykörnyezetben való megjelenése, hasonlóan a rendszertani család többi hazai fájához.³⁵

Különböző fitófág³⁶ rovarok, például bogáralakúak (*Coleoptera*), lepkealakúak (*Lepidoptera*), kétszárnyú alakúak (*Diptera*), természetek (*Isoptera*), csótányalakúak (*Blattodea*) emésztőrendszerét összevetve kimutatható, hogy a *Zygentoma* rendbe tartozó fajoknál a legmagasabb a cellulózbontó enzimek aránya.³⁷ Megfigyelték még, hogy táplálkozni a vedlések után szoktak, majd a következő vedléshez közeledve nem fogyasztanak ételmelet.³⁸ Ez az információ az eliminálásuk miatt lehet lényeges, hiszen a ma ismert leghatékonyabb és gazdaságilag optimális védekezést táplálékmérgek kihelyezésével érhetjük el.³⁹ A kapott eredmények azt is megmutatták, hogy hosszú ideig képesek élelem nélkül életben maradni.⁴⁰

Kísérletek során húszt felnőtt egyedeket tanulmányoztak, amelyeket elkülönítve tartottak élelemforrás nélkül. Az ilyen körülmények között vizsgált állatok közül leghosszabb ideig életben maradó rovar 307 napig bírta táplálék nélkül. Egy másik kísérleti csoport egyedei kizárólag cellulóztartalmú ételmelet kaptak. Az így elvégzett tesztek arra is rámutattak, hogy bár a csak cellulózalapú diéta mellett a felnőtt egyedek 636 napig is életben maradtak, a nimfák megfelelő fejlődéséhez fehérjére is szükség volt.⁴¹ Tehát a faj egyedei táplálékforrásként olyan szénhidráttartalmú ételmelet választanak, mint a papír vagy más növényi alapú anyagok, azonban a szaporodóképesség fenntartásához és a folyamatos növekedéshez nélkülözhetetlen számukra a fehérjében gazdag táplálék. Mivel a gyűjte-

35 Lindsay 1940, 60–66.

36 Fitófágnak azokat az állatokat nevezzük, amelyek kizárólag növényi eredetű anyaggal táplálkoznak.

37 Pothula et al. 2019, 1–16.

38 Lindsay 1940, 60–66.

39 Rukke et al. 2023, 255–263.

40 Lindsay 1940, 75.

41 Lindsay 1940, 35–83.

ményekben, múzeumokban ezek a források korlátozottan vannak jelen, nem ritka, hogy saját fajtársaik vagy más rovarok tetemét, esetleg a saját vedlésbőrüket fogyasztják el.⁴²

A szűrítés pikkelykék kifejezetten rejtőzködő életmódot folytatnak. Rendkívül gyors, mozgékony állatok, főként sötétben aktívak, ezért a hazánkban is honos rokonfajaival együtt minden szempontból kihívást jelentenek állományvédelmi aspektusból, hiszen más kártevőkkel ellentétben – mint például a bogarak (*Coleoptera*) rendjébe tartozó minket érintő fajok, melyek lárvái a műtárgyak belsejében fejlődnek – nem feltétlenül a műtárgyakon fognak megtelepedni. Ezek az állatok bármilyen apró résben, repedésben megbújnak, ezért a fertőzésüket pusztán a tárgyak kezelésével nem lehet megszüntetni.⁴³ Kártételük ezért sokszor nehezen ismerhető fel, és az sem ritka, hogy a keletkezett sérüléseket tévesen más kártevőfajoknak tulajdonítják. Enyves ragasztó-, cellulóz- és keményítőtartalmú műtárgyak környezetében viszont nagyon fontos az időben való felismerésük, hiszen visszafordíthatatlan károk keletkezhetnek. Az általuk okozott kártétel felismerhető a papíron megjelenő csipkeszerű, szabálytalan lyukakról, elvékonyodott szélekről.⁴⁴

