

Doktori értekezés

**MAGYARORSZÁGI BOTANIKUS KERTEK
TELEVÉNYFÉREG (OLIGOCHAETA: ENCHYTRAEIDAE) FAUNÁJÁNAK
VIZSGÁLATA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL FAUNAIDEGEN,
ILLETVE INVÁZIÓS FAJOKRA**

Boros Gergely

Prof. Dr. Dózsa-Farkas Klára, ny. egyetemi tanár
témavezető

Prof. Dr. Erdei Anna akadémikus, egyetemi tanár
a doktori iskola vezetője

Prof. Dr. Török János egyetemi tanár
a doktori program vezetője



Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar

Biológiai Doktori Iskola

Zootaxonómia, Állatökológia, Hidrobiológia Program

Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék

2012

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
2. CÉLKÍTÜZÉS	5
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
3.1. Taxonómia	6
3.1.1. Morfológia	6
3.1.2. Molekuláris vizsgálatok	18
3.2. Oligochaeta fajok behurcolása és megtelepedési lehetőségei	20
3.2.1. Az idegenhonos fajok megjelenése új területeken	20
3.2.2. A jövevény fajok őshonos faunára gyakorolt hatása	23
3.2.3. A jövevény fajok megtelepedést elősegítő tulajdonságai	25
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	28
4.1. Mintavétel	28
4.2. Fénymikroszkópos vizsgálatok	29
4.2.1. Élő állatok vizsgálata	29
4.2.2. Preparátumok készítése és fixált állatok vizsgálata	31
4.3. Molekuláris biológiai vizsgálatok	33
4.3.1. Mintagyűjtés, DNS-izolálás, amplifikáció	33
4.3.2. Szekvenáló reakciók	35
4.3.3. A szekvenciák kiértékelése, filogenetikai analízis	37
4.4. Denzitásvizsgálatok	37
4.5. Tenyészeteken alapuló vizsgálatok	38
4.5.1. A fragmentálódó Marionina faj aszexuális szaporodásának vizsgálata	40
4.5.2. In vitro kizorításos vizsgálatok	40
4.6. Szabadföldi túlélés vizsgálata	41
4.7. Talajtani vizsgálatok	42
4.7.1. A talajminták előkészítése laboratóriumi vizsgálatokhoz	42
4.7.2. A talaj kémhatásának mérése	43
4.7.3. A talaj szervesanyag-tartalmának meghatározása kálium-bikromátos oxidációval	43
4.7.4. Talaj nedvességtartalmának mérése	44
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	45
5.1. Faunisztikai eredmények	45
5.2. Taxonómiai vizsgálatok	61
5.3. Filogenetikai analízis	67
5.4. Denzitásvizsgálatok	69
5.5. Szaporodásbiológiai vizsgálatok	75
5.5.1. A fragmentálódó Marionina faj aszexuális szaporodásának vizsgálata	75
5.6. Adventív fajok túlélésének vizsgálata	76
5.6.1. In vitro kizorításos vizsgálatok	76
5.6.2. Szabadföldi túlélés vizsgálata	78
5.7. Faunaidegen fajok bekerülési útvonalainak tisztázása	79
5.8. Talajtani vizsgálatok eredményei	80
6. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KITEKINTÉS	83
7. KIVONAT	86
8. ABSTRACT	87
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	88
FELHASZNÁLT IRODALOM	90
FÜGGELÉK	106

1. BEVEZETÉS

Az enchytraeidák vagy televényféreg családja (Enchytraeidae) a gyűrűsférgek (Annelida) törzsén belül a nyeregképzők (Clitellata) osztályába, a kevéssertéjű gyűrűsférgek (Oligochaeta) alsóosztályába és a televényféreg-alkatúak (Enchytraeida) rendjébe tartozik. A családnak eddig közel 700 leírt faja van, de ez a szám korántsem tekinthető véglegesnek, hiszen számos tudományra nézve új fajt írnak le évente és a család szempontjából még feltáratlan földrajzi területek is hatalmasak. Földünk legkülönbözőbb szárazföldi és vízi élőhelyein fordulnak elő, így nagy valószínűséggel a legnépesebb és legerjedtebb taxon az összes Clitellata-ba sorolt család közül (ERSÉUS 2005). A trópusoktól egészen a sarkkörön túli területekig megtaláljuk őket különféle talajokban, avarban, turzásban vagy más növényi korhadékban, tengerpartok homokos élőhelyein (ROTA ÉS ERSÉUS 2003), de még mélytengeri üledékben (ERSÉUS ÉS ROTA 2003) vagy gleccserek felszínén is (HARTZELL ÉS MTSAI 2005). Ezek ismeretében nem meglepő, ha mesterséges, ember alkotta környezetben is megtalálhatók. Ilyen élőhely lehet pl. egy üvegház, ahová az egzóta dísnövények kereskedelme révén, azok termőtalajával vagy közvetlenül a gyökérzetén a televényféreg új habitatba kerülhetnek. Itt az állandóan meleg hőmérséklet és a folyamatos és nagymértékű nedvesség-utánpótlás az év minden hónapjában megfelelő életkörülményeket biztosít a (szub)trópusi területekről származó televényféregnek, így azok nem csak túlélhetnek, de stabil populációkat is létrehozhatnak. Minthogy az üvegházakban használt földet talajcsere esetén szabadföldre terítik, némely tág tűrésű jövevényfaj később megjelenhet az őshonos televényféreg közösségekben.

Az egyes Oligochaeta fajok talajjal történő szállításának és új habitatokba való behurcolásának jelensége már közel száz éve ismert. Így pl. a földgiliszta (Lumbricidae) esetében számos kutató foglalkozott a jelenség vizsgálatával (BENHAM 1914, LEE 1953, GATES 1976). Ezen túlmenően több kutatás rámutatott a Lumbricidák inváziós lehetőségeire: Észak-Amerikában az őshonos giliszta fajok hátrányára intenzíven terjeszkedő európai fajokat mutattak ki (CSUZDI ÉS SZLÁVE CZ 2003, PARKINSON ÉS MTSAI 2004), európai példaként pedig a trópusi eredetű *Dichogaster bolau* (Michaelsen, 1891) említhető, mely antropogén környezetből került elő (TERHIVUO 1991, CSUZDI ÉS MTSAI 2006). Az inváziós fajok tevékenységükkel a talaj mikro- és mezofaunáját is befolyásolják (MIGGE-KLEIAN ÉS MTSAI 2006), pl. hatással vannak a mikroarthropoda

denzitásra és diverzitásra (PARKINSON ÉS MCLEAN 1998, MCLEAN ÉS PARKINSON 2000), de csökkentik a televényféreg denzitását is (HAIMI ÉS BOUCELHAM 1991, HUHTA ÉS VIBERG 1999, RÄTY ÉS HUHTA 2003).

Ám annak ellenére, hogy a földgilisztákhoz hasonlóan és velük párhuzamosan új élőhelyekre való behurcolásuk egyértelműnek tűnik, televényféregre ilyen jellegű kutatás még sehol nem történt, noha egy ilyen vizsgálat nem csak faunisztikai szempontból jelentős. Egyrészt a fentebb ismertetett eredmények tekintetében feltételezhető, hogy a televényféreg-fauna összetételének megváltozása is hatással van a talaj mikro- és mezofaunájára. Másrészt nem hagyhatjuk figyelmen kívül az enchytraeidák nélkülözhetetlen és számottevő szerepét a talaj szervesanyag-forgalmában sem. Így pl. DÓZSA-FARKAS (1978a) egy vizsgálatában kimutatta, hogy a *Fridericia ratzeli* (Eisen, 1872) avarfogyasztása a mintaterület avarlebontásában 6,8 %-os részvételt jelentett. A televényféreg jelentőségét helyenkénti nagy denzitásuk is növeli: MACLEAN ÉS MTSAI (1977) megállapították, hogy a tundrán a totális invertebrata tömeg 65 %-át az enchytraeidák teszik ki, míg giliszták egyáltalán nem fordulnak elő. Ezen okok miatt kézenfekvőnek tűnt tehát egy olyan összetett vizsgálat elvégzése, mely amellett, hogy a magyarországi üvegházak televényféreg faunáját részletesen feltárja, az esetleges faunaidegen fajokat jegyzi, az új fajokat leírja, és megpróbál ismereteket gyűjteni az idegenhonos fajok szabadföldi megtelepedésének lehetőségeiről.

Egy ilyen kutatás természetesen elvégezhetetlen a fajok alapos taxonómiai ismerete nélkül. Ehhez nem csak a hazai, de a várt eredményeknek megfelelően a (szub)tropusai és mediterrán enchytraeida faunában való jártasság is szükséges.

Mint a faunisztikai kutatások általában, ez a feltáró vizsgálat is számos taxonómiai kérdést vetett fel, melyeknek megoldása régóta váratott magára a tudományterületen. Így pl. már az előzetes vizsgálatok során előkerült néhány olyan faj vagy fajkomplex, amely pontosabb rendszertani vizsgálatra vagy revízióra szorult. Ezen vizsgálatok eredményeinek megerősítéséhez, valamint az üvegházakban talált és a hazai, természetes televényféreg-faunát alkotó fajok összehasonlításához molekuláris biológiai módszereket alkalmaztam.

2. CÉLKÍTŐZÉS

Doktori munkám célja az volt, hogy megvizsgáljam, jelen vannak-e adventív televényféreg fajok magyarországi botanikus kertek üvegházaiban, ill. egyes esetekben szabadföldjén. Ezért elsődleges feladataim azok voltak, hogy:

- 1) feltárjam, milyen televényféreg fajok élnek ezen élőhelyeken,
- 2) leírjam a faunára és/vagy tudományra nézve új fajokat, illetve tisztázzam az egyes kérdéses fajok taxonómiai helyzetét,
- 3) a talált fajokra filogenetikai összehasonlítást végezzek.

Annak érdekében, hogy megállapítsam, mely fajok lehetnek invázióra hajlamosak, szükséges volt, hogy:

- 4) felmérjem, milyen denzitással fordulnak elő a jellemző üvegházi fajok,
- 5) megvizsgáljam egyes fajok szaporodásbiológiáját,
- 6) kísérleteket végezzek a feltevés igazolására, miszerint egyes adventív fajok képesek megtelepedni szabadföldi körülmények között.

Mindezek mellett:

- 7) fel kívántam deríteni a faunaidegen elemek bekerülési útvonalát,
- 8) összefüggést kerestem a talált televényféreg fajok és azok előhelyeül szolgáló talaj egyes tulajdonságai között.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Mint ahogy doktori munkám az egyes vizsgálati témák miatt kissé tagolt, úgy vélem, hogy áttekinthetőbb egy olyan fejezet, amely a munkát megelőző irodalmi feldolgozás eredményeit is témakörök szerint tárgyalja. Először a kutatásom alanyát képező televényféregek rendszertani vizsgálataiban jelentős munkákat, ill. morfológiai sajátosságokat, majd az egyes Oligochaeta fajok behurcolásának, megtelepedésének lehetőségeit és módjait tekintem át.

3.1. Taxonómia

3.1.1. Morfológia

A televényférgek taxonómiai kutatása viszonylag régre nyúlik vissza, hiszen az első jelentősebb munkák több mint 200 évesek (MÜLLER 1771, 1774). Ugyanakkor a család taxonómiája olyan mértékű fejlődésen ment keresztül az elmúlt 60 évben, hogy a régebbi, mindössze néhány karaktert ismertető leírások használhatatlanok, vagy gyakran igen szigorú revízióra szorulnak. Elég, ha csak abba belegondolunk, hogy a tudományterületen abszolút mérföldkőnek számító NIELSEN ÉS CHRISTENSEN 1959-es monográfiája óta a határozáshoz szükséges bélyegek száma mintegy harmadával megnőtt (SCHMELZ ÉS COLLADO 2010), a korábbi leírásokhoz képest pedig megsokszorozódott. Ezekre természetesen szükség van, hiszen mindössze néhány karakter vizsgálata alapján a látszólag folyamatos morfológiai átmenetek miatt az egyes fajok között határt húzni szinte lehetetlen volna. Taxonómiai munkám során tehát csak az elmúlt néhány évtized tudományos cikkeire támaszkodhattam, így értelemszerűen az irodalmi feldolgozás is erre az időszakra koncentrál.

A fentebb említett monográfia igen jelentős újjátként bevezette az élve határozás módszerét (lásd Anyag és Módszer fejezet, 27. oldal). Ez a megszokott gyakorlathoz képest teljesen rendhagyó dolognak számított ugyan, de minden nehézsége mellett számos rendszertani bélyeg jobb megfigyelhetőségét biztosította. Ilyen például a háti edény, melynek helye pulzáló mozgása miatt élő állatban kiválóan megfigyelhető, ám eredésének meghatározása preparátumokon nehézségeket okozhat. Az új megfigyelési eljárás mellett új rendszertani bélyegeket is bevezettek, melyek alapján négy új genust (*Cerosvitoviella*, *Cognettia*, *Enchytronia*, *Hemifridericia*) és összesen 21 új fajt írtak le, további 35-öt pedig szinonimizáltak. Ezt a munkát aztán még két kiegészítés (NIELSEN ÉS CHRISTENSEN 1961, 1963) követte 9 ill. 6 újabb faj és egy új genus (*Enchylea*) leírásával. Skandináviában a televényférgek kutatását NURMINEN (1965, 1967) és ABRAHAMSEN (1968, 1969) folytatták újabb adatokat szolgáltatva a család észak-európai területeken való előfordulásáról.

Ezzel szinte egyidőben kezdte meg DÓZSA-FARKAS a magyarországi televényféreg-fauna feltárását (1970, 1972, 1974). A több mint negyven éve kezdődött szisztematikai kutatássorozat eredményeképpen mára 98 enchytraeidafaj ismert a természetes magyar faunából (BOROS 2011a).

HEALY életművében 31 új faj leírása mellett (pl. 1975, 1979a, 1994) revideálta a *Guaranidrilus* nemet (1979b). Feltárta Írország faunáját (1980a), de végzett faunisztikai kutatásokat az Egyesült Államokban (1996), Ausztráliában (HEALY ÉS COATES 1997) és Észak-Afrikában is (ROTA ÉS HEALY 1994).

A volt Csehszlovákia területén végzett jelentős faunisztikai feltárást CHALUPSKÝ (1986, 1988, 1991, 1994a, 1994b), akinek tevékenysége sok adatot szolgáltatott a közép-európai szárazföldi enchytraeidák ismeretéhez. Ugyanezen a területen legújabban SCHLAGHAMERSKÝ (2007, 2010) folytatott vizsgálatokat televényférgekre vonatkozóan.

ROTA (1995) Olaszország enchytraeidáira készített összefoglaló és revíziós dolgozatot, mely egyrészt a munka részét képező 5 éves faunisztikai feltárás eredményei miatt jelentős, másrészt leírt egy tudományra nézve új nemet (*Oconorella*) és 12 tudományra nézve új fajt. Összesen 12 genus 61 fajt ismertette vagy érvényesítette az országból, melynek faunájára 19 bizonyult újnak.

2002-ben DÓZSA-FARKAS egy magyar nyelvű összefoglaló munkát publikált, melyben nem csak a főbb határozóbélyegeket tekintette át, de a család egyes fajainak különleges szaporodási stratégiáit is ismertette. Ezen kívül beszámolt a televényférgeken végzett fontosabb ökológiai (szervesanyag-lebontás intenzitása, avarpreferencia) és élettani (fagy- és szárazságtűrés) vizsgálatokról is.

Igen jelentős SCHMELZ 2003-ban megjelent doktori disszertációján alapuló munkája. Ez a *Fridericia* genus addig ismert fajainak teljes revíziója és egyben az első valódi határozókönyv is, természetesen csak az adott nemre. Munkájában módosította egyes határozó bélyegek megszokott nevezéktanát (pl. septal glands → pharyngeal glands, peptonephridia → oesophageal appendages), valamint olyan új karaktereket vezetett be a határozásba, mint a nyereg ventralis oldalának vizsgálata vagy a hím páرزszerv szerkezetének és az azon lévő nyílás alakjának tulajdonságai. Összesen 216 fajt tárgyal, ebből 89-et tekintett érvényesnek.

Fontos taxonómiai munka ugyancsak a *Fridericia* nemre DÓZSA-FARKAS (2009) revíziója, melyben egy tudományra nézve új faj (*Fridericia lacii* Dózsa-Farkas, 2009) leírása mellett áttekinti a genus azon fajait, melyeknek spermathecája két divertikulummal rendelkezik. 9 összehasonlító táblázatban foglalja össze 50 faj azonosításához szükséges fontosabb karaktereit, jelentősen megkönnyítve ezzel az eligazodást e fajok között.

Egy újabb jelentős összefoglaló munka az európai szárazföldi enchytraeidák határozója (SCHMELZ ÉS COLLADO 2010). Ebben a műben is átnevezésre kerültek egyes karakterek, így pl. az *Achaeta* genusban megalálható setalis follikulusok, melyeket pyriform sejtekre módosítottak, és meglétük illetve elhelyezkedésük alapján a szerzők négy európai csoportot különftettek el.

Mint látható, a tudományterület szakmai munkái jelentősek, de a televényféregk taxonómiájával foglalkozó kutatók számával arányosan meglehetősen kevés van belőlük.

Összegezve az aktuális ismereteket és kitérve további, rendszertani szempontból releváns munkákra, a könnyebb érthetőség és teljesség kedvéért az alábbiakban röviden bemutatnám az Enchytraeidae család fajainak azonosításához használt fő morfológiai bélyegeket, hiszen dolgozatom részben rendszertani vizsgálatokon alapszik.

Külső bélyegek:

Testméret: Az enchytraeidákat az adult példányok testmérete alapján 4 csoportra szoktuk elkülöníteni: kicsi (4-8 mm), közepes (8-14 mm), nagy (14-20 mm) és nagyon nagy (>20 mm). A leírásokban mindig célszerű megadni, hogy ez az adat élő vagy preparált állatra vonatkozik, mert testhossz a fixáció során jelentősen csökkenhet.

Szelvéynyszám: A szelvéynyszám alapvető információ, habár jelentős fajon belüli variációt mutathat. Meg kell azonban jegyezni, hogy a variáció mértéke ugyancsak fajra jellemző. A fajleírásokban a szelvények számát római számmal jelöljük (pl. IX = kilencedik szelvény), a szelvényhatárokat viszont arab számokkal és perjellel (pl. 8/9 = nyolcadik és kilencedik szelvény közti dissepimentum).

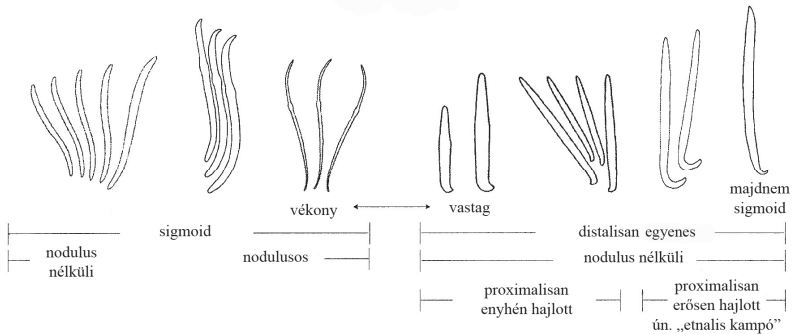
Serték: Az első és az utolsó szelvény kivételével minden szegmentumon 4 csoportba rendezetten (két dorzo-lateralis és két ventro-lateralis sertecsomóban) található. Szórsertéik nincsenek. Számuk 1 és 12 között variál, többnyire 1-8, de az úgynevezett ektoparazita (valójában inkább ektokommenzalista) formák, a *Fridericia parasitica* Cernosvitov, 1928 és az *Aspidodrilus keisalli* Baylis, 1914 esetében 16-20 is lehet egy-egy ventralis sertecsomóban vagy sorokban, nyilvánvalóan a megkapaszkodást segítve. Más esetekben a serték hiányozhatnak is: részben egyes szelvényekből, pl. a *Fridericia semisetosa* Dózsa-Farkas, 1970 esetében, ahol az V-VII szelvényekben nincsenek lateralis serték, vagy teljesen, az összes szelvényből, mint az *Achaeta* genus fajainál, ahol ez a nem egyik sajátja. A serték egycsúcsúak, csak

kivételesen bifid típusúak, vagyis a végükön kettéágazóak (*Aspidodrilus*, *Barbidrilus*). Alakjuk lehet egyenes, belső végükön kampóval vagy anélkül, de lehet S alakban görbült vagyis sigmoid is. Utóbbi esetben egyes fajoknál (pl. *Cernosvitoviella*, *Mesenchytraeus*) a jobb izomtapadást elősegítő megvastagodásokat, ún. nodulusokat is találunk (1. ábra).

A serték számát hagyományosan a sertékeplettel adjuk meg:

A – B : C – D

ahol **A** a lateralis preclitellaris, **B** a lateralis postclitellaris, **C** a ventralis preclitellaris és **D** a ventralis postclitellaris serték számát jelenti.



1. ábra. A televényférgék családjában előforduló főbb sertétípusok (SCHMELZ ÉS COLLADO 2010).

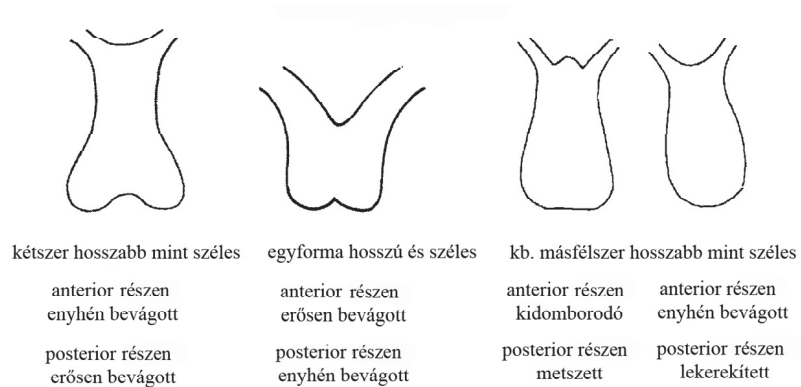
Testfal: A testfalat kívülről befelé a cuticula, az epidermis, a körkörös izomzat egy rétege, a hosszanti izomzat két rétege, valamint a peritoneum építi fel. Ezek közül leginkább a cuticula vastagsága alkalmazható taxonómiai célokra.

Epidermális mirigysejtek: Minden szelvényen megtalálhatók, de legsűrűbben az 5-8 szelvényeken, valamint a pygidiumon. A test dorsalis részén általában több a mirigysejt, mint a hasi oldalon. A fajleírásokban az epidermális mirigysejtek mindig a nyereg előtti szelvényekre vonatkoznak, és három tulajdonságukat, az alakot, a szint és a sejtsorok számát lehet felhasználni a fajok megkülönböztetésénél. Azonban megjegyzendő, hogy itt is találhatóak fajok belüli variabilitást, noha ez is – a sertékhez hasonlóan – fajra jellemző.

Fej- és hátpórus: A testüregeknek egy vagy több nyílása van a külvilág felé. A prostomiumon, vagy a peristomium és az első szelvény találkozásánál (0/1) található az úgynevezett fejpórus, amely az Enchytraeidae családra jellemző. További pórusok nyílhatnak minden intersegmentum barázdájában az első 6 szelvényt kivéve. Ezek a hátpórusok, melyek a *Fridericia* nemre jellemzőek. A fejpórus, illetve a hátpórusok viszonylag kevés információt nyújtanak a faji identifikációhoz, taxonómiai szerepük inkább megerősítésre korlátozódik.

Belső bélyegek:

Agydúc: Az agydúc körvonala a genusok elkülönítésében segít. Általában hosszabb, mint széles, egyedül a *Mesenchytraeus* genusban közel egyforma a két méret az erős anterior befűződés miatt. Az agydúc posterior vége lehet konvex, vagyis lekerekített (pl. *Achaeta*, *Bryodrilus*, *Enchytraeus*), ill. konkáv, vagyis bemetszett (pl. *Cernosvitoviella*, *Cognettia*, *Stercutus*). A különböző típusokat a 2. ábra mutatja be.

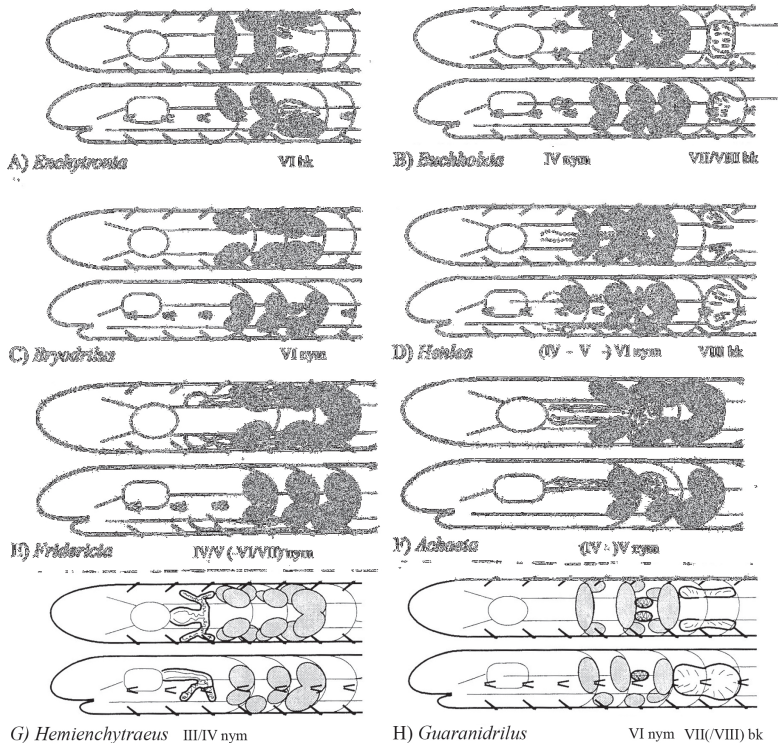


2. ábra. Agydúc típusok enchytraeidákban (SCHMELZ ÉS COLLADO 2010).

Garatmirigyek (*pharyngeal glands*, régebben *septal glands*): A garat, illetve a csatlakozó garatmirigyek a táplálékfelvétel szervei a televényférgекnél. A garatmirigyek a IV, V, VI, és ritkán a VII szelvényben párosan helyezkednek el (3. ábra), és többnyire dorsalis és ventralis lebenyük van. A garatmirigyek alakja számos kiválóan alkalmazható

taxonómiai bélyeget nyújt, amelyek juvenil példányokon is megfigyelhetőek. Információt hordoz a mirigyek mérete, azon belül is a hasi és háti lebenyek egymáshoz viszonyított aránya, valamint fontos lehet még a ventralis lebenyek megléte, ill. hiánya a IV szelvényben. A VII szelvényben kialakuló garatmirigy megléte ritkasága folytán kitűnő azonosító bélyeg, amely fajon belül sohasem variál.

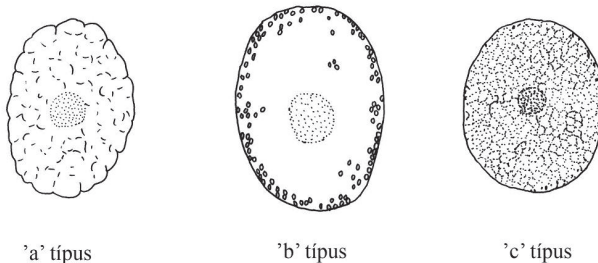
Nyálmirigyek (oesophageal appendages, régebbi nevein peptonephridia, salivary glands): Üreges és vakon végződő szerv, többnyire páros, és a nyelőcsőhöz kapcsolt, melybe bele is nyílik. Mérete, alakja és szerkezete nemcsak a genusok között, de egyes nemeken belül (pl. *Fridericia*) a fajok között is fontos karakter a határozásban.



3. ábra. A nyálmirigyek (=nym), belkítüremkedések (=bk) és garatmirigyek (szürke színel jelzett) elhelyezkedése az egyes telelvényféreg genusokban (újraszerkesztve SCHMELZ ÉS COLLADO 2010 ábrái alapján).

Bélkitüremkedések (*intestinal diverticula*): Előrefelé irányuló, zsák vagy zseb alakú kinövések a bél epitheliúmán, melyeknek üregei folyamatos átmenetet képeznek a bélüreggel. A bél gyakran hirtelen kiszélesedik a bélkitüremkedések magasságában vagy közvetlenül utána. Ez a bélyeg a *Buchholzia*, az *Enchytronia* és a *Henlea* nemekre jellemző, valamint a (szub)trópusi *Guaranidrilus* és az egyfajos *Enchylea* genusokra, utóbbi csak laboratóriumi tenyészetből ismert (NIELSEN ÉS CHRISTENSEN 1963). Bélkitüremkedés a *Buchholzia* genusban a VII/VIII-ban található és dorsalis elhelyezkedésű, mely azonban a hasi oldalra is kiterjedhet (3. ábra, B). Az *Enchytronia*-k esetében a VI-ban fordul elő, páros, lateralis elhelyezkedésű és az utolsó pár garatmirigy keretezi (3. ábra, A). A *Henlea* nemben VIII-(IX)-ben kettő vagy négy lateralis zseb található (3. ábra, D).