A Szépművészeti Múzeumban és tagintézményeiben bevezetésre került IPM-programon belül a rovarcsapdázáson túl 2018-tól kártevő-mentesítésre olyan alternatív, vegyszermentes eljárást kezdtünk el alkalmazni, amely egészség-, környezet- és műtárgyvédelmi szempontoknak is megfelel. Az anoxiás, azaz oxigénelvonással történő kezelés biztonsággal alkalmazható műtárgyakon, hosszú távú hatása azonban csakis a környezet szabályozásával biztosítható, hiszen ezzel a módszerrel semmilyen vegyszert nem juttatunk az alkotásokba, ami a kezelés után taszító, mérgező hatással bírna a rovarokra. Az anoxiás módszer során egy légmentesen zárt csomagoláson belül alakítunk ki kb. 0,1%-os vagy alacsonyabb oxigénkoncentrációt, és az adott faj oxigénszegény környezettel szembeni tűrőképességének⁴⁵ megfelelő időtartamig kezeljük a fertőzött tárgyakat. Olyan kártevők esetében, amelyek a műtárgyak mozgatása során másik védett helyet keresnek maguknak, és nem is feltétlenül a tárgyakon telepednek meg, kis hatékonysággal alkalmazható ez a megoldás. Ezekben az esetekben a fent említett táplálékmérgek kihelyezése lehet a leghatékonyabb módszer.

A szűrítés pikkelyke megjelenése nem csupán a múzeumokat és a gyűjteményeket érinti, hanem a hétköznapi életünket is, otthonainkban is könnyen elszaporodhat. Épületeken belüli tömeges elterjedésükhöz azonban három-négy év is kellhet, hiszen

42 Aak et al. 2020, 19; Rukke et al. 2023, 256.

43 Rukke et al. 2023, 256.

44 Pinniger–Meyer 2015, 36.

45 Ezek az értékek jelentősen eltérhetnek egymástól, például a *Blattella germanica* (Linnaeus 1767) – német csótány – öt napig, míg a *Lasioderma serricorne* (Fabricius 1792) – dohányálszú – huszonkét napig marad életben 20 °C, 55% RH és 0,3% alatti oxigénkoncentráció mellett. Elert–Maekawa 2003, 10.

a kifejléssel⁴⁶ fejlődő rovar lárvaállapota tizenhárom szakaszból áll, a kifejlett állapot eléréséhez másfél–két év szükséges 22 °C körüli hőmérsékleten.⁴⁷ Biztonságos és hatékony irtására az elmúlt években egyre inkább megnőtt az igény. Közeli rokonaival ellentétben, mint például a kemencehalacska, amely a melegebb környezetet, vagy az ezüstös ősovar, amely pedig a magasabb relatív páratartalmat kedveli,⁴⁸ irtása nehezebb, hiszen a teljes épületben el tud szaporodni, így megjelenése nem csupán néhány specifikus tulajdonságú helyiségre korlátozódik. A szellemhalacska és a sávós ősovar ebből a szempontból hasonló a szürkés pikkelykéhez, hiszen ez a három faj jobban tűri a szárazságot, így egy átlagos háztartásban előforduló relatív páratartalom is ideális a fejlődésük, szaporodásuk számára.⁴⁹

Műtárgykörnyezetben az ős- és idegenhonos kártevő fajok időnkénti megjelenése szinte elkerülhetetlen, ám megtelepedésük kellő körültekintéssel és bizonyos megelőző eljárások betartásával minimalizálható. Szerzőtársammal ezért nem győzzük hangsúlyozni az IPM fontosságát. Általánosan elmondható, hogy megfelelően szigetelt nyílászárók mellett, rendszeres takarítással, a zárt terek szabályozott légcseréjével (épületgépészeti megoldásokkal és nem szellőztetéssel), illetve ahol ez nem megoldható, ott szűnyoghálóval ellátott ablakokkal, valamint a kártevők számára kedvezőtlen hőmérséklet és relatív páratartalom értékeinek beállításával – amit a gyűjteményi tárgyak még preferálnak – lassíthatjuk a rovarok fejlődését, szaporodásuk ütemét. A kártevők behurcolását a beérkező műtárgyak, bútorzat és egyéb tárgyak karanténözásával és az épületek folyamatos monitorozásával is mérsékelhetjük.⁵⁰

A szürkés pikkelyke itthoni megjelenése is rámutat arra a folyamatra, amelynek eredményeként folyamatosan változik a hazai fauna fajszáma. Az elmúlt néhány évtizedből bőven lehetne sorolni azokat a fajokat, melyek eddig ismeretlenek voltak Magyarországon. Azonban míg azok az invazív fajok, amelyekkel a hétköznapi életünk során napi szinten találkozunk, mint például a kertvárosi erdeicsótány (*Ectobius vittiventris* [Costa, 1847]) vagy az ázsiai márványospoloska (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855]), viszonylag nagy figyelmet kapnak, addig a műtárgykörnyezetben megbúvó és azok alapanyagával táplálkozó fajok felett sokszor elsiklik a figyelem. A várható, potenciális kártevők előrejelzése létfontosságú, hangsúlyos szerepet kell kapnia a hazai műtárgyvédelemben. Ezt a folyamatot pedig más tudományterületek szakembereivel együtt, entomológusokkal, növényvédelmi mérnökökkel kell elvégeznünk.

46 A sertefarkúak kifejléssel fejlődő rovarok, tehát a petéből kikelő lárva – ez esetben nimfa – mind életmódjában, mind kinézetében hasonlít az imágóra. Életük során bizonyos időközönként vedlenek, ez a ciklikusság a kifejlett rovarok esetében is megmarad.

47 Lindsay 1940, 47.

48 Az ezüstös ősovar a pudvabogarakhoz hasonlóan a nedves, páradús helyeket szereti, így megjelenésük egy másfajta problémára is felhívja a figyelmet.

49 Aak et al. 2020, 17–18.

50 Schoelitsch et al. 2019, 14–26.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak dr. Vásárhelyi Tamásnak és Németh Tamásnak a cikk szakmai lektorálásáért, valamint dr. Deákné Lazányi-Bacsó Eszternek, aki rendelkezésre bocsátotta a Magyar Természettudományi Múzeum Talajzoológiai gyűjteményben őrzött *Zygentoma* fajokat helyszíni tanulmányozásra, dr. Szél Győzőnek és Puskás Gellértnek, akik 2019-ben segítettek egyes fajok azonosításában.

A tanulmányban szereplő felvételeket Füleki Lilla (1–4., 11. kép), Fiam Judit (8., 13–15., 17–18. kép) és Fiam György (16. kép) készítették.

Irodalom

- Aak, A. – Hage, M. – Lindstedt, H. H. – Rukke, B. A. 2020. Development of a Poisoned Bait Strategy against the Silverfish *Ctenolepisma longicaudata* (Escherich, 1905) Insects 11/12, 852, <https://doi.org/10.3390/insects11120852>
- Aak, A. – Rukke, B. A. – Ottesen, P. S. – Hage, M. 2019. Long-tailed silverfish (*Ctenolepisma longicaudata*) – biology and control. Oslo, Norway, 1–43.
- Bednár, F. – Hemala, V. – Čejka, T. 2023. First records of two new silverfish species (*Ctenolepisma longicaudatum* and *Ctenolepisma calvum*) in Slovakia, with checklist and identification key of Slovak *Zygentoma*. *Biologia* 79/2, 425–435, <https://doi.org/10.1007/s11756-023-01526-z>
- Brimblecombe, P. – Querner, P. 2021. Silverfish (*Zygentoma*) in Austrian Museums before and during COVID-19 lockdown. *International Biodeterioration & Biodegradation* 164, 105296, <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2021.105296>.
- Elert, K. – Maekawa, S. 2003. *The Use of Oxygen-Free Environments in the Control of Museum Insect Pests*. Los Angeles, California, 1–157.
- Escherich, K. 1905. Das System der Lepismatiden. *Zoologica* 18/43, 1–164.
- Fiam, J. – Németh, T. 2024: An uninvited guest: the fifth species of silverfish in Hungary (*Zygentoma*: Lepismatidae). *Rovartani Közlemények* 85, 53–60, <https://doi.org/10.17112/FoliaEntHung.2024.85.53>
- Hage, M. – Rukke, B. A. – Ottesen, P. S. – Wideroe, H. P. – Aak, A. 2020. First record of the four-lined silverfish, *Ctenolepisma lineata* (Fabricius, 1775) (*Zygentoma*, *Lepismatidae*), in Norway, with notes on other synanthropic lepismatids. *Norwegian Journal of Entomology* 67, 8–14.
- Kulma, M. – Bubova, T. – Davies, M. P. – Boiocchi, F. – Patoka, J. 2021. *Ctenolepisma longicaudatum* Escherich (1905) Became a Common Pest in Europe: Case Studies from Czechia and the United Kingdom. *Insects* 12/9, 810, <https://doi.org/10.3390/insects12090810>