Chloragogen sejtek: A bélfalat borító chloragogen sejtek tömege igen feltűnő, ám taxonómiai szempontból csak alkalmanként hasznos karakter. A zöldes-sárgás szín jól elűt a test többi részétől és általában sűrűbb az anterior végben. Tenyészetekből származó és emiatt jól táplált *Enchytraeus* fajokban a sejtek szinte az egész testüreget kitöltik, ami megnehezíti a faji azonosítást.



4. ábra. A *Fridericia* nem három coelom-mucocytá típusa (a szerző ábrája SCHMELZ 2003 alapján).

Coelomasejtek (régábban *lymphocyták*): A testüregben szabadon úszó, ellaposodott sejtek, melyek funkciójáról egyelőre keveset tudunk. Három genusban (*Buchholzia*, *Fridericia* és *Hemifridericia*) két típusuk is van (HESS 1970, RICHARDS 1980):

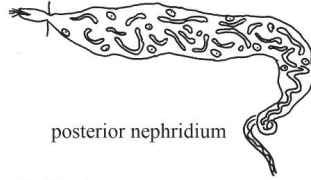
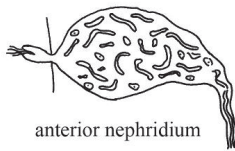
a coelomo-mucocyta és a coelomo-lenticyta. Előbbi sejtmaggal rendelkezik, amely vesicularis vagy granularis szerkezetű mátrixban helyezkedik el, míg utóbbi sejtmag nélküli, lencse alakú sejt. A coelomasejteknek létezik egyébként egy harmadik típusa is, a helyhez kötött amoebocyta, de ezek a sejtek csak szövettani metszeteken figyelhetők meg. A coelomasejtek egyik informatív tulajdonsága a méret. Ez kis mértékben változik egy egyeden belül is, de ennek mértéke fajspecifikus bélyeg. A másik a coelomamucocyták textúrája, ennek rendszertani alkalmazását először MÖLLER (1971) szorgalmazta a *Fridericia* fajok esetében. Három sematikus típust hozott létre (4. ábra), amelyek a juvenil példányok meghatározását is segítik.

Fajra jellemző a coelomasejtek sűrűsége a testüregben, továbbá a coelomamucocyták és coelomo-lenticyták egymáshoz viszonyított aránya is hasznos határozóbélyeg lehet.

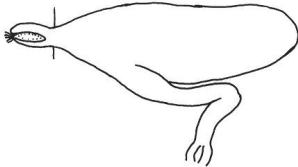
Chylus-sejtek: A *Fridericia* fajoknál az intestinalis epithelium a nyelőcső és a béltraktus átmeneténél kis csatornákkal bélelt sejteket, ún. chylus-sejteket hordoz. Minden egyes sejtben található egy fonálszerű, csillós, vakon végződő csatorna, amely a bélüregbe nyílik. A chylus-sejtek tömege így egy ismétlődő és igen jellegzetes mintázatot képez a bélfalban. A szelvények szerinti hozzátétőleges helyzetük fajspecifikus tulajdonság.

Nephridiumok: A televényférgek nephridiumai szabályos metanephridiumok, amelyek megfelelnek az oligochaeták körében megfigyelhető alapszabásnak. Szelvényenként kettőt találunk belőlük, amelyek ventrolaterálisan helyezkednek el a testüregben a dissepimentumokhoz kapcsolódva. A nephridiumoknak korai szerzők (pl. Bretscher, Eisen vagy Friend) igen nagy figyelmet szenteltek. Később használhatóságukat majdnem teljesen elutasították (pl. a Nielsen és Christensen szerzőpáros vagy Möller) annak köszönhetően, hogy alakjuk anterior – posterior viszonylatban még egy állaton belül is változik. Ma úgy gondoljuk, hogy a preclitellaris nephridiumok hasznos határozási információkat nyújthatnak, így pl. azok száma meglehetősen állandónak tűnik faji szinten. Ugyancsak lényeges a nephridiumok szerkezeti felépítése, melynél a szerv csatornájának lefutását, a dissepimentum előtti rövidebb (anteseptale) és a dissepimentum utáni hosszabb (postseptale) szakasz arányát és méretét valamint az ectalis vezeték eredésének pozícióját vesszük figyelembe (5. ábra) (DÓZSA-FARKAS 2010).

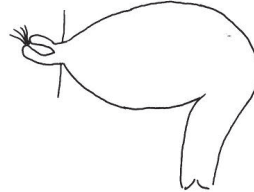
A) *Cernosvitoviella*



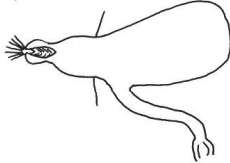
B) *Cognettia*



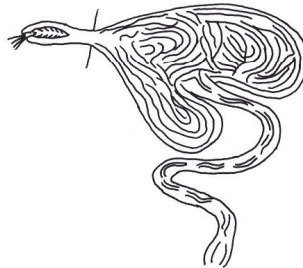
C) *Enchytraeus*



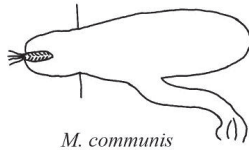
D) *Henlea*



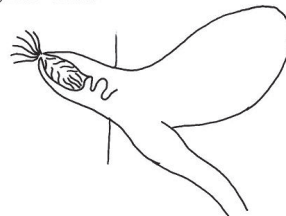
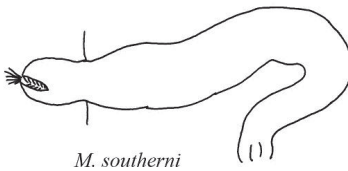
E) *Mesenchytraeus*



F) *Marionina*



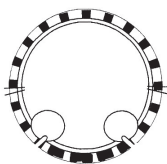
G) *Stercutus*



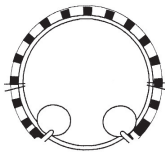
5. ábra. A televényféreg metanephridiumainak különböző formái az egyes genusokban (a szerző ábrája SCHMELZ ÉS COLLADO 2010 alapján).

Véredényrendszer: Felépítése hasonló az összes fajban. Taxonómiailag két tulajdonság, a feji erek elágazásának mikéntje, valamint a háti véredény (dorsal vessel) nyereghez viszonyított eredete használható (vagyis pre-, intra- vagy postclitellaris). Utóbbi karakter már a genusok közti elkülönítésben is szerepet játszik, így pl. a *Buchholzia* vagy *Stercutus* genus fajai a preclitellaris eredésű háti edény alapján könnyen elkülöníthetők. A vér általában színtelen, de lehet sárgás (pl. *Lumbricillus fennicus* Nurminen, 1964), rózsaszínű (pl. *Fridericia ilvana* Issele, 1905; *Marionina riparia* Bretscher, 1899) vagy piros (pl. *Fridericia magna* (Friend, 1899); *Marionina rubens* Rota, 1995) is.

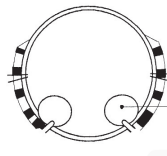
1. Körkörös kiterjedés:



gyűrű alakú



nyereg alakú



csak lateralisán fejlett

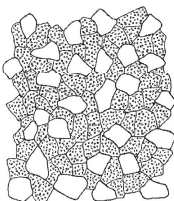
Keresztmetszeti ábrák a XII. szegmentum magasságában, a hímivarművelés szintjén

hím páرزószerv

2. Mirigysejtek mintázata:



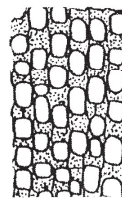
hálós
hyalocyták egymással kapcsolatban



hálós
hyalocyták izoláltak



határozatlan
keresztirányú sorokban



tömött
keresztirányú sorokban



különálló
keresztirányú kettős sorokban

6. ábra. A nyeregmirigyek elhelyezkedésének különböző mintázatai (SCHMELZ ÉS COLLADO 2010).

Reproduktív szervek:

Nyereg: Az ivarérett példányoknak clitelluma van. Ez a mirigyes megvastagodás többnyire a XII-XIII szegmentumon található, ugyanakkor a fragmentálódó fajok esetében a nyereg és az ivarszervek néhány segmentummal előrébb toldódhatnak.

A nyereg számos tulajdonsága jól alkalmazható taxonómiai célokra, így például a nyereg alakja, vagyis a clitellaris mirigysejtek ventralis ill. dorsalis jelenléte vagy hiánya. Informatív lehet még a mirigysejtek eloszlása, miszerint lehetnek különálló sorokban, sűrű sorokban, határozatlan sorokban, valamint hálózatos mintázatban (6. ábra).

A clitellaris mirigysejtek eloszlásának taxonómiai fontosságát SCMELZ (1996), továbbá ROTA ÉS HEALY (1999) egyaránt hangsúlyozta.

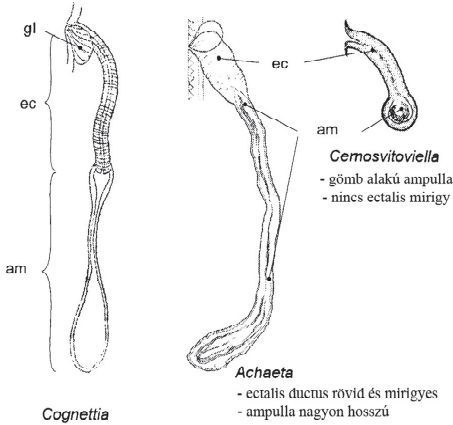
Ondóhólyagok (*vesicula seminalis*): Az ondóhólyagok a XI szelvény dorzális részében találhatóak, feladatuk a hímivarsejtek tárolása. Taxonómiailag releváns információt meglétük, eltűnésük, illetve méretbeli megnövekedésük nyújthat.

Spermatölcser: A spermatölcser egyike az általánosan használt morfológiai karaktereknek, már a legkorábbi fajleírásokban is megtalálható. Rendszerint megadjuk az abszolút méretét (hosszúság és szélesség mikrométerben) és/vagy a test átmérőjéhez viszonyított relatív hosszát (pl. a tölcser hossza a testátmérő 2/3-a), ezen kívül az alakját (pl. hengeres, körte alakú, tölcser alakú stb.), valamint ha van, akkor a tölcser gallériának magasságát és szélességét.

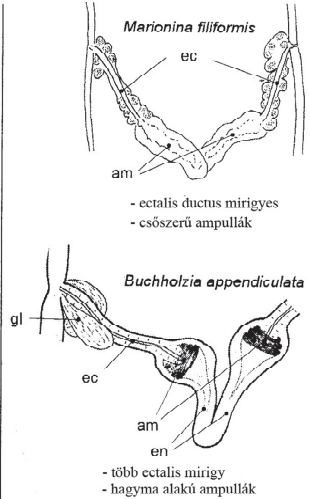
Hímivarsejtek: A hímivarsejtek méretét ISSEL (1905) már a huszadik század elején megadta, elsősorban *Fridericia* fajokra. Ennek ellenére csak közel 90 évvel később, WESTHEIDE ÉS GRAEFE (1992) hívták fel a figyelmet két *Enchytraeus* faj kapcsán, hogy a sejtmagok hossza hatékony bélyeg lehet az identifikációban. ROTA (1995) végül bevezette a fajleírásokba, mint standard karaktert, mivel sejtmagok mérete fajon belül nem variál.

Hím páرزószerv: Ez a szerv igen változó megítélést kapott az évek során, egyes kutatók részletes szövettani vizsgálatokat végeztek (EISEN 1904, SMITH ÉS WELCH 1913, WELCH 1914, BELL 1936, 1962), melyek a fajok közti eltérésekre mutatnak rá, ugyanakkor a szerzők nagyobb részénél a leírás csak nagyvonalakban érinti vagy teljesen el is hagyja ismertetésüket. Ennek a bonyolult felépítés az oka, amely élő egyedeken csak nagyon nehezen tanulmányozható, szövettani metszetekben pedig elveszik a térbeli felépítés vizsgálatának lehetősége. A szerv taxonómiai jelentőségét az

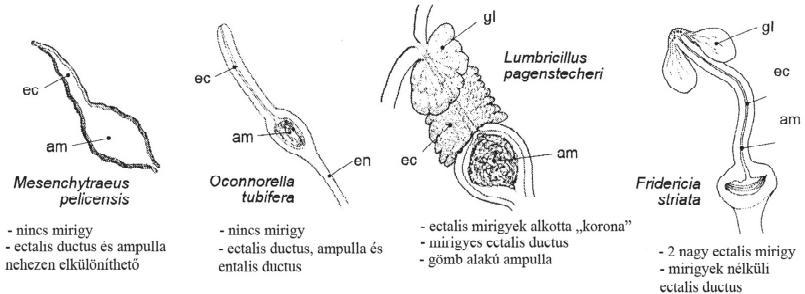
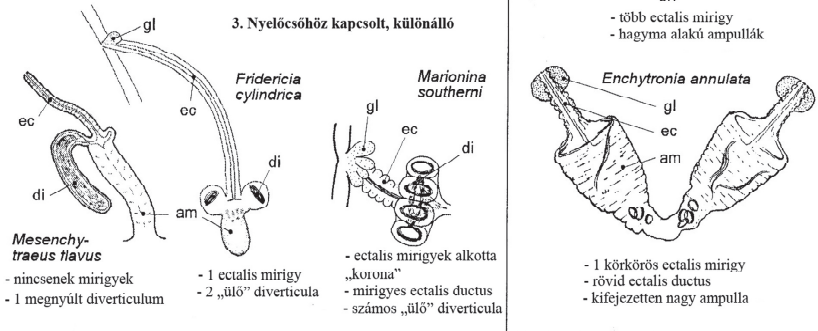
1. Szabad, nem kapcsolt a nyelcsőhöz



2. Nyelcsőhöz kapcsolt, proximalisan egyesült



3. Nyelcsőhöz kapcsolt, különálló



7. ábra. Spermatheca variációk egyes enchytraeida fajokban (SCHMELZ ÉS COLLADO 2010), am = ampulla, di = diverticulum, ec = ectalis ductus, en = entalis ductus, gl = ectalis mirigy.

újabb munkák megint előtérbe hozták (SCHMELZ 1996, 1998, ROTA ÉS HEALY 1999). Fontos tulajdonság az általános alakja, mérete (magassága, szélessége és hosszúsága), valamint nyílásának alakja, amely egy fajon belül állandó megjelenésű.

Subneuralis mirigy: A subneuralis mirigyek epidermalis mirigysejtek aggregációi a ventrális sertescsomók között. Kapcsolatban vannak a hasdúcúlcánccal, közvetlenül az ivarnyílások után. Meglétük vagy hiányuk fajon belül nem variábilis karakter.

Spermatheca (*receptaculum seminis*): Ez az egyik legjelentősebb szerv a fajok meghatározásában és elválasztásában. Két fő részből épül fel, az ectalis ductusból és az ampullából. További részei lehetnek az ampullán lévő diverticulumok és az ectalis mirigyek, melyeknek jelenléte, száma, mérete és alakja jól használható és informatív bélyeg. Az ectalis ductus esetében a hosszúság és az átmérő a mérvadó, de egyes esetekben fontos lehet az ectalis ductus proximalis végének alakja, vastagsága, ill. az ampulla lumenébe való betűródés mértéke. Magának az ampullának is számos taxonómiai szignifikáns jellemzője van, pl. a mérete, az alakja, a vastagsága, az epithelium textúrája. A divertikulumok esetében szintén azok száma, orientációja és mérete informatív. Alapvető fontosságú, hogy a szerv csatlakozik-e a nyelőcsőhöz, és ha igen, azzal kommunikál-e. E szerv taxonómiai jelentőségével DÓZSA-FARKAS (2008) foglalkozott részletesebben. Az alapvető spermatheca-típusokat a 7. ábra mutatja be.

3.1.2. Molekuláris vizsgálatok

Manapság a taxonómiai munka már szinte el sem képzelhető a megfelelő molekuláris vizsgálatok támogatása nélkül. Legyen szó akár egy fajleírásról vagy revízióról, az előző fejezetben is ismertetett morfológiai nehézségek feloldására ma már az enchytraeidák családjában is széleskörűen alkalmazunk ilyen eljárásokat.

A televényférgék esetében használt első molekuláris módszerek enzim-polimorfizmus vizsgálatok voltak. CHRISTENSEN ÉS MTSAI (1976) a *Lumbricillus lineatus* (Müller, 1774) amfimiktikus diploid és partenogentikus szimpatrikus populációinak összehasonlítására MLEE (Multi-Locus Enzyme Electrophoresis) analízist végeztek el a foszfoglükóizomeráz és a foszfoglükomutáz enzimekre. Két évvel később partenogentikus tri- tetra- és pentaploid populációk esetében is megismételték a vizsgálatokat (CHRISTENSEN ÉS MTSAI 1978). Ilyen fehérje-ujjlenyomat meghatározás alapján derült fény arra is, hogy a *Lumbricillus rivalis* (Levinsen, 1883) valójában két

morfológiailag nagyon hasonló faj együttese (CHRISTENSEN ÉS JELNES 1976). Hasonló eredményeket értek el BROCKMEYER (1991) ill. SCHMELZ ÉS MTSAI (2000), akik izozimiek PAGE-IEF (Polyacrylamide Gel Electrophoresis with Isoelectric Focusing) szeparálása révén közel rokon *Enchytraeus* fajokat választottak szét. SCHMELZ 2003-ban megjelent doktori munkájában a *Fridericia* genuson belül 34 fajra végzett teljes protein, valamint 3 enzimre (észteráz, foszfoglükomutáz és malát-dehidrogenáz) kiterjedő izozim vizsgálatot. Jelentős heterogenitást mutatott ki olyan taxonómiai problémás fajok esetében, mint például a *Fridericia maculatiformis* Dózsa-Farkas, 1972, a *Fridericia bulboides* Nielsen és Christensen, 1959 és a hozzá hasonló *Fridericia semisetosa* Dózsa-Farkas, 1970 vagy szimpatrikus *Fridericia parathalassia* Schmelz, 2002 populációk között.

Az első DNS vizsgálatokat SCHIRMACHER ÉS MTSAI (1998) végezték el enchytraeidákon, ahol két, morfológiai szempontból alig-alig megkülönböztethető faj, az *Enchytraeus variatus* Bouguenec és Giani, 1987 és az *Enchytraeus crypticus* Westheide és Graefe, 1992 között sikerült RAPD-PCR (Randomly Amplified Polymorphic DNA Polymerase Chain Reaction) alkalmazásával genetikai eltérést kimutatniuk. Hazai eredmények közül feltétlenül érdemes megemlíteni Cech és Dózsa-Farkas szerzőpáros munkáit. Ezekben két alkalommal írtak le tudományra nézve új fajt, melyeknek validitását PCR-RFLP (Polymerase Chain Reaction - Restriction Fragment Length Polymorphism) technikával igazolták (CECH ÉS DÓZSA-FARKAS 2005, DÓZSA-FARKAS ÉS CECH 2006).

A legújabb és jelentősebb eredmények közé tartozik ERSÉUS ÉS MTSAI munkája (2010), mely során 3 mitokondriális (12S rDNS, 16S rDNS és COI) ill. két nukleáris (18S rDNS és 28S rDNS) génszakasz vizsgálatával összesen 14 genus 86 fajának filogenetikai összehasonlítását végezték el. Ez a nagyszabású vizsgálat egyben az egész Enchytraeidae család molekuláris filogenetikájának a megalapozását is jelentette. Eredményeik nemcsak maga a család, de a legtöbb érvényes genus (*Acheata*, *Buchholzia*, *Cernovitoviella*, *Cognettia*, *Enchytraeus*, *Fridericia*, *Grania*, *Henlea*, *Mesenchytraeus*, és *Oconnorella*) monofiletikuságát is megerősítették. Ez alól csak a parafiletikusnak vélt *Lumbricillus* ill. már régóta polifiletikus tartott *Marionina* genusok képeznek kivételt. Ugyanebben a munkában a *Fridericia* genus a szekvenciavizsgálatok által teljes mértékben alátámasztva monofiletikus kládot alkot. A szerzők emellett azt is megállapították, hogy a nemen belüli alacsony felbontás, ill. más, a nemekhez

viszonyítva rövid terminális ághosszak azt valószínűsítik, hogy a nemen belül a közelmúltban egy extenzív radiáció ment végbe.

E fejezet záróakkordjaként, mint rendszertani kutatásokban jártas szakember, szeretném megjegyezni, hogy a jövőben sem lesz nélkülözhető a hagyományos morfológiai vizsgálat és a jószemű taxonómus munkája. Véleményem szerint a szekvenciák ismeretéből adódó segítséget okvetlenül ki kell használni, de a molekuláris módszerek morfológiai háttérismeretek nélkül semmit sem érnek. A két módszer csakis együtt vezethet eredményre, amit SCHMELZ (1999) alábbi mondatai is tükröznek: *“Protein patterns are used in this study to solve problems occurring on the morphological level. This does not mean that biochemical methods are ‘better’ than morphological methods. There is no priority of one method over the other, but it is the combination of methods that leads to sound results”.*

3.2. Oligochaeta fajok behurcolása és megtelepedési lehetőségei

3.2.1. Az idegenhonos fajok megjelenése új területeken

A biológiai sokféleség nagyrészt az élőlények elkülönült evolúciójának és a helyi feltételekhez való alkalmazkodásának az eredménye. Emellett az is közismert, hogy a fajok földrajzi elterjedésének környezeti és klimatikus akadályok is korlátokat szabnak. Az ember azonban óriási változásokat okozott a fajok természetes elterjedési mintázataiban azáltal, hogy tudatosan vagy véletlenül számos állat- és növényfajt hurcolt szét a Földön (DRAKE ÉS MOONEY 1989, VITOUSEK ÉS MTSAI 1996). Főbb okként említhető az európaiak gyarmatosítási tevékenysége, mely során magukkal vitték háziállataikat és termesztett növényeiket. A betelepítés tehát szándékos emberi cselekmény, amelynek következményeként kerül egy faj addigi areáján kívüli területre (STANDOVÁR ÉS PRIMACK 2001). Később az ember felismerte a betelepítések súlyos következményeit, ám az ezek kijavítására tett kísérletek sokszor sajnos csak fokozták a problémát. Ilyen eset, amikor az elszabadult idegenhonos faj megfékezésére annak természetes hazájából betelepített kártevője vagy predátora is károsítja az őshonos fajokat (HEDGEPEETH 1993). Hazánkban a legaktuálisabb példa erre az először 2008 februárjában észlelt kelet-ázsiai eredetű harlekinkatica (*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)) (MERKL 2008), melyet a levéltetvek elleni biológiai védekezés céljából először az

Egyesült Államokba, majd több nyugat-európai országba is betelepítettek, ám rendkívül nagy gondot okoz azzal, hogy kiszorítja az őshonos katicafajokat (LOMBAERT ÉS MTSAI 2010). A betelepítés mellett szinte ugyanolyan fontos jelenség a behurcolás, melynek során a faj nem szándékos emberi tevékenység hatására kerül areáján kívüli területre. Erre közismert példa a hajókon megbúvó vándorpatkány (*Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769)) világméretű elterjedése (STANDOVÁR ÉS PRIMACK 2001). A hajózás során használt ballasztvízzel is utazhatnak fajok, erre megdöbbentő példát ad CARLTON ÉS GELLER (1993), akik egy oregoni kikötőben kieresztett nehezekvízben nem kevesebb, mint 367 Japán-tengerből származó fajt mutattak ki. A betelepítés és a behurcolás együtt is jelentkezhet, pl. a betelepített fajokkal érkező paraziták vagy a szállított termőfölddel behurcolt propagulumok, talajlakó gerinctelenek.

Természetükből adódóan az egyes behurcolt vagy betelepített fajok jelenléte különböző mértékben feltűnő az ember számára. Nyilvánvalóan a gerincesek, a gazdasági kártevők vagy az egyéb okok miatt szembeötlő fajok könnyebben és többször kerülnek az érdeklődés középpontjába. Ugyanakkor nem szabad megfeledkeznünk az olyan rejtett életmódú csoportokról sem, mint pl. földgiliszták vagy televényféreg. Egyes teresztrikus oligochaeta fajok ugyanis igen intenzíven terjeszkednek új élőhelyeiken (LEE 1953, CSUZDI ÉS SZLÁVEZC 2003). Az elmúlt több mint száz évben a földgiliszták terjedését több kutató is behatóan tanulmányozta és megállapították, hogy a behurcolás ezt a csoportot is igen jelentősen érinti, és más taxonokhoz hasonlóan ugyanúgy megvannak az adventív fajaik (PARKINSON ÉS MTSAI 2004, CSUZDI ÉS MTSAI 2006). Világméretű elterjedésük egyik fő oka a növények kereskedelmi célú hajóztatása a Föld távoli részei között, de a vitorlás hajózás korában az is jelentősen közrejátszott, hogy az áruszállító hajókra ballasztként termőföldet hordtak, amit aztán a célállomás közelében kirakodtak (GATES 1982).

Az ilyen módon történő giliszta behurcolást SMITH (1893) már közel 120 éve ismertette. Új-Zéland farmjainak talajában 15 olyan *Lumbricus* fajt írt le, melyeket az Egyesült Királyságból hoztak be, valószínűleg örökzöld puszpáng (*Buxus sempervirens* L., Buxaceae) palántákkal. Ezeket műkertészetekben szaporították, aztán földlabdával együtt adták el magánkertekbe, ahonnan aztán a földgiliszták továbbterjedtek. Figyelemreméltó GATES munkája (1976) is, melyben az Egyesült Államok vámhivatalainak növény-karanténállomás adatait dolgozza fel. 25 éven át gyűjtött

anyagot és többségében importált növények talajából vett mintákat. Ez 24 Lumbricidae valamint 26 más gilisztacsaládból származó fajt tartalmazott.

Az új populációk kialakulásának kísérletes megfigyelésére több vizsgálat is történt. Ezek során azonban a tanulmányozott közönséges kozmopolita fajok által birtokba vett új területeken nem vagy alig éltek földgiliszták. BENGSTON ÉS MTSAI (1979) Izland észak-keleti részén betelepített két igen gyakori Lumbricidae fajt (*Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826) és *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843) egy rét talajába. A kísérletet során a talajba perforált műanyag zsákokat ástak be, melyeket 14 hónap múlva begyűjtöttek. Az *A. caliginosa* nagymértékű adult túlélést és coconprodukción mutatott, mely alapján betelepülésük határozottan kimondható. Ezzel szemben a *L. rubellus*-nak csak néhány egyede élte túl a betelepítést, és később ezek is teljesen eltűntek.

Egy másik megfigyelés egy igen kicsi, mindössze 3000 hektáros szigeten, a Raoul Island-en (Kermadec-szigetek, Új-Zéland) történt. 1904-ben a földgiliszták még nagyon ritkák voltak a szigeten, mindössze néhány Allolobophora és egy Acanthodrilidae faj volt megtalálható (BENHAM, 1904). Tíz évvel később ugyancsak BENHAM (1914) már megtalált olyan Lumbricidákat, mint pl. az *Eisenia fetida* (Savigny, 1826), a *Dendrobaena rubida* (Savigny, 1826) vagy a már korábban említett *A. caliginosa*. További gyűjtések (LEE 1953) már a sziget teljes területéről az *A. caliginosa* és az *E. fetida* teljes dominanciáját igazolták, vagyis ez a két faj mindössze 45 év alatt elterjedt az egész szigeten. Ezeket a fajokat, melyek közvetlenül valamilyen emberi tevékenység révén jutottak új habitatokba, vagy az ilyen hatások közvetett módon befolyásolták elterjedésüket, peregrine fajoknak nevezzük (LEE 1987). Magát a kifejezést egyébként MICHAELSEN vezette be 1903-ban, de eleinte olyan földgiliszta fajokra használták, melyek széles körben elterjedtek és földrajzilag elszigetelődtek egymástól (pl. olyan *Pontodrilus* vagy *Microscolex* fajok, melyek egymástól távoli szigetek talajában tömeges előfordulásúak). A faunaidegen fajok terjedésének egyik legújabb példája, hogy 2003-ban CSUZDI ÉS SZLÁVECZ Észak-Amerikában kimutatták a *Lumbricus friendi* Cognetti, 1904 fajt, mely egzótának számít a kontinensen, hiszen addig kizárólag Európa atlanti régiójából volt ismert (BOUCHÉ 1972). Másik kitűnő példafaj a *Dichogaster bolau*i (Michaelsen, 1891), amely egy kelet-afrikai eredetű faj, ám mérsékeltövi országokban nemcsak üvegházakban fordul elő, hanem több ízben is megtaláltak Svédország és Finnország épületeinek szennyvízrendszerében is (TERHIVUO 1991), később pedig magyarországi és izraeli

fürdőszobákban, kollégiumi zuhanyzóban (CSUZDI ÉS MTSAI 2006). A csőrendszerekben lévő kiegyenlített hőmérsékleti és állandó nedves, párás viszonyok egész évben megfelelő körülményeket biztosítanak a faj egyedei számára. Ezeket a földigilisztafajokat, melyek alkalmazkodtak a városi környezethez és ilyen viszonyok között is képesek életben maradni, a fenti szerzők domicole fajoknak nevezik.

A televényférgek esetében ez idáig nincsenek ilyen jellegű jól definiált csoportok, noha a földigilisztákhoz hasonlóan és velük párhuzamosan új élőhelyekre való behurcolásuk evidensnek látszik. Ilyenformán lehetnek adventív, peregrine, domicole vagy invazív fajaik, de ezeknek azonosítása a család világméretű feltártságának hiánya miatt véleményem szerint még nem, vagy csak részben lehetséges. Pedig vizsgálatuk igen fontos lenne, hiszen már kis mennyiségű talajjal is szállíthatóak, de új élőhelyre kerülhetnek akár egy darab mohával, fakorhadékkal stb. is.

Városi környezetben, mesterségesen létrehozott parkokban végeztek már faunisztikai feltárást televényférgekre. SCHLAGHAMERSKÝ ÉS PIŽL (2009) 6 brnoi parkot vizsgáltak, melyek őshonos és egzóta vegyes állományú és korú lombhullató és tűlevelű fafajokból álltak. Összesen 29 televényféreg fajt találtak, melyek közül 3 volt faunára nézve új, de jellemzően idegenhonos faj nem került elő. A megállapított legmagasabb denzitásérték 6103 ± 1157 egyed/m² volt, ami a természetes erdőtársulásokhoz képest alacsonynak mondható. A parkok méretével kapcsolatban azt az összefüggést állapították meg, hogy a nagy (16-18 ha) és közepes (2,4-2,7 ha) méretű parkok fajszáma szinte azonos volt (11-13), csak a nagyon kis méretűeknél (0,01 ha) volt csekély (3-5).

3.2.2. A jövevény fajok őshonos faunára gyakorolt hatása

Az új élőhelyekre való eljutás azonban nem egyértelműen jelent megtelepedést. A legtöbb jövevény faj ugyanis nem képes életben maradni új környezetében, bár ritka esetekben előfordulhat, hogy stabil részese lesz az őshonos fajok közösségének. Új környezetében a faj meghonosodottnak tekinthető, ha van legalább egy olyan populációja, amely a populáción kívülről származó propagulumok vagy egyedek rendszeres beáramlása nélkül is képes fennmaradni. Ugyanakkor bizonyos fajok képesek gyorsan és tömegesen elterjedni, és ezzel rövidebb-hosszabb időre felboríthatják a korábban kialakult ökológiai egyensúlyt. Noha hosszú távon ez a

folyamat egy új egyensúlyi helyzet kialakulásához vezet, közben őshonos fajok tűnhetnek el az életterükről való kiszorítás, vagy a túlzott predációs nyomás miatt. A környezetükre gyakorolt hatásuk alapján az adventív vagy más néven jövevény fajok, melyek egy területre betelepítés, behurcolás vagy bevándorlás útján bekerül, nem őshonos fajok, több kategóriába sorolhatók. Az inváziós faj olyan meghonosodott, nem őshonos faj, amelynek elterjedési területe és populációmérete számottevő sebességgel növekszik (PÁSZTOR ÉS OBORNY 2007). (Ez a jelenség nem tévesztendő össze egyes fajoknál megfigyelt és ugyancsak invázióknak nevezett tömeges megjelenéssel és vándorlással, pl. KORSÓS 1998). Az inváziós faj fogalma egyébként a mai napig nem teljesen tisztázott, hiszen egy adott faj kontrollálatlan elszaporodásának nem feltétele az idegenhonosság, bár a kifejezést klasszikus értelemben a messziről érkező sikeres hódítókra használjuk. Ha az inváziós faj terjedése során a meghódított táj vagy közösség jellemző sajátosságait (szerkezetét vagy működését) jelentősen megváltoztatja, átalakító fajnak nevezzük (MIHÁLY ÉS BOTTA-DUKÁT 2004). Ilyen képességgel a földigiliszták is rendelkeznek, így pl. avarfogyasztásuk vagy a talaj ásványi és szervesanyag-tartalmának átmozgatása miatt erősen megváltoztathatják a tápanyag hozzáférést és a talaj fizikai szerkezetét (LEE ÉS FOSTER 1991). A talaj ilyen formán megváltozó szerkezetének komoly következménye az ezáltal szintén megváltozó komplexitás és heterogenitás. A habitat komplexitásával pozitívan korrelál a biológiai diverzitás és denzitás (HEWITT ÉS MTSAI 2005), vagyis a jövevény fajok átalakító hatása attól függ, hogy tevékenységük növeli vagy csökkenti egy habitat diverzitását (CROOKS 2002). MIGGE-KLEIAN ÉS MTSAI (2006) revíziós munkájukban bemutatták, hogy a földigiliszták aktivitása rövid idő alatt növeli a mikrohabitatok komplexitását, de hosszú távon csökkenti azt, így az invazív földigiliszták kezdetben növelik, majd csökkentik az denzitást és a diverzitást. Ezáltal a földigiliszták fajok nem csak egymásra vannak hatással, de befolyásolják a mikroarthropoda és enchytraeida denzitást és diverzitást is (DÓZSA-FARKAS 1978b). Kezdeti rövid távú pozitív hatást vált ki az ürülékükkel elkevert talaj pl. ugróvillásokra (SALMON ÉS PONGE 1999, SALMON 2001, WICKENBROCK ÉS HEISLER 1997) de azok ragadozóira is (MARAUN ÉS MTSAI 1999). Az ürülék mellett hasonló hatást tulajdonítanak az általuk kiválasztott nyálkának, mely baktériumok és gombák növekedését segíti elő a járatokban, de maguk a járatok is ilyenek, melyek más fajoknak is lehetővé teszik a mélyebb talajrétegekbe való lejutást (MARINISSEN ÉS BOK 1988). A jelentős mértékű avarfogyasztás és az egyéb szervesanyag-forrásokért való versengés, valamint a talaj

mechanikai átalakítása azonban hosszú távon negatív hatással bír (MARAUN ÉS SCHEU 2000, MARAUN ÉS MTSAI 2003). Ez a hatás éppúgy érvényes szaprofág mikroarthropodákra (BROWN 1995), mint a televényférgekre, melyek denzitását a gilisztákkal való kompetíció csökkenti. Ezt az állítást laboratóriumban már több, egymástól független kísérletben bizonyították (HAIMI ÉS BOUCELHAM 1991, HUHTA ÉS VIBERG 1999, RÁTY ÉS HUHTA 2003).

Ahogy a jövevény földgiliszták esetében, úgy az egzóta televényférgenél is feltételezhető a fentiekhez hasonló jellegű közösségmódosító hatás. Noha az enchytraeidák a földgilisztáknál kisebb méretűek, helyenként nagyon abundánsak lehetnek, és a nagy tömegben megjelenő jövevényfajok befolyásolhatják a mikrohabitatok komplexitását. Sajnos erre vonatkozó konkrét kutatási eredmények még nem állnak rendelkezésünkre, sőt mi több, televényférgék behurcolásáról vagy lehetséges inváziós hatásáról sem. Enchytraeidák természetes betelepülési folyamatának vizsgálatáról is mindössze egy tudományos munka született: CHRISTENSEN ÉS DÓZSA-FARKAS (2006) a család teresztrikus fajainak invázióját vizsgálták két posztglaciális tundrán. Ennek során megállapították, hogy a kanadai sarki szigetív őshonos faunája főként észak-amerikai és északkelet-grönlandi behatásoknak van kitéve, míg a beringiai tundrai fajoknak kisebb a befolyása.

3.2.3. A jövevény fajok megtelepedést elősegítő tulajdonságai

Az új környezetbe kerülő fajok túlélését számos tényező befolyásolhatja. A környezeti paraméterek mellett morfológiai sajátosságok is szerepet játszhatnak, melyek valamilyen szempontból előnyt jelentenek az őshonos fajokhoz képest, ezáltal az idegenhonos faj megtelepedését elősegíthetik.

Televényférgék esetében ilyen morfológiai tulajdonság lehet a cuticula vastagsága. Ez többnyire vékonyabb 1 μm -nél, de néhány fajnál (pl. *F. auritodes*, *F. connata*, *F. semisetosa*) meghaladhatja ezt az értéket. Sőt, egyes esetekben egészen 6 μm -ig terjedhet (pl. *F. maculata*), miáltal vastagabb lesz az epidermisnél és a körkörös izomrétegnél is, és így a faj szárazságtűrését növelheti (SCHMELZ 2003).

A testméretre vonatkozóan MICHAELSEN (1924) figyelte meg, hogy a peregrine földgiliszta fajok átlagosan rövidebbek, mint az endemikusak. Ennek elsődleges előnye valószínűleg a behurcolás során jelentkezik, lévén a kisebb méretű fajok könnyebben élhetnek túl csekélyebb mennyiségű talajban is.

Egy másik fontos tényező a szaporodás hatékonysága, mely egyértelműen hatással van egy adventív faj elterjedésének sikerére. Gyorsabb reprodukció vagy nagyobb számú utód létrehozása esetén a jövevénynek értelemszerűen nagyobb esélye van új életterét meghódítani.

A televényféregnek általában amphimiktikusan szaporodnak, de emellett egyéb stratégiák is ismertek. Léteznek parthenogenetikusan szaporodó populációk (CHRISTENSEN 1961), melyek dominanciáját kísérletesen is kimutatták az ivaros szaporodó fajtársaikkal szemben (CHRISTENSEN ÉS MTSAI 1978, 1992). Az uniparentális szaporodásnak egy másik módja az önmegtermékenyítés, melyet első ízben DÓZSA-FARKAS (1995a) mutatott ki 3 *Enchytraeus* fajnál. Ezen kívül egyes fajok képesek ivartalanul, fragmentációval is szaporodni, mely során az egyed meglehetősen gyorsan és nagy számban képes reprodukálódni. Érhető módon ez igen kedvező egy új habitatra kerüléskor, melyet r-stratégistaként könnyebben be tudnak népesíteni. Minthogy az általam megvizsgált üvegházak felénél előkerültek fragmentálódással szaporodó fajok, melyekre jelentőségüknél fogva pontosan megfigyelt és bizonyított kísérletet hajtottam végre, erre a szaporodási módra kicsit részletesebben kitérnék.

A fragmentálódással való szaporodás jelenségét a televényféreg körében először BELL (1959) publikálta. Az *Enchytraeus fragmentosus* Bell, 1959 fajnál figyelte meg, hogy egyedei 3-8 darabra „snek szét” a test keresztirányú befűződése révén. Ezt követően a fragmentek feji és farki szelvényeket növesztenek, és belső szerveik is kialakulnak.

Később CHRISTENSEN (1984, 1994) Oligochaetáknál két különböző típusú keresztirányú befűződést definiált: (1) a paratomia során az egyed szétválását, vagyis az új egyedek létrejöttét egy ún. osztódási zóna létrejötte előzi meg, ahol a leendő anterior és posterior végek kifejlődnek még a szétválás előtt. Ez a típus pl. a láncosgilisztákra (Naididae) vagy az olajosgilisztákra (Aelosomatidae) jellemző. (2) Az architomia során viszont a féreg hirtelen válik szét fragmentekre, melyet a testfal izomzatának erőteljes összehúzódásai okoznak. Az új egyedek ezekből a fragmentekből alakulnak ki az állat anterior végének későbbi kialakulásával. Ez a fajta egyszerű „szétesés”, melyet regeneráció követ pl. a mocsárgilisztákra (Lumbriculidae) és néhány televényféreg fajra (Enchytraeidae) jellemző.

Noha a szaporodásnak ez a fajtája nem szokatlan a közelrokon taxonok körében, az enchytraeidáknál egyáltalán nem mondható általánosnak. A közel hétszáz leírt és érvényes faj közül eddig mindössze 3 genus 8 fajnál ismert: *Buchholzia appendiculata*

(Buchholz, 1862); *Cognettia sphagnetorum* Vejdovský, 1877; *C. glandulosa* Michaelsen, 1888; *Enchytraeus bigeminus* Nielsen és Christensen, 1963; *E. dudichi* Dózsa-Farkas, 1995; *E. fragmentosus* Bell, 1959; *E. japonensis* Nakamura, 1993 és *E. variatus* Bouguenec és Giani, 1987. Ezeknél a fajoknál az egyedek képesek váltogatni az ivaros szaporodást és a feldarabolódással történő sokszorozódást, de az egyes fajoknál eltérő életstratégiákat figyeltek meg. Az *Enchytraeus bigeminus* csak akkor válik ivaréretté, ha az egyedsűrűsége alacsony (CHRISTENSEN 1973). Ezzel szemben az *E. dudichi* esetében (amely méretét tekintve a legnagyobb a fragmentálódó fajok között), ez pont fordítottan működik: ha kevés állat van egy térben, eleinte csak fragmentálódással, gyors tempóban feldúsítja populációját. Amikor azonban az egyedszám eléri egy bizonyos értéket, akkor a férgek ivaréretté válnak és szexuálisan is szaporodnak (DÓZSA-FARKAS 1996). Mindkét típustól eltérően az *E. variatus* Bouguenec és Giani, 1987 esetében a felnőtt egyedek nem darabolódnak fel, vagy ha valamiért ez mégis bekövetkezik, akkor csak a fej-fragment regenerálódik, a többi elpusztul (BOUGENEC ÉS GIANI 1989). Ennél a fajnál az adult példányok csak ivaroson szaporodnak, majd általában 35 nap után, egyszerre elpusztulnak, az új nemzedék pedig a kokonokból alakul ki. A juvenilek képesek fragmentálódásra. A másik két, feldarabolódással is szaporodó *Echytraeus* fajról (*E. fragmentosus* Bell, 1959 és *E. japonensis* Nakamura, 1993) csak azt tudjuk, hogy az egyedek igen ritkán és különleges körülmények között válnak ivaréretté (VENA ÉS PHILPOTT 1968, MYOHARA ÉS MITSUAI 1999). A *Cognettia sphagnetorum*, a *C. glandulosa* és a *Buchholzia appendiculata* fajok egyedei egész évben fragmentálódhatnak, ivarérett példányokat csak ősszel vagy kora tavasszal találunk (LUNDKVIST 1982, DÓZSA-FARKAS 2002).

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Mintavétel

2006 márciusa és 2011 decembere között 13 magyarországi intézményben vagy gyűjteményben vettem talajmintákat, 9 belső (üvegházak), ill. 7 szabadföldi helyszínen. Összesen 23 alkalommal 195 talajmintát gyűjtöttem be, két esetben pedig a Somay László és Szövényi Gergely által gyűjtött mintákat dolgoztam föl (Függelék, 12. és 13. táblázat).

A vizsgálatok során elsősorban kvalitatív és három esetben kvantitatív mintavételezés történt. A minőségi mintavételezés egy kisméretű kézi ásóval végeztem, és főként a talaj felső 5-8 cm-ét érintette, minthogy az irodalom alapján itt fordul elő a televényférgek 70-90%-a (DÓZSA-FARKAS 2002). A növénytartó medencék (esetenként nagyobb cserepek) földjéből mintánként 1-2 litert vettem, közvetlenül a növények tövénél úgy, hogy a minta azok finom gyökérzetét is tartalmazta. Számos esetben gyűjtöttem a talajminták mellé bomlófélben lévő avart vagy növényi korhadékot, mivel a televényférgek egyes genusai (pl. *Bryodrilus*, *Mesenchytraeus*) ezeket preferálják. Minden esetben feljegyeztem a növényfajt (amennyiben ez nem volt ismert, úgy a nemzetséget), melynek tövéből a mintát gyűjtöttem, továbbá a talaj és a levegő hőmérsékletét is (Függelék, 15. táblázat).

A mennyiségi mintákat a Fővárosi Állat- és Növénykertben, az ELTE Fűvészkertjében, és a vácrátóti Ökológiai és Botanikai Kutatóintézetben vettem egy speciális, szétnyitható fémhengerrel, melynek átmérője 2,2 cm, vagyis a minta 3,8 cm² felületű. A minták pontosan 10 cm mélyek voltak, így minden egyes minta térfogata 38 cm³ volt. A mintákat ezután a laboratóriumba szállítottam, és feldolgozásig hűtőszekrényben (5-10°C) tároltam. Azt tapasztaltam ugyanis, hogy bár az üvegházak talajának hőmérséklete minden esetben meghaladta a 20 °C-t, a szobahőmérsékleten való tárolás során az állatok sokkal hamarabb elpusztulnak.

Az állatokat az ún. O'Connor-féle vizes tölcsér módszerrel futtattam ki (O'CONNOR, 1962) (8. ábra). Ennek során a talajmintát egy tölcsérben lévő szitába helyeztem, majd a tölcsért a csőrére húzott gumicsővel elzártam. A tölcsért vízzel felöntöttem és egy 40 W-os működő izzó alá helyeztem 2,5-3 órára. A meleg hatására a televényférgek a szitán át a talajból a tölcsér alján lévő gumicsőbe süllyednek, ahonnan a futtatási idő végén a vízzel együtt egy edénybe kiengedhetők.

A futtatóból leeresztett folyadékot 50 µm lyukbőségű planktonhálón öblítettem át, így az ennél kisebb méretű, nagyon finom talajszemcsék kimosódtak és nem zavarták a sztereomikroszkópos válogatást. A férgek az atmoszféra követően megmaradt kevés maradék talajjal együtt Petri-csészékbe helyeztem. Így megfelelően hideg hőmérsékleten (4-8 °C) néhány hétig eltarthatóak. Az ennél tovább tartó tárolás után ilyen körülmények között viszont már bizonyos degenerációk figyelhetők meg, mint pl. sertéknék a testüregbe való abszorpciója, ill. a serték és coelomocyták számának csökkenése, metanephridiumok és ivarszervek redukciója stb. (SCHMELZ 2003).



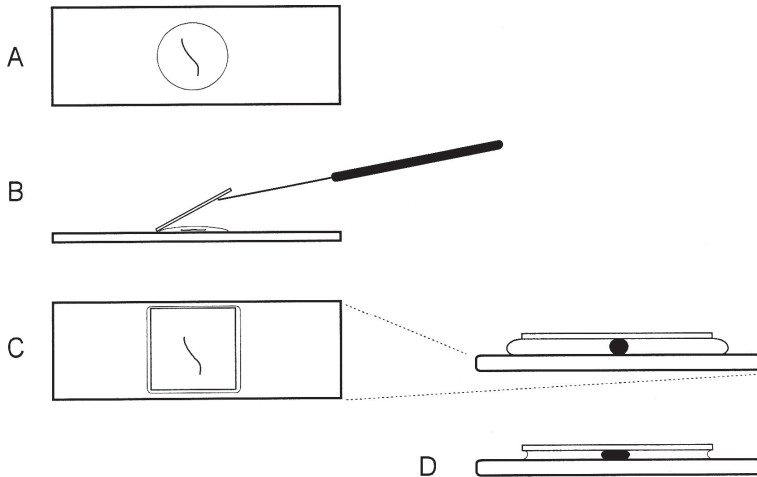
8. ábra. Az O'Connor-féle vizes tölcser futtató (ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék).

4.2. Fénymikroszkópos vizsgálatok

4.2.1. Élő állatok vizsgálata

A talajból kinyert állatokat élő állapotban, fénymikroszkóp segítségével azonosítottam, ill. határoztam meg, amely NIELSEN ÉS CHRISTENSEN 1959-ben megjelent enchytraeidás monográfiája óta általános módszernek számít. Ennek során a férgeket egy csepp vízben tárgylemezre helyezzük (9. ábra, A), majd az állatok méretétől függően különböző nagyságú fedőlemezrel letakarjuk azokat (9. ábra, B). A fedőlemez alatt lévő víz mennyiségének változtatásával (pipettával történő hozzácseppentés vagy

szűrőpapírral való elszívás) az állatot érő nyomás a vizsgálatnak megfelelően változtatható (9. ábra C és D). Ennek igen nagy jelentősége van, mert egyrészt így az állatok tekergetésének intenzitása jelentősen csökkenthető és mozgásuk is lelassítható, másrészt a fedőlemez nyomásának hatására a férgek hengeres teste kissé ellaposodik, miáltal könnyebben láthatóvá válnak a határozáshoz szükséges belső szervek. Optimális nyomás esetén az állat csak kevéssé, de képes mozogni, így a belső szervek is enyhe hullámszerűen jönnek, egymás takarásából kikerülnek, ezért könnyebben vizsgálhatók.



9. ábra. Élő televényférgék fénymikroszópikus vizsgálata (SCHMELZ ÉS COLLADO 2010).

Nagyobb méretű televényférgék (2-3 cm) esetében a fedőlemez nyomása már kevés az immobilizáláshoz, így ott bódítást kell alkalmazni. Ehhez túlnyomórészt CO₂-ot tartalmazó ásványvizet használtam. Ennek sajnálatos hátránya, hogy a testfolyadék kissé homályosabbá válik tőle, így csak azon esetekben alkalmazható, ahol ez a jelenség nem hordozza magában a tévedés kockázatát (pl. egyes képletek számának megállapításához nem szükségeszerű azokat élesen látni). Kísérleteztem egyéb nyugtatókkal is (pl. lidokain, kloroform és dietil-éter vizes oldata) de ezek nem, vagy csak elenyésző mértékben bizonyultak hatékonyak.

A fentieknek megfelelően kezelt állat ezután fajtól függően kb. 10-40 percig is vizsgálható, mely többnyire elegendő idő a taxonómiailag fontos, mintegy 20 karakter megfigyeléséhez és dokumentálásához. Ezekről feljegyzéseket, rajzokat készítettem, illetve a mikroszkópra szerelt digitális fényképezőgép segítségével képeket készítettem az élő állatokról. Munkám során DIC (Differential Interference Contrast) prizmával felszerelt Zeiss Axioskop 2 és 10 típusú mikroszkópokat használtam 100-400x-os nagyítással, illetve Zeiss AxioCam MRc 5 kamerát a hozzá tartozó Axiovision képkezelő programcsomaggal.

4.2.2. Preparátumok készítése és fixált állatok vizsgálata

Noha az élő férgek vizsgálata elengedhetetlen az azonosításához, bizonyos szervek vagy szövetek csak festett állapotban vizsgálhatók pontosan, ezért egyes példányokból preparátumokat kellett készíteni. Így az élő példányokat megfigyelésük végeztével a további vizsgálatoktól függően különböző módokon tartósítottam. Amíg a molekuláris vizsgálatra szánt egyedek száraz Eppendorf-csőbe helyezve -20 °C-on azonnal lefagyaszthatók, addig a preparátumok készítéséhez a férgeket fixálás előtt el kell kábítani. Erre azért van szükség, mert ha az állatot hirtelen éri sokkhatás valamilyen vegyi anyagtól (jelen esetben etil-alkoholtól), akkor jelentősen összehúzódik, így később belső szervei nem jól láthatók és a valós méretei is torzulnak. A bódításhoz 70%-os etanolt használtam, melyet cseppenként adtam egy vizet tartalmazó kisebb edénybe melyben a preparálásra szánt enchytraeidák is voltak. Így a lassan növekvő alkoholkoncentráció hatására az állatok elernyedtt állapotban múltak ki. Az elpusztult férgeket ezt követően egy-két hétre 70 %-os etanolba helyeztem a szövetek teljes vízmentesítése érdekében.

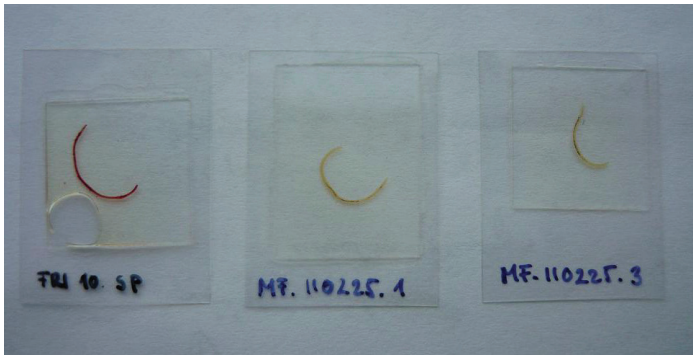
A festésekhez az esetek döntő többségében borax-carminet használtam, amelyet elsősorban az ivarszervek és a garatmirigyek festésére alkalmaznak. A művelet során az enchytraeidákat a 70 %-os alkoholból helyeztem át a festékbe, ahol fajtól és mérettől függően a férgeket kb. 10-30 percig tartottam. Ezt követően sósavas alkoholba (4-5 csepp cc. HCl 100 ml 70%-os etanolban) kerültek. Ennek a fázisnak az a szerepe, hogy az izom- és kötőszövetek festett színét elhalványítsa, míg a korábban említett szervek élénkvrösek maradnak, így jól vizsgálhatóak. A kívánt árnyalat elérése után a

preparátumokat ismét 70 %-os alkoholba raktam, hogy a sósvat kimossam belőlük (ellenkező esetben idővel teljesen kifakulnak).

A festett preparátumokat ezt követően 96%-os alkoholba, majd szegfűolajba merítettem, mely a szöveteket valamelyest áttetszővé, ezáltal könnyebben vizsgálhatóvá teszi. Azon kisebb méretű fajok esetében, melyek vékony kutikulával rendelkeznek, néha elegendő volt a férgeket az alkoholból a festés kihagyásával közvetlenül a szegfűolajba áthelyezni.

A végleges preparátumokat euparalban rögzítettem egy nagy (24x32 mm) és egy kisméretű (18x18 mm vagy 18x24 mm) fedőlemez között (10. ábra). Ennek előnye, hogy a preparátum megfordítható, így mindkét oldal vizsgálható. Hátránya viszont, hogy rendkívüli törékenysége miatt igen óvatos kezelést igényel.

A preparátumok tanulmányozásához az előző fejezetben említett digitális kamerát és mikroszkópokat használtam 200-1000x-es nagyítással. A képeket ezután Axiovision szoftverrel kezeltem, minthogy ezzel a programmal az egyes szervek mikrométer pontosan megmérhetők, ill. számos képkezelő funkciójával (pl. utólagos élesítés, kontrasztosítás stb.) az elkészített képek szemléletesebbé tehetők, ill. egyes határozóbélyegek jobban kiemelhetők.



10. ábra. Tartós televényféreg preparátumok fedőlemezek között, euparalban rögzítve.

4.3. Molekuláris biológiai vizsgálatok

A molekuláris biológiai vizsgálatok során CECH (2011) doktori disszertációjában leírtak alapján jártam el. A vizsgálatok nagy részét az ELTE Állatrendszertani- és Ökológiai, valamint Növényrendszertani és Ökológiai Tanszékének közös laboratóriumában végeztem. A szekvenálásra küldött pelleték beszártása az ELTE Mikrobiológia Tanszékén történt.

4.3.1. *Mintagyűjtés, DNS-izolálás, amplifikáció*

A molekuláris vizsgálatokra szánt kisméretű (4-8 mm) férgek teljes egészében, a nagyobb példányok (10-25 mm) esetében pedig a levágott farokrészt szárász Eppendorf-csőbe helyeztem és azonnal mélyhűtőbe tettem -20 °C-ra.

A DNS izolálásához a QIAGEN DNeasy kitjét használtam, az eluációs lépésig a protokollnak megfelelően. A DNS membránról történő leoldásakor azonban a javasolt mosópuffernek csak negyedét használtam (2 x 200 µl helyett 2 x 50 µl-t), mert a mintákból kinyerhető DNS mennyisége kevés volt és ez a módszer töményebb oldatot eredményez. Az így kapott izolált DNS detektálása gélelektroforézissel történt 1%-os agaróz gélben.

Az eukariota nukleáris riboszomális DNS egyes kódoló szakaszai (pl. 18S rDNS, citokróom-oxidáz 1), melyeket a rokon csoportoknál használnak (pl. földigiliszták, piócák), viszonylag lassan változnak az evolúció során, ezért alacsony taxonómiai szinteken alkalmatlanok az elágazások megismerésére (HILLIS ÉS DIXON 1991). A fajok nagymértékű divergenciája (vagyis a fajkeletkezés) viszont új mutációk megjelenéséhez és elterjedéséhez vezet a riboszomális DNS nem kódoló régióinak esetében is, vagyis az izolálódás az olyan variábilis szekvenciákban, mint a spacer régiók, az idő elteltével egyre több különbséghez (pl. mutációk, gap-ek) vezet. Mivel ezek nem kódoló szakaszok, gyors lesz ez a folyamat. Emiatt az ITS (internal transcribed spacer) szekvenciák filogenetikai célokra történő felhasználása népszerűvé vált a közel rokon fajok filogenetikai analízisében (CECH 2011), így magam is a nukleáris rDNS ITS régióját használtam a vizsgálataimhoz.

1. táblázat. A molekuláris vizsgálatok során alkalmazott primerek adatai.

ITS primerek	Szekvencia (5' – 3' irányban)	Hivatkozás
BD1	GTC GTA ACA AGG TTT CCG TA	PERROT-MINNOT (2004)
BD2	TAT GCT TAA ATT CAG CGG GT	
ETTS1	TGC TTA AGT TCA GCG GGT	KANE ÉS ROLLINSON (1994)
ETTS2	TAA CAA GGT TTC CGT AGG TGA A	
NC5	GTA GGT GAA CCT GCG GAA GGA TCA TT	CUTILLAS ÉS MTSAI (2002)
NC2	TTA GTT TCT TTT CCT CCG CT	

A minták ITS szakaszának felszaporítását PCR-rel végeztem, melyhez több primerkonstrukciót is használtam. Ezek hatékonyságukban meglehetősen hasonlóknak bizonyultak. Az alkalmazott primerpárosítások (BD1 és BD2, ETTS1 és ETTS2, NC5 és NC2) szekvenciáit és hivatkozásait az 1. táblázat tartalmazza.