- Lindsay, E. 1940. The biology of the silverfish, *Ctenolepisma longicaudata*, with particular reference to its feeding habits. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 52/1, 35–83.
- Lock, K. 2007. Distribution of the Belgian *Zygentoma*. *Notes fauniques de Gembloux* 60/1, 25–27.
- Molero-Baltanás, R. – Fanciulli, P. P. – Frati, F. – Carapelli, A. – Gaju-Ricart, M. 2000. New data on the *Zygentoma* (*Insecta*, *Apterygota*) from Italy. *Pedobiologia* 44/3–4, 320–332, [https://doi.org/10.1078/S0031-4056\(04\)70052-9](https://doi.org/10.1078/S0031-4056(04)70052-9)
- Morgós A. 2001. Műtárgyak korszerű fertőtlenítése. *ISIS Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek* 1, 21–42.
- Paclt, J. 1966. Neue Beiträge zur Kenntnis der Apterygoten-Sammlung des Zoologischen Staatsinstituts und Zoologischen Museums Hamburg. *Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg* 3, 147–162.
- Pinniger, D. – Meyer, A. 2015. *Integrated pest management in cultural heritage*.
- Pothula, R. – Shirley, D. – Perera, O. P. – Klingeman, W. E. – Oppert, C. – Abdelgaffar, Heba M. Y. – Johnson, B. R. – Jurat-Furentes, J. L. 2019. The digestive system in *Zygentoma* as an insect model for high cellulase activity *PloS one* 14/2, e0212505, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212505>
- Rukke, B. A. – Querner, P. – Hage, M. – Steinert, M. – Kaldager, M. – Sømhovd, A. – Dominiak, P. – Garrido, M. – Hansson, T. – Aak, A. 2023. Insecticidal gel bait for the decimation of *Ctenolepisma longicaudatum* (*Zygentoma*: *Lepismatidae*) populations in libraries, museums, and archives. *Journal of Cultural Heritage* 59, 255–263, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.12.010>
- Schoelitsz, B. – Meerburg, B. G. – Takken, W. 2019. Influence of the public's perception, attitudes, and knowledge on the implementation of integrated pest management for household insect pests. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 167/1, 14–26, <https://doi.org/10.1111/eea.12739>
- Sturm, H. 2009. *Zygentoma* (*Thysanura*, *Silverfish*) *Encyclopedia of Insects*. Second Edition. San Diego, 1070–1072, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00282-4>
- Vásárhelyi T. 2007. Múzeumi gyűjtemények és kiállítások állati kártevői és az ellenük való védekezés. *Múzeumi állományvédelmi füzetek* 4.
- Zettel, J. 2010. Springtails and Silverfishes (*Apterygota*). Chapter 13.5. In: Roques, A. et al. (eds.): Alien terrestrial arthropods of Europe. *BioRisk* 4/2, 851–854, <https://doi.org/10.3897/biorisk.4.47>

Internetes források

10. számú tananyag: A vidékfejlesztési miniszter 46/2012. (V. 8.) VM rendelete a növényvédelmi tevékenységről szóló 43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet módosításáról. Magyar Közlöny 2012/54.