A felhasznált reagensek az alábbiak voltak:

- 10xPCR puffer (200 mM TRIS/HCl, 15 mM MgSO₄, 100 mM KCl) – Fermentas
- MgCl₂ oldat (25 mM) – Fermentas
- dNTP keverék (1 mM dATP, 1 mM dGTP, 1 mM dCTP, 1 mM dTTP) – Fermentas
- forward primer (BD1, ETTS1, NC5, 3,25 x 10⁻⁴ M) – Bio-Science
- reverse primer (BD2, ETTS2, NC2, 3,25 x 10⁻⁴ M) – Bio-Science
- ddH₂O
- Taq polimeráz LC (Low Concentrated, 1 u/μl) vagy DreamTaq™ polimeráz (5 u/μl) – Fermentas

A PCR-hez szükséges reagensek pontos összetétele a 2. táblázatban, a hőprofil megválasztása a 3. táblázatban látható. Általában egymással párhuzamosan több reakciót végeztem, így a komponenseket egy Eppendorf-csőbe mérve premixet készítettem. Minden összetevőből a reakciók számához képest plusz egy adagot mértem be, hogy az Eppendorf-csövek ill. pipettahegyek falára tapadt folyadékfilm okozta veszteség miatt a premix mennyisége ne lehessen kevesebb a szükségesnél. Ezt követően a premixet alaposan vortexeltem, centrifugáltam (4000 rpm), majd 0,2 ml-es PCR reakciócsövekbe mértem szét. Ezekhez adtam hozzá a templát DNS-t, amelynek szükséges mennyiségét az agaróz gélelektroforézis eredményétől függően állapítottam

meg. A reakciócsöveket ismét alaposan vortexeltem és lecentrifugáltam. A PCR-hez BioRad DNA Engine típusú készüléket használtam.

2. táblázat. A PCR pontos összetétele.

10x PCR puffer	5 µl	premixnek összemérve
MgCl ₂	4 µl	
dNTP	10 µl	
Forward primer	0,5 µl	
Reverse primer	0,5 µl	
dH ₂ O	24 - 27 µl	
DNS templát	2-5 µl	
Taq pol. (1 U/µl)	1 µl	
Összesen	50 µl	

3. táblázat. A PCR hőprofilja.

Kezdeti denaturáció	98°C	5 perc	
Taq polimeráz bemérése	94°C	10 mp	
Denaturáció	94°C	1 perc	40 x
Anelláció	50°C	1 perc	
Extenzió	72°C	2 perc	
Végő extenzió	72°C	10 perc	
Hűtés	4°C	∞	

4.3.2. Szekvenáló reakciók

Az egyes szekvenáló PCR-hez felhasznált reagensek az alábbiak voltak:

- Big Dye Terminator Ready Cycle Sequencing Kit AmpliTaq DNS polimerázzal – Perkin Elmer. A kit már összemérve tartalmazza a reakcióhoz szükséges nukleotidokat (dNTP keverék megfelelő mennyiségű fluoreszcens festékkel jelölt dideoxi-nukleotiddal elegyítve), a MgCl₂-ot, valamint egy speciálisan módosított Taq polimerázt (AmpliTaq), ami megfelelő affinitással építeti be a jelölt dideoxi-nukleotidokat is.
- Big Dye Terminator Ready Cycle Sequencing Kit hígító puffere – Perkin Elmer
- szekvenáló primer (3,25 x 10⁻⁴ M) – Bio-Science
- ddH₂O

Mivel több reakciót végeztem párhuzamosan, a komponenseket egy Eppendorf csőbe mérve premixet készítettem. Ezt alaposan vortexeltem, lecentrifugáltam, majd 0,2 ml-es reakciócsövekbe mértem szét. Ezekhez adtam hozzá a megtisztított, szekvenálásra

kész PCR terméket. A reakciócsöveket ismét alaposan vortexeltem és lecentrifugáltam. A reakciót BioRad DNA Engine típusú készülékkel végeztem.

4. táblázat. A szekvenáló PCR pontos összetétele.

Big Dye	2 µl	premixnek összeméve
Big Dye puffer	3 µl	
dH ₂ O	9 µl	
primer	1 µl	
Templát PCR	5 µl	

5. táblázat. A szekvenáló PCR hőprofilja.

Denaturáció	96°C	10 mp	28x
Anelláció	50°C	5 mp	
Extenzió	60°C	4 perc	
Hűtés	4°C	∞	

A szekvenáló reakció összemérésének adatai a 4. táblázatban, az adott reakció hőprofiljának megválasztása az 5. táblázatban látható. Az eltérő génszakaszokhoz más-más szekvenáló primereket alkalmaztam. Az echytraeidák ITS régióját Cech eredményei alapján az R5,8S1, R5,8S2 belső primereket, valamint PCR primereket használtam.

A szekvenáló reakciók termékének tisztítása etanolos precipitációval történt:

- 0,6 ml-es Eppendorf-csövekbe egyenként az alábbi elegyet mértem:
 - 3 µl 3 M Na-acetát (pH=4,6)
 - 62,5 µl 95%-os etanol
 - 14,5 µl HPLC tisztaságú steril víz
- Ebbe az elegybe 20 µl szekvenáló reakció terméket pipettáztam, majd vortexeltem.
- Ezután 25 percig inkubáltam szobahőmérsékleten, majd 20 percig centrifugáltam 14000 rpm-en. A felülúszót pipettával szívtam le.
- 250 µl 70%-os etanollal mostam a csapadékot, vortexeltem, majd újabb 10 percet centrifugáltam.
- A felülúszót újfént leszívtam pipettával, és a csöveket vákuumcentrifugába helyezve 15 perc alatt beszárítottam a csapadékot.

A beszárított pelleteteket a Szegedi Biológiai Központba küldtem el, ahol a szekvenciák kromatogramját egy ABI 373A típusú berendezéssel olvasták le. Az eredményeket tőlük e-mail-ben kaptam.

4.3.3. A szekvenciák kiértékelése, filogenetikai analízis

A szekvenciák kiértékelését megelőzően az egyes szekvencia-kromatogramokat leellenőriztem, és az esetleges leolvasási hibákat manuálisan kijavítottam. Mivel az ITS génszakasz szekvenálásához esetenként több primer párra is szükség volt, következő lépésként az ezek által létrehozott a fragmenteket kellett az átfedő részek segítségével összeilleszteni. Erre a BioEdit 7.0.5. (HALL 1999) programot használtam. Az így kapott, fragmentekből összeállított szekvenciák többszörös illesztését a SeaView 4.3.3 programmal (GOUY ÉS MTSAI 2010) végeztem. Az illesztés során látható volt, hogy a vizsgált génszakaszban vannak jól konzervált régiók és nagyon kevésbé hasonlóak. A szekvenciák eltérő hosszúak voltak és nem mindegyik kezdődött az ITS régió legelején, ezeket a részeket levágtam. A vizsgált taxonok száma 65, az illesztett szekvencia hossza 1509 nukleotid volt.

A filogenetikai fa gyökereztetéséhez kulcsoportnak a *Tubificoides pseudogaster* (Dahl, 1960) (Annelida, Clitellata, Naididae) fajt választottam, melynek szekvenciáját az NCBI GeneBank honlapjáról töltöttem le (accession number: HM460310).

A filogenetikai analízishez Maximum Parsimony (MP) (EDWARDS ÉS SFORZA 1963), valamint Maximum Likelihood (ML) (FELSENSTEIN 1981) és Bayes-féle statisztikán alapuló módszereket (BA) (RANNALA ÉS YANG 1996) alkalmaztam.

A MP és ML esetében PHYLIP 3.69 (FELSENSTEIN 2005) programot használtam, a kapott filogenetikai fák megbízhatóságának megállapítására a bootstrap analízist használtam értékeket 1000-es ismétlésszámmal.

A Bayes-féle statisztikán alapuló fa a MrBayes 3.1.2 programmal készült (RONQUIST ÉS HUELSENBECK 2003), melyhez MCMCMC (Metropolis-coupled Markov chain Monte Carlo) analízist futtattam 10 millió generáción keresztül. A mintavételi sűrűség 1000, a „burn in” 25 %- volt, és 2 független futtatást végeztem.

4.4. Denzitásvizsgálatok

A mennyiségi mintákat a Fővárosi Állat és Növénykert (2006. március 8), az ELTE Fűvészkert (2006. március 13.), valamint a vácrátóti Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet (2008. április 3.) üvegházaiából vettem. A mintákat a lehetőségekhez képest azonos növényfajok (*Phoenix* spp. (Arecaceae), *Pandanus* spp. (Pandanaaceae),

Dieffenbachia spp. (Araceae), *Musa acuminata* (Musaceae); *Ficus benjamina* (Moraceae)) tövéből gyűjtöttem. 10-10 mintát vettem minden egyes növény tövének fél méter sugarú köréből. A televényférgeket a mintákból a már ismertetett módon futtattam ki és azonosítottam.

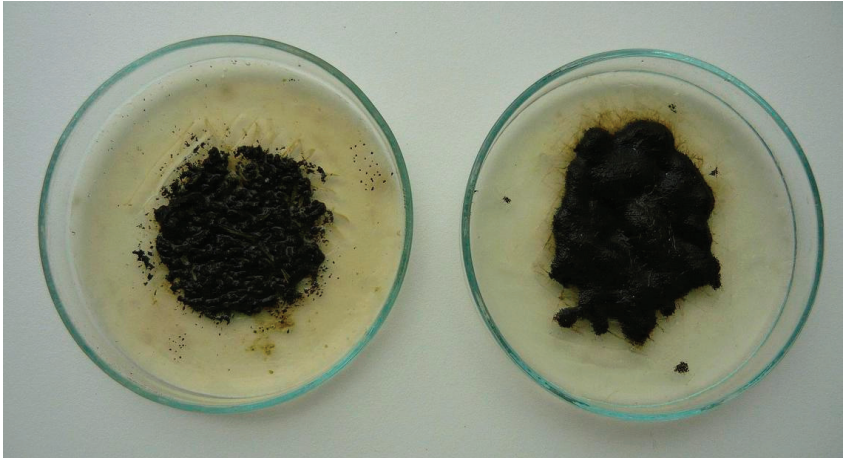
A televényféreg fajok denzitásértékeinek növényfajokkal való összefüggését nem metrikus, többváltozós skálázással (NMDS) és kanonikus korrespondencia analízissel vizsgáltam, melyhez a PAST (HAMMER ÉS MTSAI 2001) és Statistica 8 (StatSoft Inc., 2008) programokat használtam.

4.5. Tenyészeteken alapuló vizsgálatok

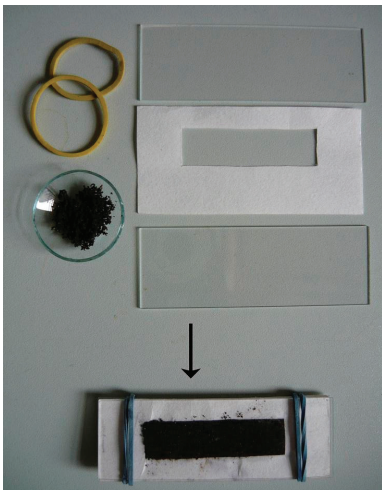
A szaporodási és kiszorítási vizsgálatokhoz, valamint a tartós taxonómiai megfigyelésekhez bizonyos fajokból stabil tenyészetek létrehozására volt szükség. Ezekhez az irodalomnak megfelelően az általánosan elterjedt 1%-os agar-agar közeget használtam, melyre sterilizált talajt helyeztem kis mennyiségben (11. ábra). Témavezetőm több évtizedes tapasztalatai alapján ugyanis a kizárólag agar-agarból álló médiumot csak egyes *Enchytraeus*-fajok képesek tolerálni. Ezt egyébként az én megfigyeléseim is alátámasztják. Ennek megfelelően a tenyészetekhez 5 cm vagy 8,5 cm átmérőjű üveg Petri-csészékbe kb. fél cm vastag, 1 %-os agarlemezt öntöttem. A dermedést követően a tenyészteti kívánt faj eredetének megfelelő talajmintából származó talajt mikrohullámú sütőben sterilizáltam, hogy a más fajokkal való befertőződést megelőzzem. A sterilizálás során a talaj kiszárad, ezért a nedvesség pótlása után helyeztem néhány grammot az agarra. Erre a talajra tettem a tenyészteti kívánt enchytraeida-fajokat, majd a Petri csészét lefedve hűtőszekrényben tartottam azokat 10-12 °C-on. Táplálékként szárított csalánlevelet adtam, minthogy ez könnyebben lebomlik és a férgek szívesen fogyasztják. Kiegészítésként időnként porított zabpelyhet adtam, de csak kis mennyiségben, mert könnyen penészedik.

Alapos megfigyelést tesz lehetővé az ún. Christensen-féle tenyészkamra (CHRISTENSEN 1956). Ez tulajdonképpen két, gumigyűrűk által összefogott tárgyalemez, melyek között szűrőpapír helyezkedik el. A szűrőpapír közepéből egy rész ki van vágva, így oda kevés talaj és a megfigyelésre szánt férgek helyezhetők (12/a ábra). A tenyészkamrákat egy olyan Petri-csészébe állítottam, melynek alján egy vagy több réteg

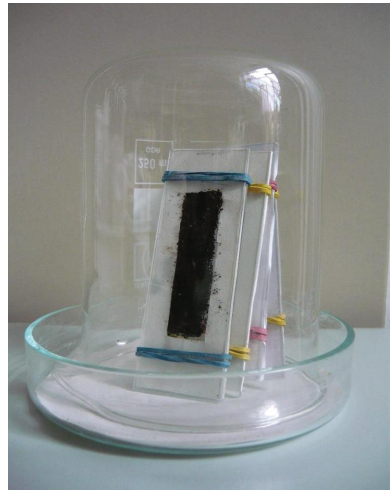
megnedvesített szűrőpapír van, és az egészet egy főzőpohárral takartam le, hogy a kiszáradást megelőzzem (12/b ábra).



11. ábra. Agarlemezen, sterilizált talajjal létrehozott televényféreg-tenyészetek Petri-csészékben.



12/a ábra. A Christensen-féle tenyészkamrák összeállítása.



12/b ábra. A tenyészkamrák páras környezetben tartása főzőpohár alatt.

4.5.1. A fragmentálódó Marionina faj aszexuális szaporodásának vizsgálata

A televényférgek körében különleges és ritka jelenségnek számít a fragmentálódással történő ivartalan szaporodásmód, ezért ennek a tudományra új, még leírás alatt álló fajnak a reprodukcióját alapos megfigyelésnek vettem alá.

A tenyészeteket párhuzamosan 3 különböző hőmérsékleten, 5 °C-on, 14 °C-on és 22 °C-on tartottam. Táplálékként a csalánlevél és az őrölt zabpehely mellett kísérletképpen adtam rozslisztet, búzalisztet, búzacsírárt, zúzott napraforgómagot is (IVLEVA 1953).

Mint hogy a gyűjtött mintákban soha nem voltak ivarérett példányok, az ivarszervek kifejlődésének stimulálására speciális, ivari hormonos táptalajt is készítettem. Ehhez egy másik tenyészetből rendelkezésemre álló *Henlea nasuta* faj 30 ivarérett példányából kipreparáltam a petefészket és a heréket tartalmazó szelvények hasi oldalát, egy Eppendorf-csőben 15 %-os alkoholba tettem, majd ultrahangos szonikátor segítségével széttűztam a szöveteket. A csövet ezt követően egy napra -20 °C-ra helyeztem, hogy fagyás során a sejtek falai mindenképpen szétroncsolódjanak. A felengedett szuszpenziót aztán 1%-os agar-agarba kevertem, közvetlenül annak dermedése előtti legalacsonyabb hőmérsékleten. A táptalajt 10 db 5 cm átmérőjű Petri-csészébe öntöttem, tetejére sterilizált talajt tettem. Ebbe a közegbe helyeztem a kísérleti állatokat, edényenként 2-2 példányt.

A fragmentszámok alakulását Christensen-féle tenyészkamrában követtem nyomon. Minden kamrába egy-egy férget helyeztem, melyeket kétnaponta ellenőriztem. A feldarabolódást követően a látható fragmenteket ill. azok szelvéyszámait megszámláltam.

4.5.2. In vitro kiszorításos vizsgálatok

Korábbi, saját megfigyelések alapján tudjuk, hogy az *Enchytraeus bigeminus* faj fragmentálódással történő gyors szaporodása miatt képes „elfertőzni” más televényféreg tenyészeteket. Minthogy ez a faj jelen van egyes magyarországi üvegházakban, szükségesnek tartottam egy ellenőrzött kísérletben nyomon követni utódszámának alakulását, összevetve a vele egy tenyészetben lévő más enchytraeida fajokéval

A tenyészetekhez a fentebb ismertetett táptalajt használtam 8,5 cm átmérőjű Petri-csészékben. Négy párhuzamos kísérletet végeztem, 5-5 edényben, 6 héten át. Az *E. bigeminus*-szal való összehasonlításhoz két olyan közönséges és kozmopolita fajt (*Henlea ventriculosa*, *Fridericia bulboides*) választottam, amelyek méretben hasonlóak (10 mm körüliek), az eddigi lelőhelyeik alapján tág tűrésűek, és nem utolsó sorban már meglévő tenyészetek révén a rendelkezésemre álltak.

Egy kísérletben a *Henlea ventriculosa*, egy másikban a *Fridericia bulboides* fajok egyedei mellé helyeztem el az *Enchytraeus bigeminus* faj példányait. A harmadik kísérletben a *Henlea* és a *Fridericia* faj szerepelt együtt, a negyedikben pedig mind a három faj egyedei kerültek a Petri-csészékbe. Minden faj és vizsgálat esetében 5 volt a kiindulási egyedszám. A kísérleteket szobahőmérsékleten végeztem, táplálékként szárított csalánlevelet adtam.

4.6. Szabadföldi túlélés vizsgálata

Egyes üvegházakban a használt termőtalajt időnként lecserélik. Ilyenkor a használt talajt szabadföldön terítik szét, mellyel együtt természetesen az üvegházban élő televényférgek is kikerülnek. Az esetleges jövevényfajok túlélése azonban kérdéses volt, ezért ennek megállapítására kísérletet végeztem.

A vizsgálatot az ELTE Botanikus Kertjében hajtottam végre, egy arra elkülönített 0,25 m²-es (50x50 cm) füves területen, ahol a vizsgálat ideje alatt semmiféle zavarás nem történt. A kísérlet előtt minőségi mintavételezés történt 2010 szeptemberében, hogy a természetesen jelen lévő enchytraeida fajokat megállapítsam.

Három üvegházi faj egyedeit helyeztem ki 2010 októberében. Az *Enchytraeus bigeminus* és a *Marionina scintillans* fajok igen nagy számban voltak jelen egyes intézményekben, ezekből 100-100 példányt használtam. A fragmentálódó *Marionina* fajt különleges szaporodásmódja, illetve annak feltételezett előnye miatt vettem be a vizsgálatba, és egyedeiből 40 példányt telepítettem ki (sajnos ehhez a kísérlethez nem állt több rendelkezésre).

2011-ben összesen 5 alkalommal vettem mennyiségi mintákat: két tavaszi (április 9. és 28.) két nyári (június 24. és július 11.) valamint egy őszi (szeptember 6.) gyűjtés történt. 2012-ben egy tavaszi alkalommal (március 29.) gyűjtöttem mintákat. Minden minta egy 5,05 cm átmérőjű, vagyis 20 cm² felületű szétnyitható fémhengerrel

történt 10 cm-es mélységig, vagyis az egyes minták 200 cm³ térfogatúak voltak. A televényférgeket a mintákból a 4.1 fejezetben ismertetett módon futtattam ki és azonosítottam.

4.7. Talajtani vizsgálatok

A televényférgek előfordulását a közegüket alkotó talaj minősége egyértelműen befolyásolja. Szakdolgozati munkám során magam is kerestem kapcsolatot a talaj bizonyos kémiai-fizikai tulajdonságai és a benne élő televényféreg-fajok között (BOROS 2005). Akkor ezért több talajvizsgálatot is elvégeztem (pl. kötöttség, kapilláris vízemelés, szénsavas mérszertartalom, higroszkóposság stb.), de a korábbi szakirodalomhoz hasonlóan csak két tulajdonsággal, a szervesanyag-tartalommal és a pH-val találtam összefüggést. Ilyen analízist a mostani vizsgálatok egy részénél is végeztem, bár az egyértelmű hasonlóságok tapasztalása után nem minden esetben.

A vizsgálatokat BELLÉR ÉS VARJÚ (1986) „Talajtani vizsgálati módszerek” című gyakorlati jegyzete alapján hajtottam végre az ELTE Természetföldrajzi Tanszékének talajtani laboratóriumában.

A talajtani jellemzőknek, mint háttérváltozóknak a megtalált fajokkal való összefüggését Spearman-korrelációanalízissel, Bonferroni-korrekció alkalmazásával vizsgáltam a Statistica 8 program felhasználásával.

4.7.1. A talajminták előkészítése laboratóriumi vizsgálatokhoz

A bolygatott szerkezetű talajmintákat 1-2 cm vastagságban műanyag tálcára terítettem, majd eltávolítottam belőle a köveket és a látható növényi maradványokat. A nagyobb talajrögöket kézzel elmorzsoltam. Ezután a talajt a labor egy száraz, huzatmentes helyén ún. légszáraz állapotig száradni hagytam. Légszáraznak tekintetem a mintát, ha a talajrögök törési felületének színe megegyezett azok külső felületének színével. Ez idő alatt a talajmintát többször átkevertem, ami elősegítette a száradást és a minta homogenizálódását is. Miután a minta a megfelelően száraz állapotot elérte, 2 mm lyukátmérőjű szitán átszitáltam. Az így kapott, 2 mm-nél kisebb frakció, a talajtani gyakorlatban az ún. „finomföld” vagy „szokásosan előkészített talaj” volt vizsgálataim kiinduló anyaga.

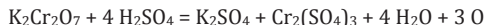
4.7.2. A talaj kémhatásának mérése

A talaj kémhatása alatt a talaj vizes fázisának kémhatását értjük. Ennek értékét azonban körülményes meghatározni, már csak azért is, mert a kémhatás térben és időben folyamatosan változik. Ez a változás függ pl. a talaj nedvességi állapotától és a növényzet életfolyamatai során keletkezett anyagoktól is, de szoros összefüggés van a talajok pH-ja és az abszorbeált kationok minősége valamint százalékos megoszlása között. Savanyú talajoknál a savanyító kationok dominálnak, lúgos pH esetén a Na-sók hatása kerül előtérbe. Éppen ezért konvencionálisan a talaj pH-ját légszáraz talajból és 2,5-szeres mennyiségű desztillált vízből ill. KCl-oldatból készített szuszpenzióban mérjük, és a két érték alapján tájékozódunk a talaj kémhatásáról. Ugyanazon mintánál a KCl-os szuszpenzió kémhatása savanyúbb lesz, mint a desztillált vizes szuszpenzióé, különösen erősen savanyú talajok esetében adódik nagy különbség a két érték között.

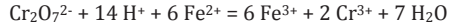
A laboratóriumban elektrometriás módszerrel határoztam meg talajminták kémhatását. A mérésekhez *Corning Check-Mate 90* típusú készüléket használtam. A mérés az alábbiak szerint zajlott: a talajmintákból egyenként 2,5 g-ot mértem be párhuzamos jelzésű üvegedényekbe. Az elsőhöz 12,5 cm³ desztillált vizet, míg a másikhoz 12,5 cm³ 1 M-os KCl-oldatot adtam. Üvegbottal alaposan elkevertem a mintákat és elszívófülkében 24 óráig állni hagytam őket. A mérőműszer beállítása és hitelesítése után a mintákat még egyszer felkevertem, majd az elektródot a folyadék fázisba mérítve megmértem azok kémhatását.

4.7.3. A talaj szervesanyag-tartalmának meghatározása kálium-bikromátos oxidációval

A talajminták szervesanyag-tartalmát kénsavas kálium-bikromát oldattal oxidáltam. A pontosan kimért oldatot feleslegben alkalmaztam, majd az oxidáció után a felesleget vas (II) diammónium-szulfát [Mohr-só, (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ * 6 H₂O] oldattal való titrálással határoztam meg redoxindikátor jelenlétében. Az oxidáció elvi alapja az alábbi reakcióegyenlettel írható le:



A titrálási reakció egyenlete a következő:



A hazai gyakorlatban elterjedt ún. Tyurin-módszert alkalmaztam, melynek során a légszáraz talajminták egy részét 0,125 mm lyukátmérőjű szitán átszitáltam. Ezekből a mintákból aztán Erlenmeyer lombikokba 0,1 g körüli mennyiségeket mértem be analitikai mérlegen, majd automata pipettával pontosan 10 ml 0,4 mol/l kénsavas kálium-bikromát oldatot adtam hozzá. A lombik nyakába üvegtölcsért illesztetem, hogy a savgőzök eltávozását a minimumra csökkentsem és pontosan 2 percig gyengén forraltam. Forralás után a lombik tartalmát időnként óvatos rázogatós mellett elszívófülkében hűlni hagytam, majd hozzáadtam 5 ml ferroin indikátort. Az oldatot ezt követően 0,2 mol/l-es Mohr-só oldattal megtitráltam. A titrálás végpontjában az oldat színe türkizkékkel barnába csap át.

Teljesen azonos körülmények között talajminta nélküli, ún. vak meghatározást végeztem, melynek eredménye szükséges a szervesanyag-tartalom meghatározáshoz. A talaj %-os humusztartalma az alábbi képlet alapján számítható ki:

$$\text{H}\% = [(V_v - V_t) \cdot f / m] \cdot 0,00103 \cdot 100$$

ahol V_v a vakpróbára fogyott Mohr-só-oldat térfogata ml-ben, V_t a talajra fogyott Mohr-só-oldat térfogata ml-ben, f a Mohr-só oldat faktora, m pedig a bemért talaj tömege g-ban.

4.7.4. Talaj nedvességtartalmának mérése

A talaj nedvességtartalmának mérésére a szárítószelekrényes vizsgálati módszert, mint az egyik legáltalánosabb és legegyszerűbb megoldást használtam. A nedves talajminta tömegét pontosan kalibrált bemérőedény-sorozatban megmértem, majd szárítószelekrényben 105 °C-on 6 óráig szárítottam. Ezt követően a mintákat exsikkátorban hagytam kihűlni, majd újra megmértem a tömegüket. A két adat alapján a talaj nedvességtartalma a száraz talaj tömegéhez viszonyított tömeg %-ban fejezhető ki:

$$N_{t\%} = (G_n - G_{sz}) / G_{sz} \cdot 100$$

ahol $N_{t\%}$ a nedvességtartalom tömeg %-ban, G_n a nedves talajminta tömege, G_{sz} pedig a száraz talajminta tömege.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. Faunisztikai eredmények

Négy és fél éves kutatásom során összesen 12 genus 58 enchytraeida faját találtam meg magyarországi üvegházakban és botanikus kertekben (6. és 7. táblázat, 46. és 47. oldal). Ebből 1 nem és 9 faj nem volt ismert a természetes magyarországi faunából. Ezek többnyire trópusi vagy mediterrán eredetűek, így nagy valószínűséggel behurcoltak.

A vizsgálatok során 5 tudományra nézve új fajt találtam, ezek közül egy, a *Marionina scintillans* Boros és Dózsa-Farkas, 2008 már publikálásra került (BOROS ÉS DÓZSA-FARKAS 2008), további négy pedig leírás alatt van.

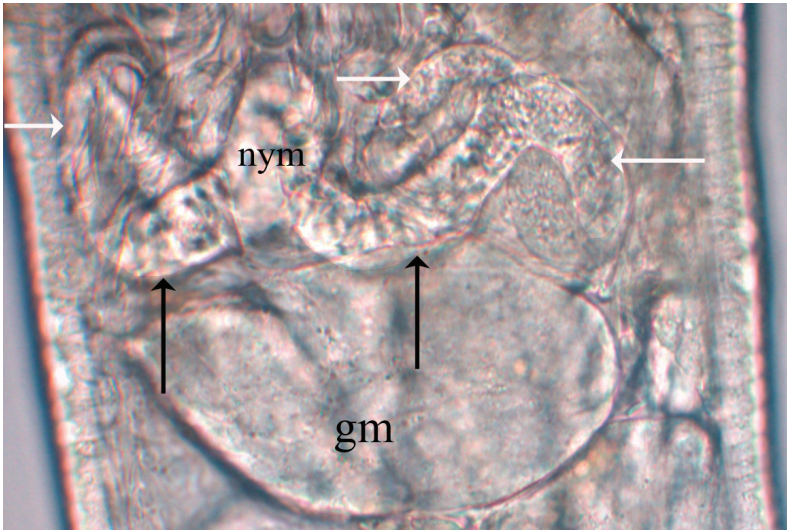
Magyarország területén új genus és fajok:

Genus *Hemienchytraeus* Černosvitov, 1935

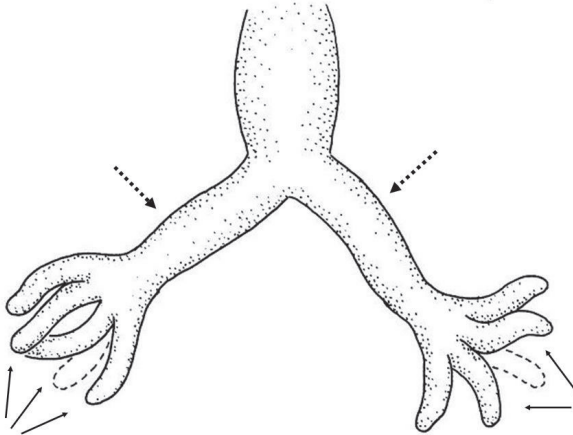
A *Hemienchytraeus* egy kimondottan (szub)trópusinak tartott nem (SCHMELZ ÉS COLLADO 2007), melynek képviselőit többek között Guineából (OMODEO 1958), Kenyából (ČERNOSVITOV 1938, BELL 1954), Indiából (PRABHOO 1960, DASH ÉS THAMBI 1978), Venezuelából (RIGHI 1988), Ecuadorból (RIGHI 1981, DÓZSA-FARKAS 1989), Brazíliából (SCHMELZ ÉS RÖMBKE 2005), Kínából (XIE ÉS MTSAI 1999) valamint Dél-Koreából jegyezték (DÓZSA-FARKAS ÉS HONG 2010). A nemnek Európából ez idáig mindössze egyetlen gyűjtési adata volt: NIELSEN ÉS CHRISTENSEN (1959) írták le a *H. bifurcatus*-t egy dániai nedves lápból, azonban a faj egyedeit azóta sem a leíróknak, sem más kutatóknak (SCHMELZ ÉS RÖMBKE 2005) nem sikerült újból megtalálni, így nagy valószínűséggel behurcolt férgekről volt szó.