Az integrált növényvédelem általános elvei. NÉBIH, <https://portal.nebih.gov.hu/-/az-integralt-novenyvedelem-altalanos-elvei>

https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/321120/AROPjog2_10.tananyag_121128.pdf/a52d3556-8907-41c1-9c74-5397dae0b42c

Múzeumi Állományvédelmi Bizottság / Múzeumi Állományvédelmi Program: <https://allomanyvedelem.hu/kezdolap>

Múzeumi Állományvédelmi Bizottság / Múzeumi Állományvédelmi Program: Kiadványok <https://www.allomanyvedelem.hu/konyvek>

Hegyessy G. 2021. *Ezüstérmes rovar – Ezüstös őstrovar*. <https://kazinczyferencmuzeum.hu/2021/01/04/ezustermes-rovar-ezustos-osrovar/>

**Monitoring and identifying insect pests in museum practice:
IPM experiences at the Hungarian National Gallery
The status of silverfish in the environment of artefacts
and the appearance of a new alien pest species in Hungary**
Lilla Füleki – Judit Fiam

125

The concept of Integrated Pest Management (IPM) was adapted from agriculture and the food industry to ensure more effective protection against pests in museums and various cultural institutions. IPM involves a holistic approach to address all pest problems collectively, rather than managing each issue separately. This strategy aims to prevent problems and crises by taking proactive actions and measures. The first IPM programme in the Hungarian National Gallery was launched in 2019, focusing on testing materials and methods for monitoring and detecting pests. Collaboration between different departments, from building management to conservators, and a comprehensive knowledge of the building and storage areas are essential for successful IPM strategies. Identifying potential entry points for pests within the building and areas that may attract pests is vital. Integrated pest management offers solutions for both vertebrate and invertebrate pests. For cost-effectiveness and sustainability, custom-made sticky traps were created using recycled cardboard and double-sided adhesive. Periodic monitoring and documentation of trapped insects are essential for evaluating the effectiveness of IPM strategies. Microscopic examination of pests is essential for identifying pests. The results of the four-year IPM programme at the Hungarian National Gallery revealed the most common pests and helped prioritise areas for intervention. Continuous improvement and adaptation of IPM strategies are necessary, especially with the emergence of new invasive species due to climate change.

In 2024, a new species was identified in the Hungarian fauna, underlining the importance of IPM, especially insect trapping. While encountering various arthropods in museum settings, not all pose actual harm to artefacts. The number of known species in Hungary fluctuates due to globalisation processes such as trade, increased tourism, and climate change. Previously unknown invasive arthropods may appear in local collections, potentially unrecognised as pests, as exemplified by the appearance of the long-tailed silverfish (*Ctenolepisma longicaudatum*) in Hungary.

Newly emerging pest species are typically synanthropic, thriving near humans. The temperature-controlled urban environment facilitates the establishment of animals not adapted to the region's climate. The expanding distribution of the silverfish

is attributed to its ability to tolerate lower temperatures and relative humidity levels. While numerous in the *Zygentoma* order, only a few species are addressed as museum pests in Europe. The species appearing in Hungary belong to two families: *Lepismatidae* and *Nicoletiidae*.

Although the presence of native and introduced pest species in museum environments is nearly unavoidable, their establishment can be minimised with a systematic and preventative IPM strategy.

Szerzők / Authors

Füleki Lilla

állományvédelmi felelős, biológus-biomérnök MSc

Szépművészeti Múzeum – Országos Múzeumi Restaurálási és Raktározási Központ,
Budapest

Collection Care Officer, Biologist BSc – Biochemical Engineer MSc

Museum of Fine Arts, Budapest, National Museum Conservation and Storage Centre,
Collection Care and Conservation Department

E-mail: lilla.fuleki@szepmuveszeti.hu

Fiam Judit

restaurátorművész-festményrestaurátor MA, műtárgyvédelmi projektcsoporthoz vezető

Szépművészeti Múzeum – Országos Múzeumi Restaurálási és Raktározási Központ,
Budapest

Art Restorer – Painting Conservator MA, Project Manager of Preventive Conservation

Museum of Fine Arts, Budapest, National Museum Conservation and Storage Centre,
Collection Care and Conservation Department

E-mail: judit.fiam@szepmuveszeti.hu