Kis vagy közepes méretű férgek tartoznak ide, az eddig leírt fajok 3-15 mm között vannak. A nem képviselői az alábbi közös tulajdonságokkal jellemezhetők: 1) mindig 2 serte sertecsomónként, 2) dorsalis elhelyezkedésű, csőszerű nyálmirigy, mely közvetlenül a garat mögül, egy ponton ered, majd Y-alakban elágazik 3) a nephridiumok anteseptalis része nagy 4) a nyelőcsőhöz nem kapcsolódó, szabadon végződő spermatheca, melyen nincsenek diverticulumok.

A genus két fajából találtam példányokat, sajnos azonban igen csekély számban, és csak juvenil egyedeket, így a faji azonosítás nem volt lehetséges. Megpróbáltam tenyészeteket létrehozni, de a *Hemienchytraeus* fajok meglehetősen kényesek, így az



13. ábra. *Hemiencytraeus* sp. 1 (ELTE Fűvészkert). Nym = nyálmirigy, gm = garatmirigy. A fekete nyilak a nyálmirigy primer ágait, a fehér nyilak a sekunder ágait jelölik (a szerző fotója).



14. ábra. *Hemiencytraeus* sp. 2. (FÁNK) nyálmirigye. A szaggatott nyilak a primer, a folyamatos nyilak a sekunder ágakat mutatják (a szerző ábrája).

általam talált példányok is rövid idő alatt elpusztultak anélkül, hogy ivarszerveket fejlesztettek és kokonokat raktak volna. A fajok egyedei a később megismételt mintavételek során sem kerültek újból elő. Ennek ellenére a genus mérsékelt övi országban való megtalálása bizonyítja egyes (szub)tropusi fajok behurcolását.

***Hemienchytraeus* sp. 1**

Magyarországi lelőhely: ELTE Fűvészkert, Budapest

Jellemzői: 9-11 mm hosszú, 0,30 – 0,35 mm széles, szelvénytálya 39-43. Sertéképlete a genusnak megfelelően 2 – 2 : 2 – 2. Nyálmirigye rövid, páratlan szakasszal kezdődik, mely kétfelé ágazik valamivel hosszabb, primer ágakra, azok pedig két-két újabb, rövid sekunder ágra (13. ábra). A háti edény a XIII vagy XIV-ben ered. Nephridiumok anteseptalis része kissé kerek, melynél a postseptalis rész kétszer hosszabb.

A fajnak csak juvenil egyedei kerültek elő, így a nyereg és az ivarszervek morfológiája nem ismert.

Diagnózis: Az ismert *Hemienchytraeus* fajok közül összesen négynek (*H. bifurcatus* Nielsen & Christensen, 1959; *H. planisetosus* Xie, Wang & Liang, 1999; *H. solimoensis* Righi, 1978; *H. tanjae* Schmelz & Römbke, 2005) van ilyen felépítésű nyálmirigye (DÓZSA-FARKAS ÉS HONG 2010). Sajnos további fontos karakterek ismeretének hiánya miatt (pl. seminalis vesiculum, spermatheca) ez az üvegházi faj pontosabban nem azonosítható.

***Hemienchytraeus* sp. 2**

Magyarországi lelőhely: Fővárosi Állat- és Növénykert, Budapest

Jellemzői: Hossza 7-9 mm, átmérője 0,25 mm. A szelvénytálya a megtalált példányok mindegyikénél 33 volt. Sertéi enyhén sigmoidok és a testvég felé méretük kissé növekszik. Nyálmirigye egy páratlan rövid kiinduló részből, két vékonyabb elsődleges ágból, azokon pedig 4-5 ujszerű, másodlagosból áll (14. ábra). Három pár garatmirigye van, melyek dorsalisán össze vannak olvadva, az V és VI-ban másodlagos ventralis lebenyek is láthatók. A nephridiumok a dissepimentumoknál elkeskenyednek.

A fajnak csak juvenil egyedei kerültek elő, így a nyereg és az ivarszervek morfológiája nem ismert.

Diagnózis: A faj ennyi karakter alapján nem azonosítható.

6. táblázat. A magyarországi üvegházakban talált televényfereg fajok listája. Félkörvélrel kiemelve a faunára vagy tudományra nézve új fajok.

ELTE Fűvész kert
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)
<i>Enchytraeus bigeminus</i> Nielsen és Christensen, 1963
<i>Enchytraeus crypticus</i> Westheide és Graefe, 1992
<i>Enchytraeus dudichi</i> Dózsa-Farkas, 1995
<i>Fridericia compositi</i> Schmelz, 2003
<i>Fridericia maculatiformis</i> Dózsa-Farkas, 1972
<i>Fridericia pretoriana</i> Stephenson, 1930
<i>Hemienchytraeus</i> sp. 1
<i>Henlea nasuta</i> (Eisen, 1878)
<i>Marionina scintillans</i> Boros és Dózsa-Farkas, 2008

Fővárosi Állat- és Növénykert
<i>Achaeta eiseni</i> Vejdovský, 1878
<i>Enchytraeus bigeminus</i> Nielsen és Christensen, 1963
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Enchytraeus bulbosus</i> Nielsen és Christensen, 1963
<i>Enchytraeus dudichi</i> Dózsa-Farkas, 1995
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Fridericia connata</i> Bretscher, 1902
<i>Fridericia galba</i> (Hoffmeister, 1843)
<i>Hemienchytraeus</i> sp. 2
<i>Marionina scintillans</i> Boros és Dózsa-Farkas, 2008

Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót
<i>Achaeta</i> cf. <i>affinis</i> Nielsen & Christensen, 1959
<i>Achaeta pannonica</i> Graefe, 1989
<i>Achaeta</i> sp. n. 1
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Fridericia auritoides</i> Schmelz, 2003
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Fridericia</i> cf. <i>sima</i> Welch, 1914
<i>Fridericia galba</i> (Hoffmeister, 1843)
<i>Fridericia</i> sp. n. 1
<i>Fridericia</i> sp. n. 2
<i>Henlea nasuta</i> (Eisen, 1878)
<i>Henlea similis</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Marionina scintillans</i> Boros és Dózsa-Farkas, 2008

Szegedi Tudományegyetem Fűvész kert
<i>Achaeta</i> sp. n. 1
<i>Bryodrilus ehlersi</i> Ude, 1892
<i>Enchytraeus lacteus</i> Nielsen és Christensen, 1961
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Fridericia perrieri</i> (Vejdovský, 1878)
<i>Fridericia tuberosa</i> Rota, 1995
<i>Henlea perpusilla</i> Friend, 1911
<i>Marionina riparia</i> Bretscher, 1899
<i>Marionina</i> sp. n. 1
<i>Mesenchytraeus</i> sp. 1

Nyíregyházi Állatpark
<i>Achaeta eiseni</i> Vejdovský, 1878
<i>Achaeta pannonica</i> Graefe, 1989
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)
<i>Enchytraeus bigeminus</i> Nielsen és Christensen, 1963
<i>Enchytraeus bulbosus</i> Nielsen és Christensen, 1963
<i>Enchytraeus christenseni</i> Dózsa-Farkas, 1992
<i>Fridericia</i> cf. <i>callosa</i> (Eisen, 1878)
<i>Fridericia connata</i> Bretscher, 1902
<i>Fridericia discifera</i> Healy, 1975
<i>Fridericia nemoralis</i> Nurminen, 1970
<i>Fridericia paroniana</i> Issele, 1904
<i>Henlea nasuta</i> (Eisen, 1878)

Tuzson János Botanikus Kert, Nyíregyháza
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Enchytronia christenseni</i> Dózsa-Farkas, 1970
<i>Fridericia isseli</i> Rota, 1994
<i>Fridericia nemoralis</i> Nurminen, 1970
<i>Fridericia perrieri</i> (Vejdovský, 1878)
<i>Marionina argentea</i> (Michaelsen, 1889)
<i>Marionina communis</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Marionina riparia</i> Bretscher, 1899

Eszterházy Károly Főiskola üvegháza, Eger
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Enchytraeus</i> juv.
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Henlea ventriculosa</i> (d'Udekem, 1854)

6. táblázat (folytatás). A magyarországi üvegházakban talált televényfereg fajok listája. Félkövérrel kiemelve a faunára vagy tudományra nézve új fajok.

Pécsi Tudományegyetem Botanikus Kert
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Fridericia aurita</i> Issel, 1905
<i>Fridericia auritoides</i> Schmelz, 2003
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Fridericia isseli</i> Rota, 1994
<i>Fridericia larix</i> Schmelz és Collado, 2005 (?)
<i>Henlea ventriculosa</i> (d'Udekem, 1854)

Débrecei Egyetem Botanikus Kert
<i>Achaeta eiseni</i> Vejdovský, 1878
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Fridericia galba</i> (Hoffmeister, 1843)
<i>Henlea similis</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Henlea ventriculosa</i> (d'Udekem, 1854)

7. táblázat. A magyarországi botanikus kertekben szabadföldön talált televényfereg fajok listája.

ELTE Fűvészkert
<i>Achaeta eiseni</i> Vejdovský, 1878
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Enchytraeus bulbosus</i> Nielsen és Christensen, 1963
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Fridericia maculatiformis</i> Dózsa-Farkas, 1972
<i>Henlea ventriculosa</i> (d'Udekem, 1854)

Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót
<i>Achaeta pannonica</i> Graefe, 1989
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)
<i>Enchytraeus bulbosus</i> Nielsen és Christensen, 1963
<i>Enchytraeus crypticus</i> Westheide és Graefe, 1992
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Fridericia eiseni</i> Dózsa-Farkas, 2005
<i>Fridericia galba</i> (Hoffmeister, 1843)
<i>Henlea ventriculosa</i> (d'Udekem, 1854)

Nyugat-magyarországi Egyetem Botanikus Kert
<i>Achaeta pannonica</i> Graefe, 1989
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)
<i>Buchholzia fallax</i> Michaelsen, 1887
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Enchytronia parva</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Fridericia eiseni</i> Dózsa-Farkas, 2005
<i>Fridericia paroniana</i> Issel, 1904
<i>Fridericia schmelzi</i> Cech és Dózsa-Farkas, 2005
<i>Fridericia waldenstroemi</i> Rota és Healy, 1999

Stájerházak arborétum, Kőszeg
<i>Fridericia paroniana</i> Issel, 1904
<i>Fridericia sylvatica</i> Healy, 1979
<i>Mesenchytraeus glandulosus</i> (Levinsen, 1884)
<i>Mesenchytraeus pelicensis</i> Issel, 1905
<i>Oconorella cambrensis</i> (O'Connor, 1963)

Zirci Arborétum
<i>Achaeta</i> cf. <i>affinis</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Achaeta pannonica</i> Graefe, 1989
<i>Enchytraeus bulbosus</i> Nielsen és Christensen, 1963
<i>Fridericia bisetosa</i> (Levinsen, 1884)
<i>Fridericia isseli</i> Rota, 1994
<i>Fridericia rensinata</i> Dózsa-Farkas, 1972
<i>Fridericia sylvatica</i> Healy, 1979

Hévíz
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Enchytraeus</i> cf. <i>coronatus</i> Nielsen és Christensen, 1959
<i>Fridericia perrieri</i> (Vejdovský, 1878)
<i>Marionina argentea</i> (Michaelsen, 1889)

Szeged Tudományegyetem Fűvészkert
<i>Achaeta eiseni</i> Vejdovský, 1878
<i>Bryodrilus ehlersi</i> Ude, 1892
<i>Cognettia sphagnetorum</i> (Vejdovský, 1878)
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879
<i>Enchytraeus christenseni</i> Dózsa-Farkas, 1992
<i>Henlea ventriculosa</i> (d'Udekem, 1854)
<i>Marionina communis</i> Nielsen és Christensen, 1959

Genus *Enchytraeus* Henle, 1837

***Enchytraeus bigeminus* Nielsen és Christensen, 1963**

Eddigi lelőhelyek: Dél-Európa (SCHMELZ ÉS COLLADO 2010), Kanada (BOUGUENEC ÉS GIANI 1987)

Magyarországi lelőhelyek: Fővárosi Állat- és Növénykert és ELTE Fűvészkert, Budapest, Nyíregyházi Állatpark

Jellemzői: Kis méretű faj, 5-10 mm, szelvény száma 30-65. Minden szelvényben két sertéje van, melyeknek setalis zsákjához két nagy sejt kapcsolódik. A coelomocytákban nincsenek fénytörő granulumok. Négy pár masszív garatmirigye van 4/5-től 7/8-ig, az első két pár dorsalisán összeolvadt. A háti edény a XII vagy XIII-ban ered, a vér szintelen. Az ivarérett példányok meglehetősen ritkák, ezeknél az ivarszervek és a nyereg is előrébb tolódtak. A spermatheca ectalis ductusán két, nagyjából elkülönülő csoportban 10-12 mirigysejt figyelhető meg (15/A. ábra).

Diagnózis: A faj nehezen különíthető el két másik fragmentálódással szaporodó *Enchytraeus* fajtól (*E. fragmentosus*, *E. japonensis*), különösen juvenil állapotban. Egyedi belyegként a serték setalis zsákjához kapcsolódó sejteket lehet megemlíteni.

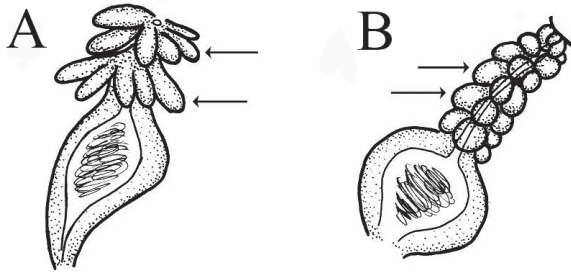
***Enchytraeus dudichi* Dózsa-Farkas, 1995**

Eddigi lelőhely: Irán (DÓZSA-FARKAS 1996), Brazília (NIVA ÉS MTSAI 2012), São Tomé sziget (Dózsa-Farkas, nem publikált adat)

Magyarországi lelőhely: ELTE Fűvészkert, Budapest

Jellemzői: A kifejlett egyedek hossza 5-22 mm között mozoghat, de többnyire 10-18 mm, az átmérő 0,30 – 0,32 mm. Szelvény száma általánosan 46 – 80, de egészen 128-ig is terjedhet, ezzel a legnagyobb a fragmentálódással szaporodó *Enchytraeus* fajok között. A serték egyenesek enyhe entalis kampóval, sertéképlet 2(3) – 2,3 : 3(4) – 3. A VIII vagy IX szelvényben csak lateralis serték vannak. Három pár garatmirigye van 4/5-től 6/7-ig, melyek közül egyik sem nőtt össze dorsalisán. A háti edény eredési helye XIV-XVI között, de néhány példányban egészen XXIII-ig is hátratulódhat. A spermatheca ampullája gömbölyű vagy ovális és összeköttetésben áll a nyelőcsővel. Az ectalis ductus relatíve hosszú, és azonos méretű mirigysejtek borítják, melyek bár nem túl nagyok, de jól láthatóak (15/B ábra).

Diagnózis: Ez a faj szintén nehezen különíthető el a fragmentálódó *Enchytraeus* fajoktól, bár relatíve nagy mérete segíthet ebben. Leginkább az *E. bigeminus*-hoz hasonlít, melytől a spermatheca ectalis ductusán lévő mirigysejtek nagysága különbözteti meg, valamint a sertemirigyek hiánya.



15. ábra. Az *Enchytraeus bigeminus* (A) és az *E. dudichi* (B) spermathecaja. A nyilak az entalis ductuson lévő és eltérő méretű mirigysejteket mutatják (a szerző ábrája DÓZSA-FARKAS 1995 alapján).

Genus *Fridericia* Michaelsen, 1889

Fridericia cf. *callosa* Eisen, 1878

Eddigi lelőhelyek: Oroszország, szibériai boreális és palearktikus régió (Novaja Zemlja és Jenyiszej folyó mente (EISEN 1878, 1879); Tajmír félsziget, Kotelny sziget, Kolima folyó deltája, Wrangel sziget (CHRISTENSEN ÉS DÓZSA-FARKAS 1999)

Magyarországi lelőhely: Nyíregyházi Állatpark

Jellemzői: 10-14 mm hosszú, 0,45-0,7 mm széles. Szelvény száma 50-59. Sertéképlete 0,1,2,3 - 0,1,2 : 1,2,3,4 - 4,3,2,1,0. Soha nincs több mint 4 sertéje, melyek a XV környékétől több csomóból is hiányozhatnak. A nyálmirigyek IV-V-ben találhatóak és erősen elágazóak. Garatmirigyek dorsalisán összeolvadtak a IV és V-ben, a ventralis lebenyek kicsik IV-ben, nagyok VI-ban. Öt pár preclitellaris nephridiuma van. Chylus-sejtek XIII-XVI-től találhatóak, seminalis vesiculuma nagy, 2-3 szelvényre terjed ki. A spermatheca ampullája körte alakú, diverticulumai változatos formájúak lehetnek.

Diagnózis: A faj jellegzetes karakterkombinációja a 1) vastag testfal erősen fejlett kutikulával, innen ered a faj neve is [*callosus* (lat.) = vastag bőrű], 2) erősen elágazó

nyálmirigyek a IV-V-ben megnyúlt ágakkal, 3) a spermatozoa kétszer olyan hosszú is lehet, mint a spermatólcser, 4) a preclitellaris nephridiumok anteseptalis része egyforma hosszú a postseptalissal, 5) soha nincs több, mint 4 sertéje sertecsomónként, 6) nincs subneuralis mirigye. Különösen az első és a negyedik karakter a jelentős, mert ezek a *Fridericia* genusban ritkán fordulnak elő.

***Fridericia composti* Schmelz, 2003**

Eddigi lelőhelyek: Kanada, Ontario, Queen Charlotte sziget, komposzthalomból (SCHMELZ 2003)

Magyarországi lelőhely: ELTE Fűvészkert

Jellemzői: Kis méretű faj, 6-8 mm hosszú, 0,25-0,30 mm széles. Jellegetesen 2 sertéje van csomónként, de előfordulhat, hogy 3 (esetleg 4) vagy csak 1 van egyes csomókban. A nyálmirigy elágazás nélküli, vastag, V-ig ér. Többnyire 3 pár garatmirigye van, melyek nem olvadnak össze a háti oldalon. Öt pár preclitellaris nephridiuma van 6/7-től 10/11-ig. Chylus sejtek X-XII-től, 3 szelvényre terjednek ki. Seminalis vesiculuma nincs. A spermatheca ectalis mirigye kb. kétszer olyan hosszú, mint az ectalis ductus hossza. Az ampulla kicsi, diverticulumai nincsenek. A két spermatheca entalis ductusa kapcsolódás után torkollik az oesophagusba.

Diagnózis: Méretét, serteképletét, nyergét és a spermatheca alakját tekintve a *F. bulboides* és *F. benti* formacsoporthoz tartozik. Az alábbi karakterek azonban megkülönböztetik a fenti csoport minden más fajától: 1) vékony testfal (a hosszanti izomréteg ugyanis nem vastagabb, mint az epidermis és a körkörös izomréteg vastagsága, a cuticula viszont vastagabb, mint pl. a csoportot jellemző *F. bulboides*-nél vagy *F. benti*-nél), 2) sajátos coelomo-mucocyták (ilyen csak a *F. striata*-nak van a genusban, de ezzel a fajjal nem téveszthető össze), 3) a chylus sejtek elhelyezkedése, 4) a garatmirigyek jellegetes alakja.

***Fridericia discifera* Healy, 1975**

Eddigi lelőhelyek: Írország, Ausztria és Németország (SCHMELZ 1999), Franciaország, Libourne (HEALY 1980b)

Magyarországi lelőhely: Nyíregyházi Állatpark

Jellemzői: Kicsi vagy közepes méretű, 9-13 mm hosszú, 0,25-0,30 mm széles. Szelvény száma 39-46 között mozoghat, általában 42-45. Serteképlete 2,3,4 – 4,2 : 3,4 – 4,3,2. A nyereg gyűrűszerű, vagyis a ventralis oldalon is található mirigysejtek. A nyálmirigyek csőszerűek, rövidek, tömzsik és elágazás nélküliek, az IV-ben kiszélesedik, majd az V-ben ismét elkeskenyedik. Három pár garatmirigy van. Coelomo-mucocyták ovális alakúak, áttetszőek a periférián kis fénytörő granulumokkal, és többnyire kis számban találhatóak. Négy pár preclitellaris nephridiuma van 6/7-től 9/10-ig. Spermatheca meglehetősen nagy méretű, az ampullákon 2-2 sperma tartalmú diverticula van.

Diagnózis: Összesen 11 olyan *Fridericia* faj van, melyeknek 2 ülő, gömbölyded diverticuluma van, de ezek közül a *F. discifera* az egyetlen, melynek subneuralis mirigy van (DÓZSA-FARKAS 2009, Table 4., p. 1055). A *F. stephensoni* Moszyński, 1933 esetében ezt nem lehet tudni, mert erre vonatkozó információ nem szerepel a leírásban, azonban ez a faj a *F. discifera*-tól mind nagy méretében (17-30mm, 70-80 szelvény), mind pedig serteszámban (6) eltér.

***Fridericia pretoriana* Stephenson, 1930**

Eddigi lelőhelyek: általánosan elterjedt a mediterráneumban (SCHMELZ 2003), ezen kívül Dél-Afrika, Pretoria (STEPHENSON 1930); Argentína (BELL 1962); Kanada, Montreal (NURMINEN 1973); Tunézia és Algéria (ROTA ÉS HEALY 1994)

Magyarországi lelőhely: ELTE Fűvészkert, Budapest

Jellemzői: 7-16 mm hosszú, 0,3-0,4 mm széles, szelvény száma 36-45. Serteszáma többnyire 4 vagy 5, de maximálisan 6 vagy 8 is lehet. A nyálmirigyek hosszúak, a VII-ig is leérhetnek, teljes hosszukon elsődleges elágazások figyelhetők meg. A garatmirigyeknek nincs ventralis lebenye a IV-ben, az V-ben és VI-ban viszont egyforma nagyok. Öt pár preclitellaris nephridiuma van. X-XIV-ben találhatóak a chylus sejtek. Seminalis vesiculuma kicsi, XI-ben található. Egy vagy két, kisméretű ectalis mirigy van, az ectalis ductus vastag, az ampulla hagyma alakú, diverticulumok nincsenek. A két entalis rész szélesen egyesül, majd egy rövid szakasszal kapcsolódik a nyelőcsőhöz.

Diagnózis: A fajt egyértelműen azonosíthatóvá teszi az alábbi karakterek kombinációja: 1) 6-8 serte csomónként, 2) a coelomo-mucocyták c típusúak és a lenticyták aprók, 3) a chylus sejtek már a nyereg előtti vagy a nyereghez tartozó szelvényekben elkezdődnek, 4) kis ondóhólyagok, 5) nincs subneuralis mirigy, 6) a spermatheca felépítése.

***Fridericia cf. sima* Welch, 1914**

Eddigi lelőhely: Amerikai Egyesült Államok, Illinois (WELCH 1914)

Magyarországi lelőhely: Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót

Jellemzői: Nagy méretű, 15-20 mm hosszú, 0,45-0,57 mm széles faj. Szelvény száma 52-58. Többnyire 4-6 sertéje van, de az anterior szelvényekben akár 7-8 is lehet, a posterior végen viszont csak 2-3. A nyálmirigy egyszerű, elágazás nélküli, V-ig ér. Az V-ben és VI-ban van ventrális lebenye a garatmirigyeknek. Öt pár preclitellaris nephridiuma van 6/7-től 10/11-ig. Chylus sejtek XIV-XVII-ben. Seminalis vesiculum a IX-ben. Spermatheca-nak nincs sem ectalis mirigye, sem diverticulum. Az ampulla egyszerű, körte alakú, az entalis ductusok elkülönülve nyílnak a nyelőcsőbe.

Diagnózis: Az alábbi tulajdonságok emelhetők ki, melyek a *F. sima*-t más, divertikula nélküli spermathecaval és csomónként max. 6-8 sertével rendelkező fajoktól megkülönböztetik: 1) vastag cuticula, 2) elágazás nélküli nyálmirigyek, 3) nem feltűnő epidermalis mirigysejtek, 4) a hím párzószerv többé-kevésbé gömb alakú, 5) az ectalis mirigy nélküli spermatheca közepes méretű ampullával.

Az általam vizsgált példányokban azonban coelomo-mucocyták mérete kisebb (25-30 μm) volt az eredeti leíráshoz képest (40 μm), valamint azok nagy száma sem volt tapasztalható. Ez természetesen nem zárja ki az eredeti *F. sima*-val való azonosságot, de a különbséget fontosnak véltem megjegyezni.

***Fridericia cf. larix* Schmelz és Collado, 2005**

Eddigi lelőhely: Írország (SCHMELZ ÉS COLLADO 2005)

Magyarországi lelőhely: Pécsi Tudományegyetem Botanikus Kertje

Jellemzői: 10-12 mm hosszú, 0,3 mm széles faj, 43 és 48 közötti szelvény számmal. Serteképlete 4,3 - (3),2 : 4,3 - 4,3,2. A nyálmirigy rövid, csak néhány elágazás található rajta. Garatmirigyek IV-VI-ban, a ventrális lebeny a IV-ben kicsi, ellenben a VI-ban nagy és hosszú. Öt pár preclitellaris nephridiuma van, chylus sejtek XII-XIV-ben. A spermatheca ectalis mirigye kerek, finoman szemcsézett. Az ectalis ductus kb. 1,5x olyan hosszú, mint a test átmérője. A spermatheca ampullájához két ülő diverticulum csatlakozik, az entalis ductus pedig nagyon rövid.

Diagnózis: SCHMELZ ÉS COLLADO (2005) szerint ezt a fajt az alábbi karakterek kombinációja különbözteti el a hasonló fajoktól: 1) maximális serteszám 4 a ventrális,

preclitellaris sertecsomókban, 2) a nyálmirigynek csak néhány ága van, 3) nincsenek garatmirigyek a VII-ben, 4) nincsenek reflektáló szemcsék a coelomo-mucocytákon, 5) a nyereg gyűrű alakú, a mirigysejtek eloszlása egyenletes minden oldalon, 6) nincs subneuralis mirigy, 7) spermatheca diverticuluma nyél nélküliek.

Az általam talált néhány egyednél viszont egyáltalán nem voltak elágazások a nyálmirigyeken, valamint két példány esetében is előfordult, hogy bár kicsike, de ötödik serte is megfigyelhető volt egyes ventralis sertecsomókban. Az eltérések ellenére ezek a példányok is azonosak lehetnek a *F. larix* fajjal.

Tudományra új fajok:

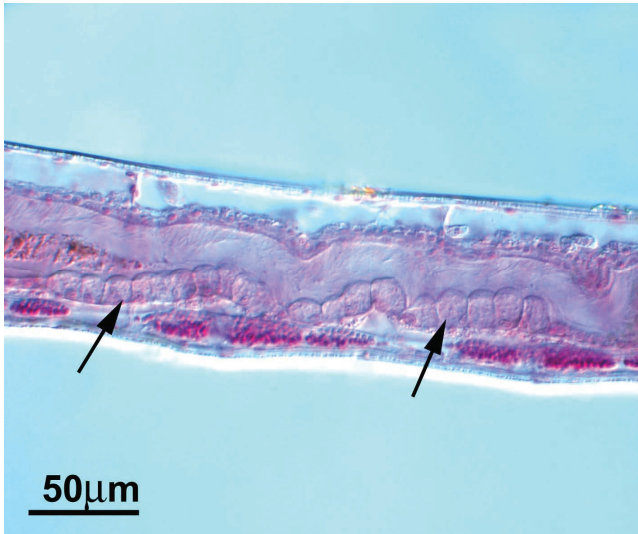
***Marionina scintillans* Boros és Dózsa-Farkas 2008**

Típus lelőhely: Fővárosi Állat- és Növénykert, Budapest, *Phoenix canarensis* (Arecaceae) tövében

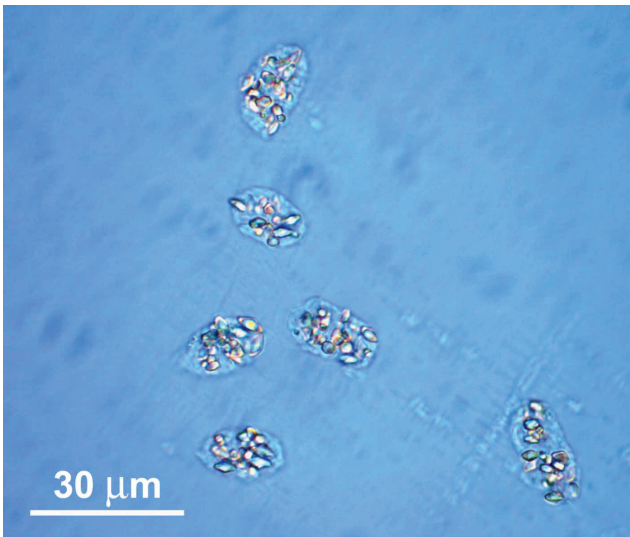
További lelőhelyek: ELTE Fűvészkert, Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót.

Jellemzők: Kis méretű féreg, 2-3 mm hosszú, 80-120 µm széles, 19-23 szelvényből áll. A laterális serték teljesen, a ventralisak pedig a II-ben és ivarérett példányoknál a XII-ben hiányoznak. A hasi sertecsomókban egyébként mindenhol 2 sertéje van, így sertékeplete 0-0: (0),2-2. Két pár garatmirigye van, melyek össze vannak olvadva a háti oldalon, és jól fejlett hasi lebenyeik is vannak. A harmadik pár garatmirigy hiányzik. A XIV-XVII szelvényekben a bélfal ventralis részén megvastagodott epithelialis sejtek figyelhetők meg (16. ábra). Csak 2 vagy 3 pár preclitellaris nephridiuma van, melyek párosan vagy egyedül helyezkednek el. A háti edény a XII-ben ered. A coelomocyták oválisak, és a faj igen jellegzetes tulajdonsága, hogy apró, fényes, szivárványszínű granulomok láthatóak benne (17. ábra). A spermatölcsér (18. és 19. ábra) kis méretű, körte alakú, a spermavezeték pedig hosszú és tekervényes. A spermatheca az V-ben található, az ampulla ovális, vagy kerek, ha spermiumokat tartalmaz.

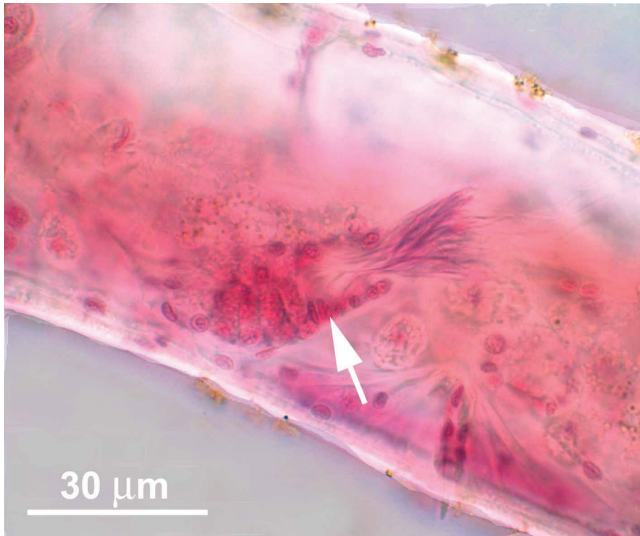
Diagnózis: A fajhoz leginkább a *M. seminuda* Xie és Rota, 2000 és a *M. subterranea* (Knöller, 1935) hasonlít. Utóbbi azonban nagyobb méretű (4 mm, 25 szelvény), és a II-ben is van ventralis sertéje, az első és a második garatmirigynek nincs ventralis lebenye és a spermatheca csak az ectalis pórus körül mirigyos. A *M. seminuda* szintén nagyobb szelvényszámú (23-27) és rendelkezik harmadik pár garatmiriggyel. Mindkét fajnak mások a coelomocytái.



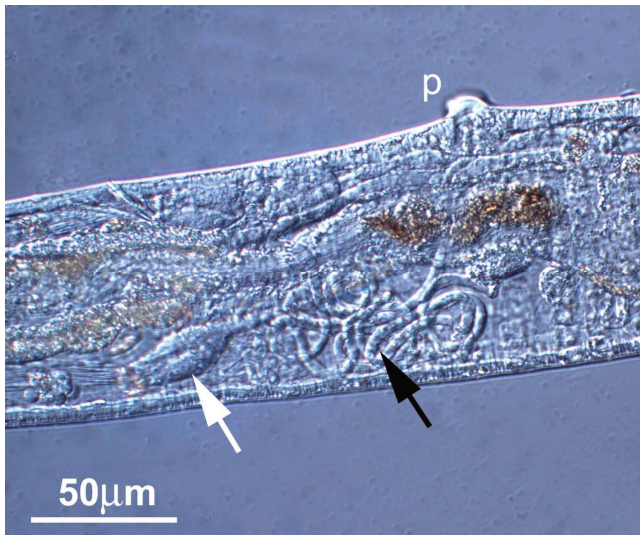
16. ábra. Megvastagodott epithelialis sejtek a *Marionina scintillans* bélfalának ventralis oldalán a XIV-XVII szelvényekben (Dózsa-Farkas Klára fotója).



17. ábra. *Marionina scintillans* coelomocytái, bennük a fajra jellemző fénytörő szemcsékkel (a szerző fotója).



18. ábra. *Marionina scintillans* spermatölcésére (fehér nyíllal jelölve) (Dózsa-Farkas Klára fotója).



19. ábra. *Marionina scintillans* spermatölcésére (fehér nyíl) és annak jellegzetesen tekervényes vezetéke (fekete nyíl), p = hím páرزószerv (a szerző fotója).

***Achaeta* sp. n. 1**

Típus lelőhely: Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót

További lelőhelyek: Szegedi Tudományegyetem Fűvészkertje

Jellemzői: Azok közé az *Achaeta* fajok közé tartozik, melyeknek nincsenek pyriform sejtheik. Kis méretű faj, 3-3,5 mm hosszú, szélessége kb. 175-180 μm . Szelvény száma 20-26. A genusra jellemző lencse formájú epidermalis sejtekből 1 párral rendelkezik szelvényenként. 1 pár preclitellaris nephridiuma van. Coelomo-mucocytái relatíve nagyok (20-22 μm) és lekerekítettek. Spermathecája rövid, csak az V szelvényben található. Spermatölcseire szintén kis méretű (45-50 μm hosszú és 22-25 μm széles).

Diagnózis: A fajhoz a kis méretben és karaktereiben hasonló fajok az *A. brevivasa* Graefe, 1980, az *A. iberica* Graefe, 1989 és az *A. pannonica* Graefe, 1989. Mindezekből azonban megkülönbözteti a lencse formájú sejtek és a nyereg előtti nephridiumok száma.

***Fridericia* sp. n. 1**

Típus lelőhely: Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót

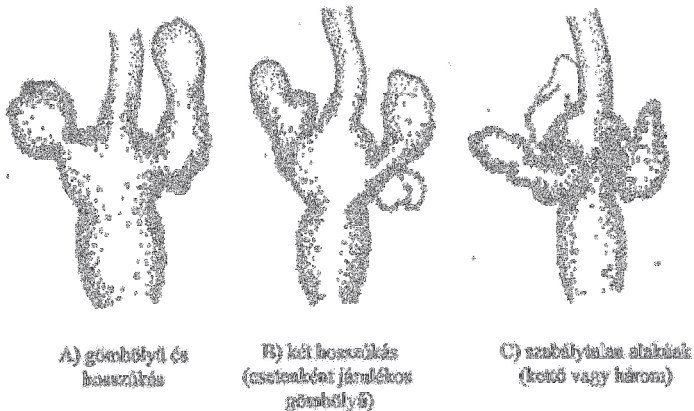
Jellemzői: 15-20 mm hosszú, 0,4-0,45 mm átmérőjű féreg, szelvény száma 43-51. Serteképlete 4-4 : 4,5 - 5,4,(3). A bőr mirigysejtjei halvány sárgák, de feltűnőek, a sejtek körvonala szabálytalan. A nyálmirigy rövid, a vége az V-ben több rövid ágra bomlik. Három pár garatmirigye van, melyből az első kettő szélesen összeolvadt dorsalisán. Öt pár preclitellaris nephridiuma van. A háti edény eredése a XVIII-XIX szelvényekben található. A coelomo-mucocyták „a” és „c” típus közöttiek. A spermathecáknak sem ectalis mirigye, sem diverticulumai nincsenek. Az ampulla gömbölyű vagy hagyma alakú, 3-4x szélesebb, mint az ectalis vezeték. A két entalis ductus külön csatlakozik a nyelőcsőhöz.

Diagnózis: Habár összesen kb. 10 olyan *Fridericia* faj van, melynek spermathecája hasonló (nincs ectalis mirigy és diverticulum), a többi karaktere alapján ez a faj csak a *F. pretoriana*-hoz és a *F. ilvana*-hoz hasonlít. Azonban mindkettőnek szélesen összeolvadt entalis ductusa van, melyek így egy közös ponton csatlakoznak a nyelőcsőhöz, valamint a *F. ilvana* rózsaszínes-sárgás színű vére is feltűnő különbség.

Fridericia sp. n. 2

Típus lelőhely: Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót

Jellemzői: Nagy méretű férgek, 20-28 mm hosszúak és 0,55-0,60 mm átmérőjűek. Szelvény számuk általában 55-60, de ritkán 70 is lehet. Maximális serteszámuk 5, de ez csak a teljesen ivarérett példányokra jellemző. Többnyire 4 sertéjük van csomónként, mely azonban a test vége felé 3-ra vagy 2-re is csökkenhet. Nyelőcsövi függelékeik rövidek és elágazás nélküliek, coelomo-mucocytáik b típusúak, chylus sejteik a XIV-XVI szelvényekben találhatóak. A háti edény a XIX-XX szelvényben ered, a vér szintelen. A spermathecának nincs ectalis mirigye, az ectalis vezeték hosszú (kb. 350 μ m). Az ampulla gömbölyded alakú, melyen kettő, ritkábban három igen változatos formájú (gömbölyű, hosszúakás vagy éppen szabálytalan alakú) divertikulum figyelhető meg (20. ábra).



20. ábra. *Fridericia* sp. n. 2. spermathecájának különböző típusú diverticulumai (a szerző rajza).

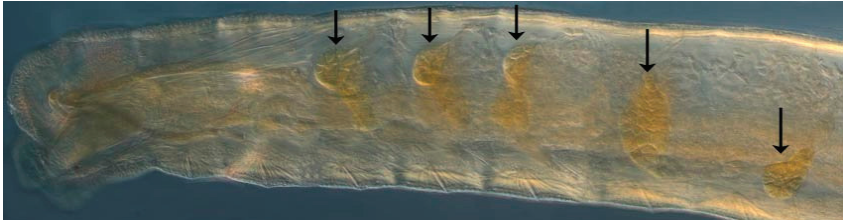
Diagnózis: Ehhez hasonló spermathecája csak a *F. aurita*, *F. auritoides*, *F. conculcata* fajoknak van. Ezeknek a fajoknak azonban kifejlett állapotban is kevesebb a sertéje. A *F. aurita*-nak és *F. auritoides*-nek hosszú nyálmirigyeik vannak, valamint coelomo-mucocytájuk is más típusba tartozik. A *F. conculcata*-nak szintén más fajta coelomo-mucocytája van, chylus sejteik a XIV-ig érnek és háti edénye is előrébb, XVI-XVII-ben ered.

Marionina sp. n. 1

Típus lelőhely: Szegedi Tudományegyetem Fűvészkertje

Jellemzői: Középméretű, és feltűnően vékony férgek, 16-20 mm hosszúak és 0,25-0,35 mm szélesek. Testük többnyire 61-67 szelvényből áll, de a 45 fölötti szelvéyszámú állatok már fragmentálódhatnak. Serteképlete $2 - 2 : 3(2) - 3(2)$. Öt pár garatmirigye van (21. ábra), melyből az első pár dorsalisán összeolvadt, az ötödiknek pedig csak ventralis lebenyei vannak. A coelomo-mucocyták 20-25 μm hosszúak és 10-12 μm szélesek, finoman szemcsézettek. A chloragogen sejtek jól fejlettek. Négy pár preclitellaris nephridiuma van a 8/9-től, az anteseptalis rész csak a tölcsérből áll. A háti edény a XV-XVI szelvényekben ered és az agyúcánál ágazik el. Ivarszervek egyelőre nem ismertek.

Diagnózis: Ez a *Marionina* faj azért különleges, mert a nemben egyedülálló módon képes fragmentálódással szaporodni (részleteket a 70. oldalon, az 5.5.1 fejezetben). Korábban ez a jelenség csak a *Buchholzia*, *Cognettia* és *Enchytraeus* genusok összesen 8 fajánál volt ismert. Azonban ennek a sajátos szaporodási stratégiának köszönhetően a fajnak nem ismertek ivarérett példányai, vagyis faji azonosítása eddig nem volt lehetséges.



21. ábra. *Marionina* sp. n. 1 garatmirigyei (fekete nyíllal jelölve) laterális néztből. Az ötödik pár mirigynek csak ventralis lebenye van (a szerző fotója).

A talált fajok testméretére vonatkozóan a 3.2.3 fejezetben (23. oldal, utolsó bekezdés) már említésre került MICHAELSEN (1924) megfigyelése, miszerint peregrine földigiliszta fajoknál a behurcolt fajok átlagosan rövidebbek, mint az endemikusak. A magyarországi botanikus kertekben talált televényférgeknél ilyen összefüggést nem tapasztaltunk, bár az megállapítható, hogy az üvegházak faunáját alkotó enchytraeida fajok zömében a kicsi (4-8 mm) vagy közepes (8-14 mm) mérettartományba esnek, nagyobbak (>14 mm) csak ritkábban fordultak elő.

5.2. Taxonómiai vizsgálatok

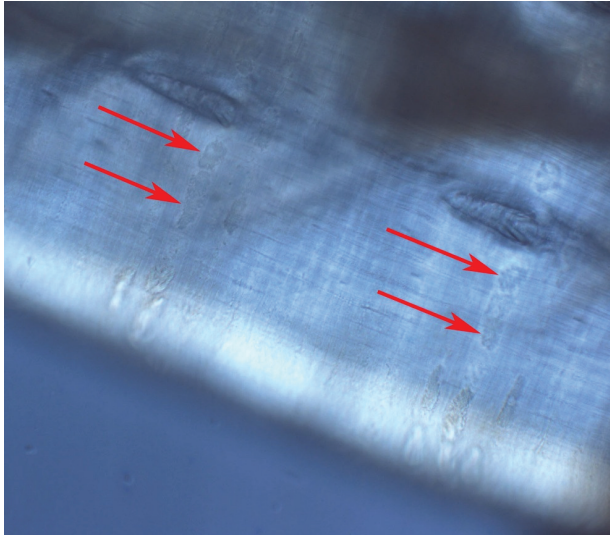
A különböző gyűjtési helyekről előkerült fajok azonosítása során olyan morfológiai különbségek is megfigyelhetők voltak, melyek egyes fajok vagy fajkomplexek alaposabb vizsgálatát indokolták. Ezek közül három olyan eset volt, ahol úgy tűnt, a különbségek alapján megalapozott a fajrevízió, így ezeknél a morfológiai megfigyelések mellett molekuláris vizsgálatokat is végeztem. Bár utóbbi eredményeivel egészében a következő fejezetben foglalkozom, a taxonómiai vizsgálatok teljes ismertetéséhez néhány részeredményt itt is bemutatok.

***Fridericia aurita* Issel, 1905**

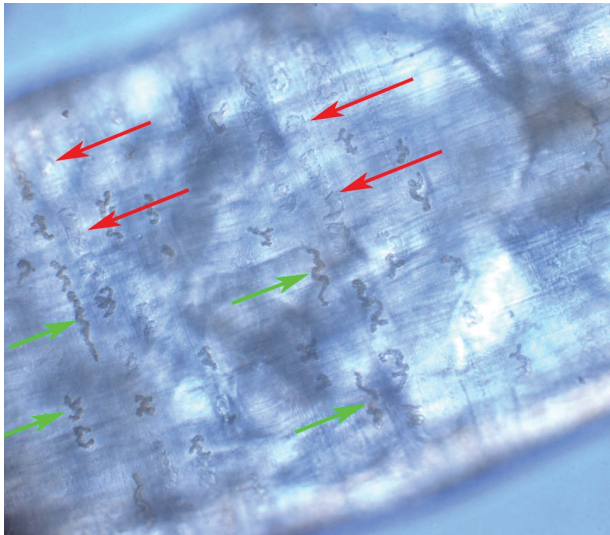
A *Fridericia aurita* nevét spermathecájának jellegzetes, fűlszerű diverticulumairól kapta (auritus = fülekkel ellátott). A magyarországi televényféreg kutatások során azonban ennek a fajnak négy, egyes tulajdonságokban eltérő morfortípusa került elő. A legfeltűnőbb különbségek az epidermalis mirigyek barnás ill. áttetsző színe (22. és 23. ábra), a serték eltérő száma, a spermatheca ectalis ductusának hossz- és vastagságbeli különbsége, valamint az ectalis ductus tövi mirigyének megléte vagy hiánya (24. és 25. ábra). Ezek alapján a, b, c és d típusokat különítettünk el. A különbségek részletes felsorolása a 8. táblázatban látható.

A Pécsi Tudományegyetem Botanikus Kertjében is megtaláltam a *Fridericia aurita* b típusát, de morfológiailag nem volt különbség az üvegházban gyűjtött és hazánk más területeiről származó b-típusú *F. aurita* egyedek között. Az elvégzett molekuláris biológiai vizsgálat eredménye ezt megerősítette (28. ábra, 66. oldal), vagyis a Pécsi Tudományegyetem Botanikus Kertjének üvegházából származó példányok az ITS szekvenciák alapján sem különböztek az egy másik kutatás során a Villányi-hegységben gyűjtöttektől.

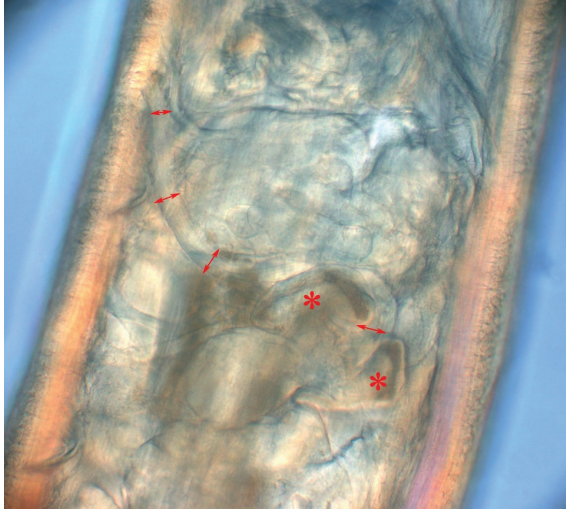
A filogenetikai analízis ugyanakkor azt is megmutatta, hogy a négy *Fridericia aurita* típus egymástól élesen elkülönül, de egy típuson belül homogenitás tapasztalható. Ezen eredmények alátámasztják azt az elképzelést, mely szerint nem csak morfológiai variációkról van szó, és a négy típus külön fajoknak tekinthető. Az eredmények egy részéről nemzetközi konferencián (3rd International Oligochaeta Taxonomy Meeting, Ciprus, Platres, 2007. április 2-6) posztert mutattam be, a részletes vizsgálati eredményekről jelenleg kézirat készül.



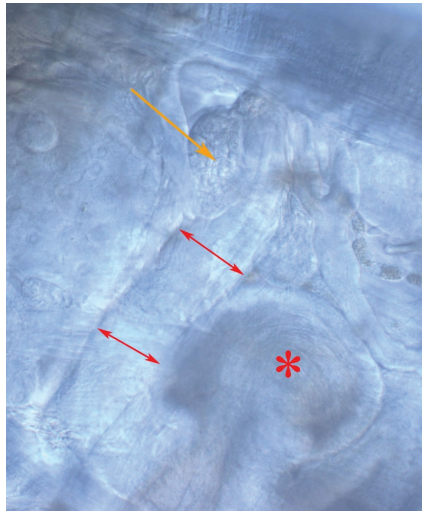
22. ábra. *Fridericia aurita* a típusa. Az áttetsző epidermalis mirigysejteket piros nyíl mutatja (Dózsa-Farkas Klára fotója).



23. ábra. *Fridericia aurita* b típusa. Az áttetsző epidermalis mirigysejteket piros, a barnás mirigysejteket zöld nyíl mutatja (Dózsa-Farkas Klára fotója).



24. ábra. *Fridericia aurita* a típusa. A spermatheca divericulumait piros csillag, az ectalis ductus szélességét két fejű piros nyíl mutatja (a szerző fotója).



25. ábra. *Fridericia aurita* b típusa. A spermatheca egyik diverticuláját piros csillag, az ectalis ductus szélességét kétféjű piros nyíl, az ectalis mirigyet sárga nyíl mutatja (a szerző fotója).

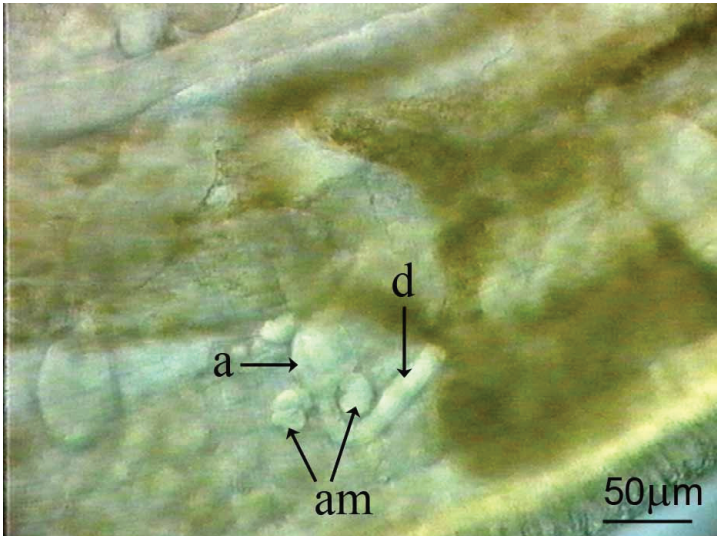
8. táblázat. A *Fridericia aurita* faj négy különböző típusának eltérő alaktani tulajdonságai.

	<i>F. aurita</i> a típus	<i>F. aurita</i> b típus	<i>F. aurita</i> c típus	<i>F. aurita</i> d típus
Testhossz (mm)	16-21	17-18	13	15-25
Szelvényszám	45-60	50-51	52	45-59
Serteképlet	2,3(4) – 3,4: 4,5-4,3,2	4,5 – 4,3,2 : 5,6 – 5,4,3,2	4 – 4,3,2 : 4 – 4,3,2	2,3(4) – (3)2 : 3,4 – 4,3,2
Epidermalis mirigysejtek	áttetsző	áttetsző és barna	áttetsző	áttetsző
Nyálmirigy	c típus	a típus, néhány végső ággal	a típus	c típus
Coelomo-mucocyták típusai	a típus	a/b-típus b-típus	b típus	a típus
Spermatheca ectalis ductusának hossza/szélessége	300-350 µm / 24-30 µm (kis ectalis mirigy)	150-180 µm /29- 43 µm (több kis ectalis mirigy)	210-230 µm / 30 µm (nincs mirigy)	450-500 µm / 30-40 µm (kis mirigy)
Subneuralis mirigy	nincs	XIII-XIV	nincs	?
Chylus sejtek helye	XV-XVII	XV-XVII	IX-X	?
Háti edény eredése	XIV-XIX	XIX-XXI	XV	XXI

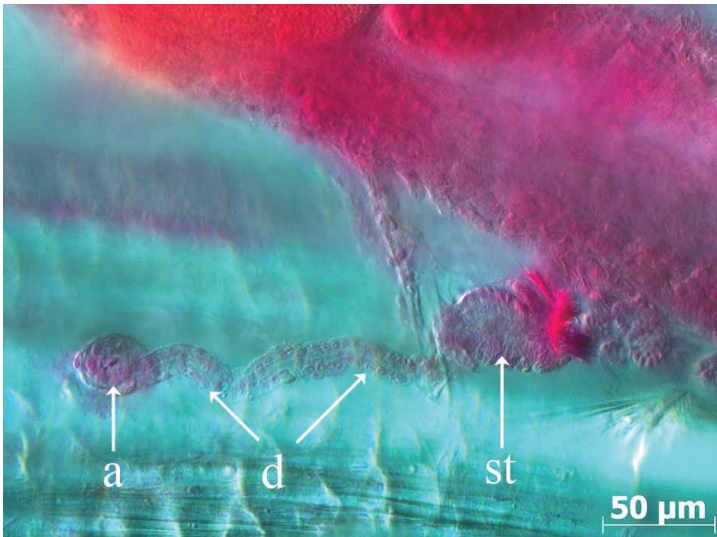
***Mesenchytraeus „kuehnelti” és M. pelicensis* Issel, 1905**

Egy másik rendszertani probléma a *Mesenchytraeus „kuehnelti”* nevű faj esetében merült fel, melyet DÓZSA-FARKAS (1991) írt le egy magyarországi *Sphagnum*-lápból. Az elkülönítés alapja a morfológiailag igen hasonló *M. pelicensis* nevű fajhoz képest az volt, hogy a spermatölcser ductusa jól fejlett atriumban végződik, melyen négy atrialis mirigy volt megfigyelhető (26. és 27. ábrák). Dózsa-Farkas akkor úgy vélte, hogy a különbségek a fenti *Mesenchytraeus* fajok (illetve egy másik fajpár, a *Bryodrilus ehlersi* és *B. glandulosus*) esetében posztglaciálisan izolált fejlődés eredményei lehetnek. Azonban a *M. „kuehnelti”* és *M. pelicensis* egyre több példánya került elő különböző gyűjtésekből, a doktori vizsgálatom esetében a kőszegi Stájerházaknál. Az alaposabb vizsgálatok során kiderült, hogy a *M. pelicensis* egyedei is rendelkeznek atrialis mirigyekkel, bár észlelésük igen nehéz. Felmerült tehát a gyanú, hogy a *M. „kuehnelti”* tévesen lett új fajként leírva.

Egy átfogó, több országra (Magyarország, Olaszország, Németország, Dánia) is kiterjedő taxonómiai vizsgálatsorozat alapján megállapítottuk, hogy a *M. pelicensis*



26. ábra. *Mesenchytraeus pelicensis* spermatölcserének ductusa (d), atriuma (a) és annak atrialis mirigyei (am) élő állatban (Dózsa-Farkas Klára felvétele).



27. ábra. *Mesenchytraeus pelicensis* spermatölcserére borax-carminnal festett preparátumon (a = atrium, d = ductus, st = spermatölcser) (Dózsa-Farkas Klára fotója).

példányainak is van atrialis mirigye, csak a clitellum jól fejlett mirigyei miatt ez igen nehezen látható.

Ezen eredmények megerősítésére szintén használtuk az ITS szekvenciákat. A 28. ábrán jól látható, hogy a *M. „kuehnelti”* nem tekinthető külön fajnak, és a Stájerházaknál gyűjtött példány sem különbözik a más lelőhelyeken gyűjtöttektől. Ezt a taxonómiai problémát kollégáimmal egyébként az itt bemutatottnál több példányra is kiterjedő és rendkívül alapos vizsgálatnak vetettük alá, mely során hitelt érdemlően bizonyítottuk, hogy a *M. „kuehnelti”* (és a *Bryodrilus „glandulosus”* is) érvénytelen faj. Eredményeinket, valamint a revideált fajok újra leírását nemzetközi impakt faktoros folyóiratban publikáltuk (CECH ÉS MTSAI 2011).

***Fridericia maculatiformis* Dózsa-Farkas, 1972**

Szaktervezés készítésekor, különböző magyarországi hegyi sziklagyepek televényféreg-faunájának feltárása során, a *F. maculatiformis*-nak olyan példányait találtam meg a Szent György-hegyen, melyek az eredeti fajleírástól eltérően nem 4, hanem 5 pár preclitellaris nephridiummal rendelkeztek. Későbbi vizsgálatok során ilyen példányok előkerültek a Villányi-hegységből, a Mezőföldről és a Gerecséből, valamint doktori kutatásom keretében az ELTE Fűvészkertjéből is. Minthogy más morfológiai különbség nem volt megfigyelhető, ezekre a példányokra szintén végeztem molekuláris összehasonlítást.

A filogenetikai fán látható, hogy a vizsgált példányok a nephridiumok száma szerint helyezkednek el, de lényegében nincs különbség az üvegházban és a Szent György-hegyen gyűjtött egyedek között, melyektől a 4 nephridiummal rendelkező sas-hegyi példányok viszont határozottan elválnak.

A két variáció részletesebb összehasonlítását (19 egyed 6 különböző lelőhelyről) CECH (2011) végezte el doktori munkájában, és megállapította, hogy a populációk minden esetben a preclitellaris nephridiumok alapján válnak szét még azonos gyűjtőhelyek esetében is.

Ugyanakkor a Gerecsében és a Mezőföldön a fajnak mind a két típusa előfordul, emiatt alfaji elkülönítést nem tehetünk.

5.3. Filogenetikai analízis

A filogenetikai analízis eredményeit a 28. ábra mutatja be. Mivel az eltérő módszerekkel generált filogenetikai fák topológiája igen hasonló volt, ezért dolgozatomban csak a Bayes módszer alapján készített fát ábrázoltam, ahol az elágazásoknál a ML és a MP bootstrap értékeket is feltüntettem. Az üvegházakból és botanikus kertekből származó fajokat kék színnel emeltem ki.

Minden faj esetében egyértelmű, hogy az üvegházakban gyűjtött példányok nem különültek el a szabadföldről származóktól. Az is jól látszik, hogy a *Fridericia* fajok jól szeparált csoportba rendeződnek a többi fajhoz képest. Ez az eredmény összhangban van más kutatók eredményeivel is (pl. ERSÉUS ÉS MTSAI 2010, CECH 2011), akik szintén megállapították, hogy ez egy monofiletikus genus.

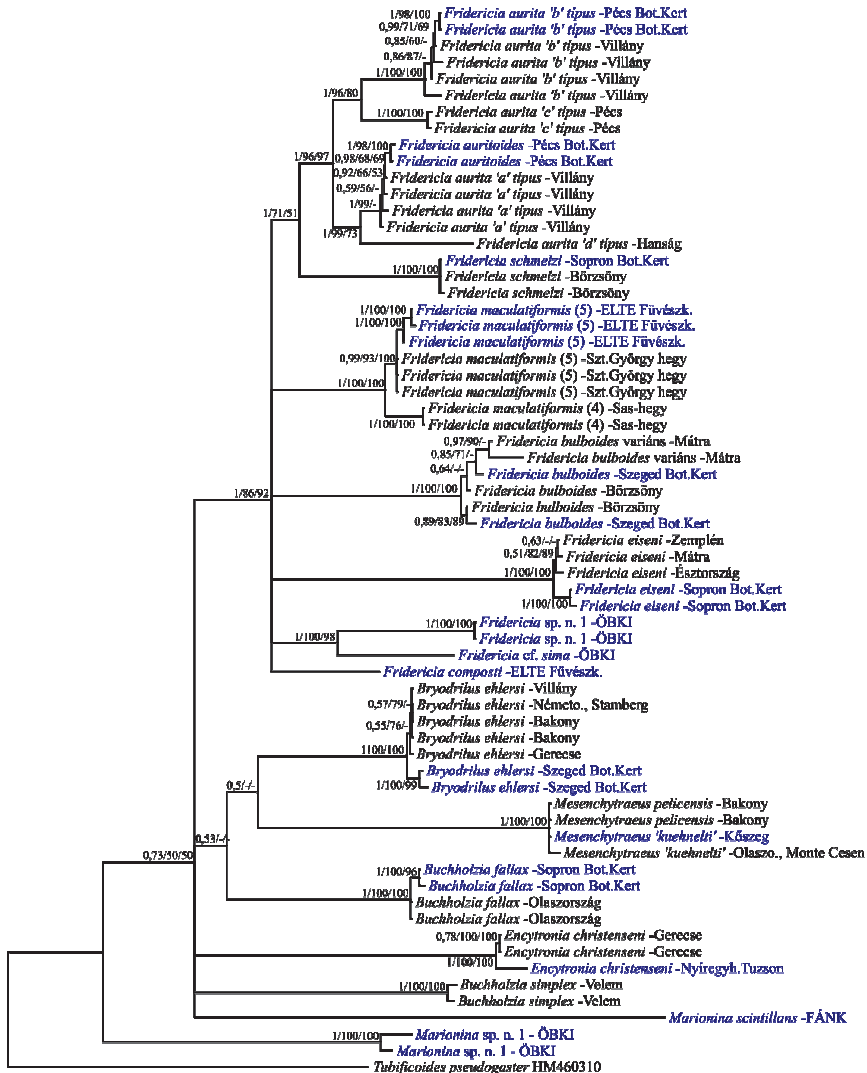
A *F. aurita* négy morfológiai típusának elkülönüléséről már részben beszámoltam az előző fejezetben. Az ITS szekvenciák alapján a „b” és „c” típusok állnak közelebbi rokonságban, míg az „a” típus egy másik fajjal, a *F. auritoides*-szel testvércsoport, mely morfológiájuknak nagyjából megfelel. A „d” típusú *F. aurita* fajból sajnos csak egyetlen példány állt rendelkezésre, így ennek a típusnak további és alaposabb vizsgálata szükséges.

A *F. schmelzi*-nek a *F. aurita* csoporthoz való hasonlósága egyes karakterek különbözősége miatt meglepő (pl. e faj spermathecáján nincsenek diverticulumok), így inkább a *F. bulboides* és *F. eiseni* fajokkal való közelebbi rokonsága lenne indokolt. A *F. maculatiformis* vizsgált példányai szintén egy kládot alkotnak, és ahogyan már említettem, a különbségek inkább a preclitellarius nephridiumok számában, mint a lelőhelyek különbözőségeiben mutatkoztak.

A *F. bulboides* fajok esetében, bár szintén nem volt jelentős különbség a különböző gyűjtési helyek között, az alkalmazott módszerek eredményeiben kis mértékű eltérés volt a Mátrában, Börzsönyben, illetve a Szegedi Tudományegyetem Fűvészkertjében talált példányok hasonlóságában.

Érdekes, hogy a filogenetikai elemzések alapján a *F. eiseni* Zemplénben és Mátrában gyűjtött példányai közelebb állnak az északországihoz, mint a Nyugat-magyarországi Egyetem Botanikus Kertjében gyűjtött példányokhoz.

A Vácraátóton gyűjtött és még leírás alatt álló *Fridericia* sp. n. 1 a filogenetikai fa alapján a *F. cf. sima* fajjal mutat hasonlóságot, mely alaktanilag is indokolt, bár az új fajnak sem feltűnő epidermalis mirigysejtjei, sem vastag cuticulája nincsen.



28. ábra. A vizsgált televényfereg fajok filogenetikai viszonyai a nukleáris rDNA ITS régiója alapján Bayes algoritmussal generálva. Az elágazásokban a posterior probability (BA), illetve a bootstrap (ML és MP) értékek láthatók. A nem támogatott elágazást – jellel tüntettem fel. Kék színnel emeltem ki az üvegházakból származó példányokat. (ÖBKI = Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrottát; FÁNK = Fővárosi Állat- és Növénykert)

A *Bryodrilus* és *Mesenchytraeus* fajok morfológiai hasonlósága összhangban van a filogenetikai elemzés eredményeivel is. A Szegedi Egyetem Botanikus Kertjében gyűjtött *Bryodrilus ehlersi*-k a fajon belül a fán kissé elkülönülnek a más magyarországi lelőhelyekről származóktól, annak ellenére, hogy ezeknél a példányoknál morfológiai különbséget nem tapasztaltam.

A *Mesenchytraeus „kuehnelti”* és *M. pelicensis* azonosságáról az előző fejezetben részletesen írtam.

Bár igen alacsony támogatottsággal, de furcsa módon a *Buchholzia fallax* és *B. simplex* illetve az *Enchytronia christenseni* egymáshoz való viszonyát az elemzés nem tudta megállapítani. Hasonlóan különös a fragmentálódó *Marionina* faj jelentős eltérése az összes többitől, ezt szintén nem indokolják alaktani különbségek. Utóbbi két eset rámutat a használt génszakasz esetleges gyenge pontjaira.

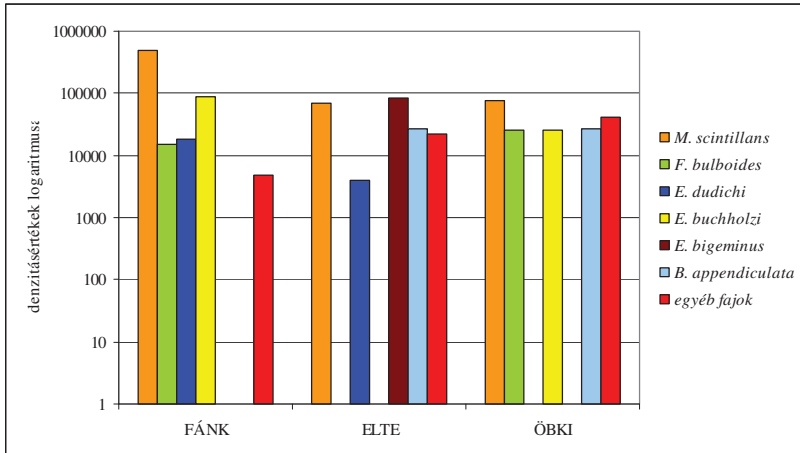
Összegezve a morfológiai megfigyelések és az ITS régió alapján készített törzsfá eredményeit, véleményem szerint ez a DNS szakasz csak bizonyos fenntartásokkal alkalmazható a televényférgeknél. További indok, hogy a MP módszer 4 legrövidebb fát talált, és az azokból készített konszenzus fa helyenként ellentmondásban volt a bootstrap fa topológiájával. A ML bootstrap értékei és a Bayes fa posterior probability értékei is gyengék a nagyobb csoportok közötti elágazásokban.

5.4. Denzitásvizsgálatok

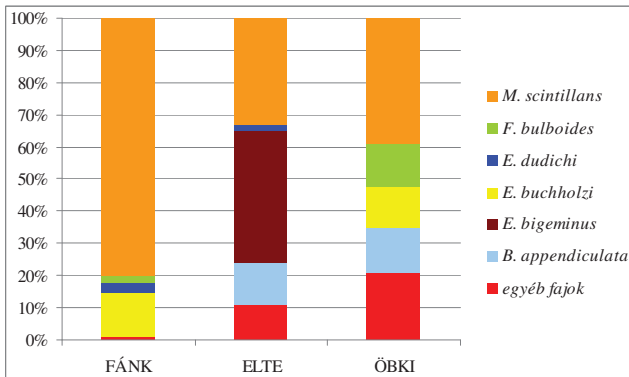
A három megvizsgált intézmény (Fővárosi Állat- és Növénykert, ELTE Fűvészkert, Budapest, Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót) üvegházaiban a televényférgekre megállapított denzitásértékeket a 9. táblázat, illetve ezek arányait a 29. ábra mutatja be. A 30. ábra az egyes jellemző fajok dominanciaviszonyait ábrázolja a különböző intézményekben.

A Fővárosi Állat- és Növénykertből származó talajminták feldolgozása során már a legelső mintavételkor is feltűnő volt, hogy a *Marionina scintillans* igen magas, 342100 egyed/m²-es denzitással van jelen. Ha az eredményeket korábbi, más kutatók vizsgálataival hasonlítjuk össze, az is kiderül, ez a faj mutatja a televényférgeknél valaha mért legmagasabb denzitást. A természetben megállapított maximumokat egy angliai *Juncus* mocsárban 289000 egyed/m²-nek (PEACHEY 1963), egy walesi douglas-fenyvesben 250000 egyed/m²-nek (O'CONNOR 1957), míg egy japán szubalpin

fenyvesben 148000 egyed/m²-nek (KITAZAWA 1977) találták. Európai lombos erdőkben a maximális értéket, vagyis 145280 egyed/m²-t, RÖMBKE (1988) tapasztalta egy németországi bükk (*Luzulo-Fagetum*) erdőben, ahol azonban az denzitásértéke igen erősen ingadozott. A magyarországi lombos erdőkben eddig tapasztalt maximális értékek 14000 és 82000 egyed/m² között mozogtak (DÓZSA-FARKAS 2002).



29. ábra. A három megvizsgált intézmény üvegházaiban megállapított televényféregdenzitásértékek logaritmikus skálán ábrázolva.



30. ábra. Az egyes jellemző fajok dominanciaviszonyai a három megvizsgált üvegházban.

9. táblázat. Három vizsgált intézmény üvegházaiban megállapított denzitásértékek (egyszám/m³) televényfereg fajokra.

FÁNK	<i>Phoenix canarensis</i> (Arecaceae)	<i>Pandanus</i> sp. (Pandanaeae)	<i>Malpighia</i> sp. és <i>Dieffenbachia</i> sp. (Malpighiaceae, Araceae)	<i>Musa acuminata</i> (Musaceae)	<i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)	összesen
<i>Achaeta eiseni</i>	1600	2100	0	0	1050	4750
<i>Enchytraeus buchholzi</i>	6000	50800	8200	15800	5500	86300
<i>Enchytraeus dudichi</i>	5300	0	4700	4700	3400	18100
<i>Fridericia bulboides</i>	0	0	800	2600	11600	15000
<i>Marionina scintillans</i>	342100	14000	10800	128900	0	495800
összesen	355000	66900	24500	152000	21550	

ELTE	<i>Phoenix roebelenii</i> (Arecaceae)	<i>Pandanus</i> sp. (Pandanaeae)	<i>Dieffenbachia</i> sp. (Araceae)	<i>Musa acuminata</i> (Musaceae)	<i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)	összesen
<i>Buchholzia appendiculata</i>	11600	5800	0	4700	5300	27400
<i>Enchytraeus bigeminus</i>	14200	11800	9200	26800	22100	84100
<i>Enchytraeus dudichi</i>	0	1600	2400	0	0	4000
<i>Enchytraeus variatus</i>	0	4200	6600	1600	0	12400
<i>Fridericia composti</i>	0	0	0	0	1300	1300
<i>Henlea nasuta</i>	2900	4700	0	0	800	8400
<i>Marionina scintillans</i>	33400	8900	13200	9700	3100	68300
összesen	62100	37000	31400	42800	32600	

ÖBKI	<i>Phoenix canarensis</i> (Arecaceae)	<i>Monstera deliciosa</i> (Araceae)	<i>Dieffenbachia</i> sp. (Araceae)	<i>Musa acuminata</i> (Musaceae)	<i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)	összesen
<i>Achaeta pannonica</i>	0	0	300	0	0	300
<i>Buchholzia appendiculata</i>	10800	500	0	5800	9700	26800
<i>Enchytraeus buchholzi</i>	9200	4700	7900	4200	0	26000
<i>Fridericia bulboides</i>	1300	13400	3900	5800	1600	26000
<i>Fridericia galba</i>	0	300	3700	1100	800	5900
<i>Fridericia</i> sp. n. 1	3200	0	500	2100	300	6100
<i>Fridericia</i> sp. n. 2	1300	0	800	2300	1600	6000
<i>Henlea nasuta</i>	6000	5300	1100	4400	6300	23100
<i>Marionina scintillans</i>	47300	0	10500	11800	7100	76700
összesen	79100	24200	28700	37500	27400	

Az eddigi hazai vizsgálatok során a legmagasabb egyedsűrűség (217900 ± 10872 egyed/m²) Balaton parti turzásokban volt tapasztalható, ahol igen nagy mennyiségű szerves törmelék halmozódik fel (DÓZSA-FARKAS 1998, DÓZSA-FARKAS ÉS MTSAI 1999).

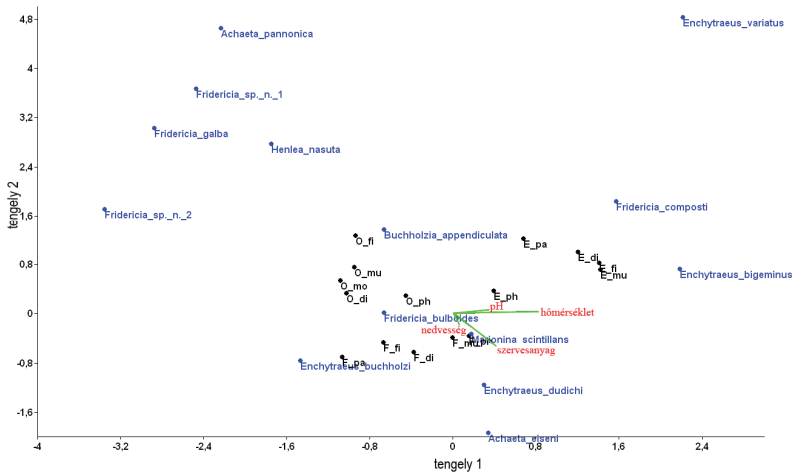
A Fővárosi Állat- és Növénykertben megállapított egyedszám azonban véleményem szerint aligha fordulna elő szabadföldön. A szokatlanul magas denzitás okai részben ugyanis a televényféreg számára ideális mesterséges körülmények lehetnek, vagyis az egész évben tartó meleg hőmérséklet, az állandó nedvességtartalom és talajpótlással bejuttatott tápanyag. Ez utóbbinak viszont ellentmond, hogy ez más intézményekre is igaz, ahol nem volt ilyen magas területegységre jutó egyedszám tapasztalható.

Az *E. bigeminus* faj csak az ELTE Fűvészkertjében volt jelen, ám ott magas egyedszámmal. Ennek oka valószínűleg a fragmentálódással való szaporodási képessége, mely során rövid idő alatt meglehetősen sok utódot képes produkálni.

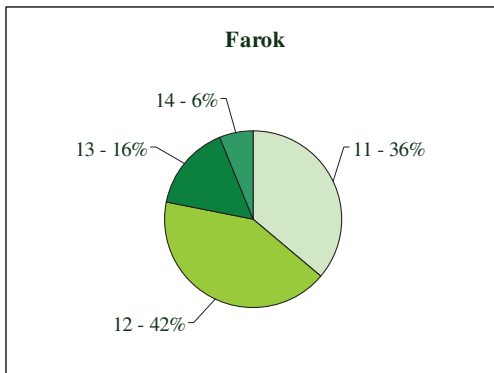
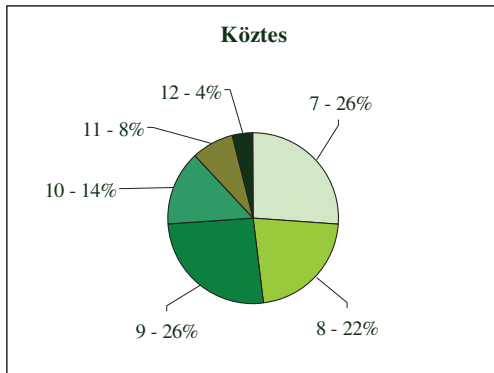
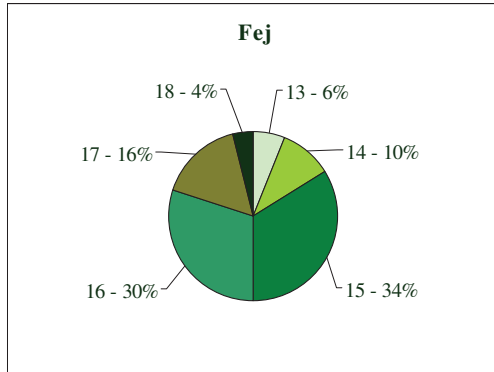
A mintákban talált többi televényféreg faj denzitása a fentebb felsorolt, természetben tapasztalt értékekhez képest teljesen átlagosnak vagy alacsonynak mondható.

A statisztikai elemzés során sem a nem parametrikus korreláció vizsgálattal sem pedig kanonikus korrespondencia analízissel (31. ábra) nem találtam biológiailag értelmezhető összefüggéseket a denzitásértékek és a különböző növényfajok tövéből származó talajminták között. Habár az azonos intézményben gyűjtött minták nagyjából diszkrét csoportokat alkotnak, a fajok igen diszperz elrendeződést mutatnak. Így az egyes kiugróan magas denzitásértékek kielégítő magyarázathoz további vizsgálatok lennének szükségesek.

Az eredmények egy része publikációban megjelent (BOROS ÉS DÓZSA-FARKAS 2007).



31. ábra. A kanonikus korrespondencia analízis eredménye a denzitásértékek és a különböző növényfajok tövéből származó talajminták összehasonlítására (kék betű = a fajnevek, fekete betű = a minták kódjai, piros betű = talajjellemzők, zöld színnel a tengelyek láthatók, az első három kanonikus tengely sajátértékei sorrendben 0,2677, 0,704, 0,0412),
 E = ELTE, F = Fánk, O = ÖBKI, di = *Dieffenbachia*, fi = *Ficus*, mo = *Monstera*, mu = *Musa*, pa = *Pandanus*, ph = *Philodendron*



32. ábra. A feldarabolódás után elkülönülő fej, köztes és farkok eredetű fragmentek szelvénytípus szerinti százalékos megoszlása.

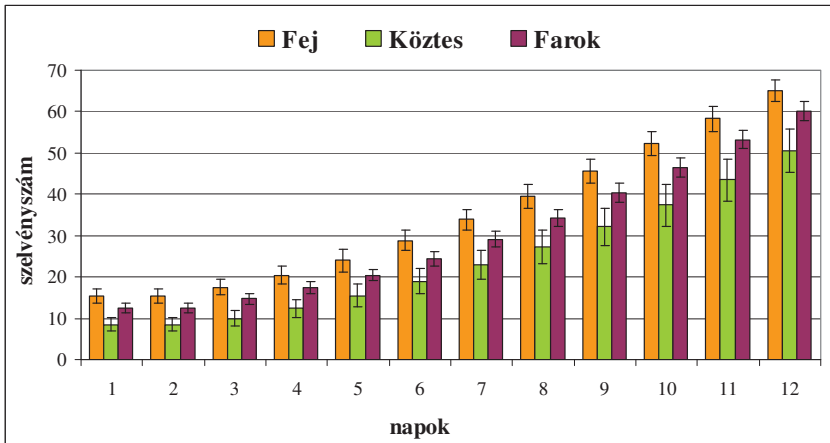
5.5. Szaporodásbiológiai vizsgálatok

5.5.1. A *fragmentálódó* *Marionina* faj aszexuális szaporodásának vizsgálata

A 4.5.1. fejezetben ismertetett módszerek ellenére sem a különböző táplálékok, sem az ivari hormonos táptalaj nem hozta meg azt a kívánt eredményt, hogy a fajnak tenyészetben kialakuljanak ivarérett példányai. Ugyanakkor az ivartalan szaporodására vonatkozó kísérletekben számos adatot gyűjtöttem, így ezek eredményesek voltak.

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a feldarabolódás során jól elkülöníthető fej, fark és intermedier fragmentek alakulnak ki. Ezeknek szelvényszám szerinti megoszlása a 32. ábrán látható. Ezek a fragmentméretek nagyban számítanak más fajokkal összehasonlítva, így pl. az *E. dudichi* esetében csak 3-6 (DÓZSA-FARKAS 1995b), az *E. fragmentosus* esetében pedig 5 körüli szelvényszám az általános (BELL 1959). Egyedül az *E. bigeminus*-nál találunk hasonló szegmentszámot, ahol a fej- és farkfragmentek 11-18 szelvényből, míg a köztes fragmentek 6-13 szelvényből állnak. Ennek megfelelően a létrejött fragmentek száma és a fragmentek szelvény száma fordítottan arányos: míg az új *Marionina* fajnál és az *E. bigeminus*-nál ez 4-7, addig az *E. dudichi*-nál ez 7-18, az *E. fragmentosus*-nál 3-11 darabot jelent példányonként.

Mindegyik fragmenttípus azonos intenzitással fejlődött a vizsgálatok során (33. ábra).



33. ábra. Az egyes fragmenttípusok fejlődési intenzitása. Az oszlopok az átlagos szelvényszámokat ábrázolják az eltelt idő függvényében.

Az is bebizonyosodott, hogy a nagyobb szelvény számmal induló fragmentek nem szükségszerűen fejlődnek nagyobb férgekké. Természetesen nem minden fragment fejlődött ki, a megfigyelt állatok közel 8%-ánál a fragmentek elpusztultak, általában a fejlődés kezdeti szakaszában. Tapasztalat szerint legalább 15 napnak kellett eltelnie egy újabb fragmentációig. A maximális szegmentszámot elért állatok élettartama kb. 3 hónap volt, mely idő alatt egyetlen esetben sem fejlesztettek ivarszerveket.

A fragmentálódó *Marionina* fajjal kapcsolatos szaporodásbiológiai megfigyeléseim eredményeit valamint a faj nem teljes morfológiai leírását nemzetközi konferencián (5th International Oligochaeta Taxonomy Meeting, Beatenberg, Svájc, 2011. április 11-15.), és egy elfogadott, nyomtatásban lévő publikációban (BOROS 2012) mutattam be.

5.6. Adventív fajok túlélésének vizsgálata

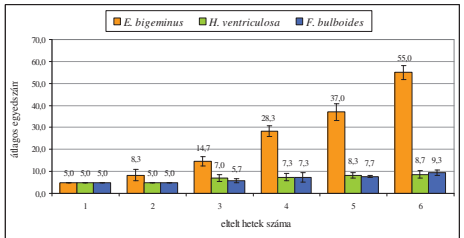
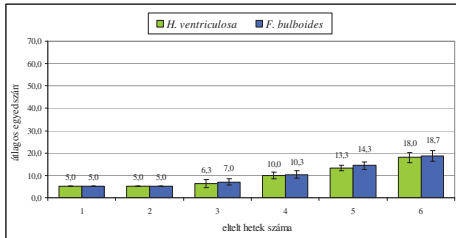
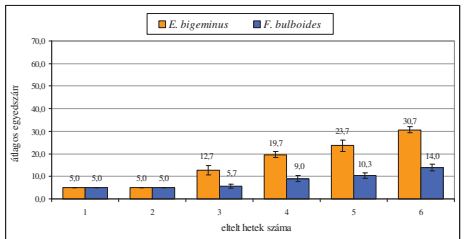
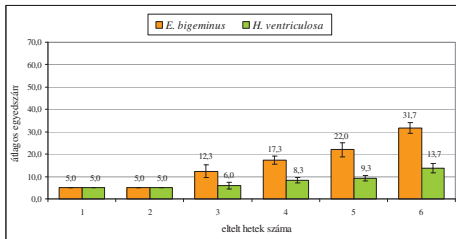
5.6.1. In vitro kiszorításos vizsgálatok

Az *in vitro* kísérletek során megállapítottam, hogy az *E. bigeminus* faj minden esetben intenzívebben szaporodott, mint a vele egy környezetben lévő más fajok (34. ábra).

Az első kísérletben a *F. bulboides*-szel közös tenyészetben a 6. hét végére kétszer annyi *E. bigeminus* egyed volt jelen. A grafiknról az is leolvasható, hogy az *E. bigeminus* már a harmadik héttől nagyobb utódszám-növekedést produkált. Ez a fragmentálódási képességének volt köszönhető, és a teljes kísérlet során csak az ebből az ivartalan szaporodási módból származó juvenil példányokat találtam a faj esetében.

A második kísérlet eredménye eléggé hasonló, bár mind a *Henlea ventriculosa*, mind az *E. bigeminus* kicsivel magasabb egyedszámot produkált a kísérlet végére.

A harmadik kísérletnél jól látszik, hogy a fragmentálódó faj jelenlétének hiányában mind a két szexuálisan szaporodó faj magasabb egyedszámot tudott elérni. Az egymáshoz viszonyított arányukban nem volt változás, a *F. bulboides* kicsivel kevesebb utódot produkált, de ez nem meglepő, mert a *Fridericia* genus fajai általában lassabb szaporodásúak.



34. ábra. Három vizsgált televényfereg faj szaporodási intenzitásának összehasonlítása az *in vitro* vizsgálatokban. Az oszlopokon a tenyészetek átlagos egyedszámai láthatók.

A negyedik kísérletben, ahol mindhárom faj jelen volt, az *E. bigeminus* meglepően magas utódszámot ért el. Ez egyébként megfelel Christensen megfigyelésének, aki megállapította, hogy ez a faj magas denzitás esetén szaporodik aszexualisan a mielőbbi magas utódszám elérése érdekében, míg alacsony egyedsűrűség esetén alakulhatnak ki ivarérett példányok (CHRISTENSEN 1973). A másik két faj valamivel kevesebb utódot produkált, mint a korábbi kísérletekben, bár a különbség csak az *E. bigeminus* nélküli eredményekhez képest jelentős.

Összességében tehát megállapítható, hogy az *E. bigeminus* fragmentálódási képességének köszönhetően jóval intenzívebb utódotprodukcóra képes, mint más, szexuális úton szaporodó televényféreg fajok, illetve láthatóan korlátozza más fajok szaporodási lehetőségeit, hiszen azok az *E. bigeminus* jelenlétében csak kisebb utódszámot voltak képesek elérni. Ezáltal, ha más tényezők nem szabnak korlátot, ez a faj képes lehet invázióra.

5.6.2. Szabadföldi túlélés vizsgálata

A szabadföldi vizsgálatok során a kihelyezett három kísérleti fajból kettőt, az *Enchytraeus bigeminus*-t és a *Marionina scintillans*-t sikerült visszafogni 2011 tavaszán, ami igazolja a téli faggal szembeni túlélési képességüket (10. táblázat). A *M. scintillans* minden visszafogott példánya ivarérett volt, néhányban petét is meg lehetett figyelni. A 2011 nyári mintákban azonban egyetlen példányát sem találtam meg a fajnak. Minthogy ősszel ismét előkerültek, feltételezhető, hogy mélyebb talajrétegekbe húzódtak a kedvezőtlen körülmények elől, vagy cocon formájában vészelték át azt. A 2012 évi tavaszi talajmintákból ismét hiányoztak a faj egyedei, amelynek oka lehet az előző év nyarához hasonló, szokatlanul száraz időjárás, így újbóli megjelenésükre számítani lehet.

Az *E. bigeminus* mindhárom évszakban jelen volt, bár a nyári mintákban más fajokhoz hasonlóan meglehetősen alacsony egyedszámban. Ez valószínűleg szintén az aszályos évszaknak köszönhető. Kevés kivétellel ivaréretlen példányokat találtam, melyek feltételezhetően fragmentálódásból származtak.

A fragmentálódó *Marionina* faj egyedeit egyik gyűjtés során sem tudtam visszafogni. Ennek egyik oka lehet, hogy a kísérlethez rendelkezésre álló állatok száma

alacsonyabb volt, mint a másik két faj esetében. Valószínűbb azonban, hogy ez a faj nem volt képes tolerálni az üvegházon kívüli körülményeket.

10. táblázat. A szabadföldi túlélési vizsgálatok eredményei.

Eredetileg talált fajok	Kített fajok	2011 tavasz	2011 nyár	2011 őszi	2012 tavasz
<i>Achaeta eiseni</i> Vejdovský, 1878		-	-	-	-
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)		+	-	+	+
	<i>Enchytraeus bigeminus</i> Nielsen & Christensen, 1963	+	+	+	+
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879		+	+	+	+
<i>Enchytraeus</i> sp. juv.		+	-	-	-
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen & Christensen, 1959		+	+	+	+
<i>Henlea ventriculosa</i> (d'Udekem, 1854)		+	-	-	+
	<i>Marionina scintillans</i> Boros & Dózsa-Farkas, 2008	+	-	+	-
	<i>Marionina</i> sp.	-	-	-	-

Az eredetileg talált fajok közönségesek a magyar faunára nézve. Érdekes, hogy az *Achaeta eiseni*-t egyszer sem sikerült visszagyűjteni. Ennek oka lehetett a relatív alacsony mintaszám, hiszen ebből a fajtól a kísérletet megelőzően is csak néhány példány került elő.

Összességében elmondható, hogy mind az *E. bigeminus* mind pedig a *M. scintillans* túléli a magyarországi szabadföldi körülményeket, vagyis behurcolásuk esetén megtelepedésükre számítani lehet a hazai faunában.

Ezekről az eredményeimről folyóiratcikkekben is beszámoltam (BOROS 2011b).

5.7. Faunaidegen fajok bekerülési útvonalainak tisztázása

Munkám kezdetekor egyik célom az volt, hogy az esetleges faunaidegen fajok bekerülésének útvonalát, és így azok egyedeinek eredetét tisztázzam. Számos próbálkozás után azonban be kellett látnom, hogy egyrészt az információk hiánya miatt, másrészt az intézmények közötti cserekereskedelem miatt ez nem lehetséges. Ennek egyik oka a kereskedelmi törvényekben és jogszabályokban kereshető. A kereskedelmi

célra gyűjtött növények ugyanis egy vagy több tranzit országon keresztül jutnak el megrendelési helyükre, így kivétel nélkül karanténba kell kerülniük, általában 60-90 napra. Az itt eltöltött idő egyrészt nagyban befolyásolja a növények földlabdájában lévő televényférgek faji összetételét (pl. egyes fajok kipusztulnak, vagy természetes ellenségek hiányában egyes fajok olyan nagy denzitásra tehetnek szert, mely a természetes környezetükben nem fordulhatna elő).

Egy másik, és sokkal jelentősebb ok, hogy a növények sok esetben mint üvegházi gyűjtemények cserélnek gazdát. Vagyis egy Magyarországra szállított trópusi növény sok esetben egy másik mérsékelt övi ország üvegházából származik, így pl. a Fővárosi Állat- és Növénykert Pálmaháza cserekereskedelmi kapcsolatban áll egy bécsi és több németországi gyűjteménnyel (Bogsch Ilma igazgatónő szóbeli közlése). A gyűjteményekben emellett az esetek többségében a növényeket közös konténerekbe ültetik, és bár a bemutatóházak többsége törekszik a flórabirodalmak szerint rendezni a növényeket, egyáltalán nem ritka a keveredés.

Felmerült egy olyan elképzelés is, mely szerint a behurcolt fajok nem feltétlenül a növényekkel, hanem az ott használt komposzttal kerülnek be az üvegházakba. Vizsgálataim azonban azt mutatták, hogy sem az üvegházak kertészei által készített, sem pedig a kereskedelmi forgalomban kapható és üvegházakban használt virágföldekben nem voltak jelentős faunaidőgen enchytraeida fajok (BOROS 2010).

5.8. Talajtani vizsgálatok eredményei

A talajtani vizsgálatok összefoglalt eredményeit a 11. táblázat mutatja be. A részletes adatok a függelék 15. táblázatában (111. és 112. oldalak) tekinthetők meg. Amint az látható, egyes tulajdonságban voltak eltérések a különböző gyűjtési helyek között, így pl. az egri Eszterházy Károly Főiskola üvegházában mért szervesanyag tartalom és talajnedvesség adatok, melyek jelentősen alatta maradtak a többi üvegházban tapasztaltak. Ez magyarázhatja az igen alacsony faj és egyedszámokat.

A talaj kémhatása általában semleges körüli vagy nagyon enyhén savas, ami elsősorban a humuszsavaknak köszönhető, illetve annak, hogy nincs bázikus alapkőzet, melynek mésztartalma pufferozhatná ezt a hatást. Az eltérések a televényférgek szempontjából egyébként nem jelentősek, így például BEYLICH ÉS GRAEFE (2009) különböző németországi élőhelyek vizsgálatá során 2,5 és 8,0 közötti pH-jú élőhelyekről

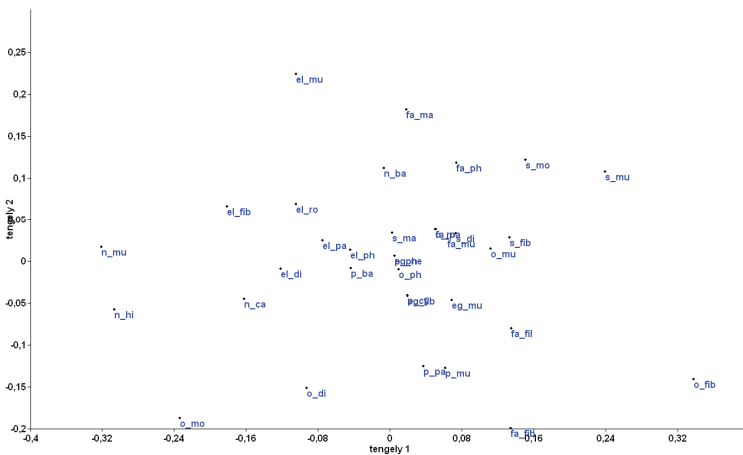
mutatták ki televényférgek jelenlétét. A bázikusabb talajú gyepeken az *Enchytraeus*, *Henlea* és *Fridericia*, míg a túlelvű erdők savanyúbb talájában főként *Achaeta* és *Cognettia* fajok voltak a jellemzőek. Utóbbinak megfelelő eredményeket kapott ABRAHAMSEN (1983) is, aki a mesterséges savas esők hatását vizsgálva 3 és 4 közötti pH értékeknél mutatta ki *Cognettia* és *Mesenchytraeus* fajok jelenlétét.

11. táblázat. Az elvégzett talajtani vizsgálatok főbb, összefoglalt eredményei az egyes megvizsgált intézményekben.

Intézmény		talaj				levegő
		pH (H ₂ O)	szervesanyag-tartalom (%)	nedvesség-tartalom (%)	hőmérséklet (°C)	hőmérséklet (°C)
Eger		7,2 ± 0,1	5,11 ± 0,13	9,08 ± 0,13	19,7 ± 0,5	24,0 ± 0,0
ELTE	pálmaház	6,6 ± 0,2	21,23 ± 2,25	15,63 ± 0,54	21,3 ± 1,1	25,5 ± 0,5
	viktória ház	6,9 ± 0,2	19,82 ± 2,47	15,08 ± 0,74	19,8 ± 2,2	24,5 ± 3,5
FÁNK	pálmaház	6,6 ± 0,2	22,74 ± 1,99	14,23 ± 1,60	20,5 ± 1,5	23,5 ± 0,5
	központi	6,6 ± 0,2	23,15 ± 2,07	14,14 ± 2,08	18,5 ± 0,5	21,0 ± 1,0
Nyíregyházi Állatpark		7,4 ± 0,1	15,19 ± 0,08	16,11 ± 0,93	18,8 ± 0,4	22,0 ± 0,0
ÖBKI	bemutatóház	6,8 ± 0,1	16,05 ± 0,80	14,10 ± 0,68	18,0 ± 0,0	22,5 ± 0,5
	oldalhajó	6,4 ± 0,1	17,07 ± 1,18	15,67 ± 1,01	17,0 ± 0,0	20,0 ± 0,0
Pécs		6,9 ± 0,1	17,08 ± 0,48	12,13 ± 0,75	21,2 ± 0,7	25,8 ± 0,7
Szeged		6,8 ± 0,1	16,59 ± 1,24	14,28 ± 0,57	19,4 ± 0,5	22,2 ± 0,7

A talajminták szervesanyag tartalma viszonylag magas, 15-23 % (összehasonlításképpen: egy jó minőségű csernozjom talaj szervesanyag-tartalma 3-5 %). Az üvegházi talajok szervesanyag tartalmát azonban rendszeresen pótolják komposztterítéssel, hogy a növények bőséges tápanyag ellátottságát biztosítsák. Ez természetesen a szaprofág állatoknak, így a televényférgeknek is kedvez.

A talált fajok denzitása és a talajtani tulajdonságok, mint háttérváltozókra végzett statisztikai vizsgálatok furcsa módon nem mutattak ki összefüggést. A nem parametrikus korrelációvizsgálat eredményét a 35. ábra mutatja be. Látható, hogy a minták sem az intézmények kódjai (első egy vagy két betű), sem pedig a talajminták kódjai szerint (utolsó két betű) nem csoportosulnak. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy az egyes üvegházak televényfereg faunái közötti eltérést a talaj minősége nem befolyásolja, magasabb mintaszám mellett várhatóan kimutatható lenne összefüggés. Ennek ellenére valószínű, hogy a fajok közötti különbségek már eleve a behurcolás során alakulnak ki, és a folyamatos bolygatások illetve újbóli behurcolásoknak megfelelően változnak.



35. ábra. Spearman korrelációvizsgálat a talált enchytraeida fajok denzitásának és a talajjellemzők összefüggésének vizsgálatára. (Intézmények kódjai: eg = Eger, Eszterházy Károly Főiskola, el = ELTE Fűvészkert, fa = Fővárosi Állat- és Növénykert, n = Nyíregyházi Állatpark, o = ÖBKI, p = Pécsi Tudományegyetem Botanikus kertje. Növények kódjai: ba = Bambus, ca = Cariota, cy = Cycas, di = Dielfenbachia, fb = Ficus benjamina, fil = Ficus lyrata, hi = Hibiscus, ma = Malpighia, mu = Musa, ne = Nerium, , pa = Pandanus, ph = Philodendron, ro = Roystonea.

6. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KITEKINTÉS

Doktori munkám során az alábbi új tudományos eredmények születtek:

1) Elsőként tártam fel egyes magyarországi botanikus kertek és üvegházak televényféreg faunáját. Ennek során 12 genus 58 enchytraeida faját találtam meg, melyek közül 1 genus és 9 faj korábban nem volt ismert a természetes magyarországi faunából és 5 tudományra nézve új faj is előkerült. Az azonosított fajok egy része trópusi vagy mediterrán eredetű, így az eredmények alapján bizonyítottak tűnik a faunaidegen televényférgek behurcolása. Természetesen érdemes lenne további magyarországi intézményeket is megvizsgálni, másrészt érdekes volna összevetni ezeket az eredményeket külföldi üvegházakban talált fajok listájával. Különösen érdekes lenne ez más kontinenseken, ahol így megfigyelhető lenne a nálunk közönségesnek számító, mérsékelt égövi fajok esetleges (tartós) megjelenése. Sajnos egyelőre nem ismeretes, hogy a szakmában bárki más is végezne ilyen jellegű vizsgálatokat.

2) Társszerzőként leírtam a *Marionina scintillans* Boros & Dózsa-Farkas 2008 nevű, tudományra nézve új fajt, amely a Fővárosi Állat- és Növénykertből, az ELTE Fűvészkertjéből, valamint a vácrátóti Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet üvegházából került elő. További 4 tudományra nézve új faj leírása folyamatban van.

3) Részletes és átfogó morfológiai illetve molekuláris vizsgálatosorozat keretében kollégáimmal kimutattam, hogy a *Mesenchytraeus „kuehnelti”* érvénytelen faj, így azonosítottuk a *Mesenchytraeus pelicensis* Issel, 1905 fajjal.

4) Jelen vizsgálatosorozatban és korábbi megfigyelések alapján a *Fridericia aurita* négy különböző morfológiai típusa került elkülönítésre, egyrészt morfológiai, másrészt molekuláris biológiai vizsgálatok alapján.

5) A *F. maculatiformis* 4 és 5 preclitellaris nephridiummal rendelkező populációi között genetikai heterogenitást mutattunk ki.

Mindhárom taxonómiai kérdésben a morfológiai alapon történő vizsgálatok mellett molekuláris biológiai módszereket is alkalmaztunk a nukleáris rDNS ITS régiójának szekvenciáját felhasználva. Az alaktani alapon levont következtetéseinket ezek eredményei is alátámasztották, így a jövőben is érdemes lesz a tisztázatlan rendszertani helyzetű televényféreg fajok vagy fajkomplexek esetében a DNS szekvenciák alkalmazása.

6) Ugyanezen génszakasz felhasználásával filogenetikai analízist végeztem, mely során bebizonyosodott, hogy az üvegházakban és szabadföldön előforduló azonos fajok nem különböznek egymástól. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy az ITS szakasz alapján létrejött filogenetikai fa helyenként ellentmondásban volt a morfológiai megfigyelésekkel. Ez a hiba kiküszöbölhető lenne több génszakasz együttes alkalmazásával, melyre jelen vizsgálatban anyagi források hiányában nem volt lehetőség. Ugyanakkor további kutatásaimban szeretném továbbfejleszteni ezt a módszert, egyrészt új génszakaszok és új primerek alkalmazásával, másrészt érzékenyebb és hatékonyabb filogenetikai módszerek (pl. BOOL-AN, ARI és MTSAI 2012) alkalmazásával.

7) Mennyiségi mintavételezéssel három hazai intézményben is megbecsültem a televényférgek denzitását. Ennek során kiderült, hogy az általunk leírt *Marionina scintillans* extrém magas denzitással rendelkezik más, természetes élőhelyeken mért fajok értékeihez képest, de az *Enchytraeus bigeminus* faj is meglehetősen magas egyedszámban fordul elő. Bár a jelenség okának részben a mesterségesen fönntartott ideális körülmények tekinthetők, ezek önmagukban nem adnak kielégítő magyarázatot. A statisztikai vizsgálatok nem mutattak biológiailag értelmezhető összefüggéseket a denzitásértékek és a különböző növényfajok tövéből származó talajminták között, így a jelenség tisztázására a jövőben egy részletesebb vizsgálatsorozat lenne alkalmas, amely a gyakoribb mintavételezés mellett részletesebb adatokat gyűjt az aktuális abiotikus tényezőkről.

8) A faunisztikai feltárás során a *Marionina* genus egy olyan faja került elő, amely a nemben egyedülálló módon fragmentálódással képes szaporodni. A televényférgek közel 700 érvényes faja közül ismereteink szerint erre ez idáig mindössze 8 faj volt képes. Részletesen megvizsgáltuk a faj eme különleges szaporodásmódját, új adatokat szolgáltatva a fragmentek méretéről és számáról valamint fejlődési intenzitásáról. Sajnos a fajnak ezidáig sem gyűjtésekből, sem pedig tenyészetekből nem ismertek adult példányai, így leírása egyelőre nem lehetséges. Megtálálása óta egyedeiből folyamatosan tenyészeteket tartunk fenn, így remélhetőleg idővel a kifejlődött ivarszervek és a szexuális szaporodás is megfigyelhető lesz.

9) A megtalált fajok természetes magyar televényféreg faunára gyakorolt hatásának vizsgálata is fontos részét képezte jelen kutatássorozatnak. Kísérletben bizonyítottuk, hogy az *Enchytraeus bigeminus* faj más televényférgekkel közös tenyészetekben nemcsak jóval intenzívebb utódprodukcióra képes, de ezzel más fajok utódszámát csökkenti is. Úgy vélem, hasonló vizsgálatokra volna szükség más,

fragmentálódással szaporodó enchytraeidák körében is, hogy kiderüljön, ez a fajta reprodukció vajon minden esetben sikeresebb-e, mint a szexuális úton történő szaporodás. Érdeemes volna továbbá összehasonlítani néhány endemikus fajunk valamint kozmopolita enchytraeidák szaporodását is.

10) Egy másik kísérletben igazoltam, hogy az *E. bigeminus*, illetve a *Marionina scintillans* fajok az üvegházakból szabadföldre kitelepítve képesek életben maradni a nyári szárazság és a téli fagyok ellenére is. Figyelembe véve az *E. bigeminus* fentebb említett tulajdonságait úgy vélem, hogy a televényférgék között ez a faj invazívvá válhat.

Munkám során megkíséreltem felderíteni a faunaidegen televényférgék bekerülési útvonalát, sajnos sikertelenül. A dokumentációk hiánya és a botanikus kertek közötti cserekereskedelem révén nem volt megállapítható, hogy a megtalált jövevény fajok mely ország(ok)ból és milyen útvonalon érkeztek hazánkba.

11) Ugyanakkor részletes mintavételezéssel megállapítottuk, hogy nem az intézményekben felhasznált komposzttal vagy kereskedelmi forgalomban kapható virágfölddel jutnak be a televényférgék az üvegházakba. Ennek ellenére bizonyítottnak tekinthető, hogy az üvegházakba bekerülnek faunaidegen enchytraeidák, és egyes fajaik képesek lehetnek szabadföldi körülmények között is teret hódítani.

Dolgozatom eredményeit 2 nemzetközi konferencián mutattam be, illetve összesen 6 angol nyelvű tudományos cikkben publikáltam, melyek közül három nemzetközi, impakt faktoros folyóiratban jelent meg.

7. KIVONAT

Doktori munkám során elsőként tártam fel egyes magyarországi botanikus kertek és üvegházak televényféreg faunáját. Ennek eredményeképpen 12 genus 58 enchytraeida fajtát találtam meg, melyek közül 1 genus és 9 faj korábban nem volt ismert a természetes magyarországi faunából, valamint 5 tudományra nézve új faj is előkerült. Az azonosított fajok egy része trópusi vagy mediterrán eredetű, így az eredmények alapján bizonyítottnak tűnik a faunaidegen televényférgek behurcolása.

Több megtalált faj esetében sikerült taxonómiai kérdéseket is tisztázni, így pl. a *Mesenchytraeus „kuehnelti”*-ről egy részletes és átfogó vizsgálat során kimutattuk, hogy érvénytelen faj. A *Fridericia aurita* négy különböző morfológiai típusát is elkülönítettük, és a *F. maculatiformis* 4 és 5 preclitellaris nephridiummal rendelkező populációit is vizsgáltuk. Mindhárom esetben a morfológiai alapon történő vizsgálatok mellett molekuláris biológiai módszereket is alkalmaztunk, melyek az alaktani alapon levont következtetéseinket és eredményeinket alátámasztották. Filogenetikai analízist is végeztünk, mely során bebizonyosodott, hogy az üvegházakban és szabadföldön előforduló azonos fajok nem különböznek egymástól.

Mennyiségi mintavételezéssel három hazai intézményben is megbecsültem a televényférgek denzitását. Ennek során megállapítottuk, hogy egyes fajok extrém magas denzitással rendelkezik a természetes élőhelyeken mért értékekhez képest.

A faunisztikai feltárás során a *Marionina* genus egy olyan faja is előkerült, amely a nemben ezidáig egyedülálló módon képes fragmentálódással szaporodni. Részletesen megvizsgáltuk a fajnak ezt a különleges szaporodásmódját, új adatokat szolgáltatva a fragmentek méretéről és számáról, valamint fejlődési intenzitásáról.

A megtalált fajok természetes magyar televényféreg faunára gyakorolt hatásának vizsgálata során kísérletben bebizonyosodott, hogy az *Enchytraeus bigeminus* faj más televényférgekkel közös tenyészetekben nemcsak jóval intenzívebb utódprodukcióra képes, de ezzel más fajok utódszámát csökkenti is. Egy másik kísérletben igazoltuk, hogy az *E. bigeminus*, illetve a *Marionina scintillans* fajok az üvegházakból szabadföldre kitelepítve képesek életben maradni a nyári szárazság és a téli fagyok ellenére is. Figyelembe véve az *E. bigeminus* fentebb említett tulajdonságait úgy tűnik, hogy ez a faj hajlamos lehet invázióra.

8. ABSTRACT

During my PhD work I investigated the enchytraeid fauna of some Hungarian botanical gardens and green houses. 58 enchytraeid species from 12 genera were found and among these 1 genus and 9 species were formerly not known in the natural Hungarian fauna. 5 species new to science were also found. Some of the identified species have tropical or Mediterranean origin, consequently the importation of adventives seems proved.

Taxonomical problems were also solved in a number of cases: 1) invalidity of *Mesenchytraeus "kuehnelti"* was established; 2) 4 different morphotypes of *Fridericia aurita* were separated; 3) populations of *F. maculatiformis* with 4 and 5 nephridia were compared. Molecular methods were also used to extend on morphological observations. The results were concordant, subsequently the combined application is suitable in the case of species with unclear taxonomic status.

Phylogenetical analysis of the DNA ITS region proved that species found in green houses are identical with their counterparts from natural habitats.

Quantitative samplings were executed in 3 green houses and densities of enchytraeids were estimated. It appeared that some species had extreme high density compared to natural habitats.

During the faunistic research a *Marionina* species able to reproduce asexually by architomy (fragmentation) was found. This ability is unique in the genus and also rare in the family. Reproduction of this species was investigated and data about size, number and development intensity of fragments was furnished. As no sexually matured specimens were found so far, thus the description of this new species is not possible yet.

To study the effect of adventive enchytraeids on native potworms was also an important part of my investigation. An experiment proved that *Enchytraeus bigeminus* reproduce more intensive in breeding cultures than other enchytraeids and through that decreases the number of descendants of remaining species. Another experiment verified that *E. bigeminus* and *Marionina scintillans* are able to survive dry summer season and winter frosts outdoors if resettled from green house. Considering the above mentioned features of *E. bigeminus*, this species can become invasive.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Őszinte hálával és köszönettel tartozom témavezetőmnek, Prof. Dr. Dózsa-Farkas Klárának, akitől nemcsak rengeteget tanulhattam, de munkámat is minden lehetséges módon segítette és támogatta.

Köszönöm Dr. Cech Gábornak és Dr. Ari Eszternek a molekuláris vizsgálatokban, illetve a filogenetikai analízisben nyújtott nélkülözhetetlen segítségüket.

Hálás vagyok Dr. Kontschán Jenőnek a mintagyűjtések során nyújtott szervezői segítségért és a fuvarozásért, valamint köszönöm hasznos szakmai tanácsait és építő kritikáit. Szintén köszönet illeti Dr. Szövényi Gergelyt és Somay Lászlót a gyűjtésekben való közreműködésért. Külön köszönöm Gergőnek a statisztikai elemzésekben nyújtott segítségét.

A talajtani vizsgálatokat az ELTE Természettudományi Tanszékén végeztem, ezt Dr. Papp Sándor egyetemi docens és Fehér Katalin laboráns tették lehetővé a számomra.

Köszönöm Dr. Czirfusz Mártonnak és Kiss Dorottyanak az angol nyelvű tézisek, illetve a dogozat többszöri átnézését és a javításban nyújtott segítségüket.

Végül, de nem utolsósorban köszönettel tartozom feleségemnek, Kunszeri Annának, valamint családom többi tagjának a támogatásukért és a türelmükért.

Természetesen ezt a munkát nem végezhettem volna el a vizsgált intézmények engedélye és vezetőinek beleegyezése nélkül. Azért, hogy vizsgálataimat nemcsak lehetővé tették, de sok esetben segítettek is, az alábbi személyeknek szeretnék köszönetet mondani (az intézmények alfabetikus sorrendje szerint):

Debreceni Egyetem Természettudományi Kar Botanikus Kertje: Dr. Papp László igazgató

Eötvös Loránd Tudományegyetem Fűvészkertje, Budapest: Dr. Isépy István egykori és Dr. Orlóczy László jelenlegi igazgatók

Eszterházy Károly Főiskola, Eger: Dr. Pócs Tamás akadémikus

Fővárosi Állat- és Növénykert, Budapest: Dr. Bogsch Ilma igazgató

Hévízgyógyfürdő és Szent András Reumakórház Nonprofit Kft., Hévíz: Csizsár Viktor, ökológus

Nyíregyházi Állatpark, Sóstó Zoo: Gajdos László, igazgató

Nyíregyházi Főiskola Tuzson János Botanikus Kert: Csabai Judit, kertvezető

Nyugat-magyarországi Egyetem Botanikus Kertje, Sopron: Dr. Kocsó Mihály szakértő

Ökológiai és Botanikai kutatóintézet, Vácrátót: Dr. Kósa Géza osztályvezető
(Botanikuskeri Osztály)

Pécsi Tudományegyetem Botanikus Kert: Dr. Purger Jenő egyetemi docens

Szegedi Tudományegyetem Fűvészkertje: Dr. Mihalik Erzsébet igazgató

FELHASZNÁLT IRODALOM

- ABRAHAMSEN, G. (1968) Records of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Norway. Meddelelser fra det Norske Skogsforsøksvesen 25: 209-230.
- ABRAHAMSEN, G. (1969) *Enchytraeus norvegicus* sp. nov.: A new species of Enchytraeidae (Oligochaeta) from Norway. Nytt Magasine for Zoologi 17 (2): 161-164.
- ABRAHAMSEN, G. (1983) Effects of lime and artificial acid rain on the enchytraeid (Oligochaeta) fauna in coniferous forest. Holarctic Ecology 6: 247-254.
- ARI, E., ITTÉZS, P., PODANI, J., THI, Q.C.L., JAKÓ, É. (2012) Comparison of Boolean analysis and standard phylogenetic methods using artificially evolved and natural mt-tRNA sequences from great apes. Molecular Phylogenetics and Evolution 63: 193-202.
- BELL, A.W. (1936) Three new species of *Fridericia* (Enchytraeidae) from California. University of California Publications in Zoology 41: 145-164.
- BELL, A.W. (1954) Some enchytraeid worms (Oligochaeta) from East-Africa. Transactions of the American Microscopical Society 73: 279-311.
- BELL, A.W. (1959) *Enchytraeus fragmentosus*, a new species of naturally fragmenting Oligochaete worm. Science 129: 1278.
- BELL, A.W. (1962) Enchytraeids (Oligochaeta) from various parts of the world. Transactions of the American Microscopical Society 81: 158-178.
- BELLÉR, P. ÉS VARJÚ, P. (1986) Talajvizsgáló módszerek. Termőhelyismerettan gyakorlat I. Soproni Egyetem, Sopron.
- BENGTSON, S.A., NILSSON, A., NORDSTRÖM, S., RUNDGREN, S. (1979) Short-term colonization success of Lumbricid founder populations. Oikos 33: 308-315.
- BENHAM, W.B. (1904) Earthworms from the Kermadecs. Transactions of the New Zealand Institute 37: 298-299.
- BENHAM, W.B. (1914) Oligochaeta from the Kermadec Islands. Transactions of the New Zealand Institute 47: 174-185.
- BEYLICH, A. ÉS GRAEFE, U. (2009) Investigation of annelids at soil monitoring sites in Northern Germany: reference ranges and time series data. Soil Organisms 81 (2): 175-196.

- BOROS, G. (2005) Hazai sziklagyeppek televényféreg-faunájának (Oligochaeta: Enchytraeidae) összehasonlító vizsgálata. Szakdolgozat, ELTE Állattrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest.
- BOROS, G. (2010) Enchytraeids from potting compost purchasable in Hungarian retail trade. *Opuscula Zoologica Budapest* 41 (2): 237-240.
- BOROS, G. (2011a) A magyarországi televényféreg-kutatás négy és fél évtizede. Dózsa-Farkas Klára köszöntése 70. születésnapja alkalmából. *Állattani Közlemények*, 96 (1-2): 3-13.
- BOROS, G. (2011b) Outdoor surviving experiment of three green house enchytraeid species (Oligochaeta: Enchytraeidae). *Opuscula Zoologica Budapest* 42 (2): 207-210.
- BOROS, G. (2012) First record of reproduction by fragmentation in the genus *Marionina* (Oligochaeta: Enchytraeidae). *Zoology in the Middle East* (in press).
- BOROS, G. ÉS DÓZSA-FARKAS, K. (2007) Preliminary investigations of the enchytraeid fauna in Hungarian greenhouses. Newsletter on Enchytraeidae No. 10, *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Biologia* 110: 135-140.
- BOROS, G. ÉS DÓZSA-FARKAS, K. (2008) *Marionina scintillans* sp. n., a new enchytraeid species (Annelida: Oligochaeta) from Hungarian green houses. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 54 (2): 113-123.
- BOUCHÉ, M.B. (1972) *Lombriciens de France, Écologie et Systématique*. Institut de la Resherché Agronomique (Numéro hors-serie) 72 (2): 1-671.
- BOUGUENEC, V. ÉS GIANI, N. (1987) Deux nouvelles especieis d'*Enchytraeus* (Oligochaeta, Enchytraeidae) et redescription d'*E. bigeminus* Niel. & Chr. Remarques sur le genre *Enchytraeus*. *Annales de Limnologie* 23: 9-22.
- BOUGUENEC, V. ÉS GIANI, N. (1989) Biological studies upon *Enchytraeus variatus* Bouguenec & Giani, 1987 in breeding cultures. *Hydrobiology* 180: 151-165.
- BROCKMEYER, V. (1991) Isosymes and general protein patterns for use in discrimination and identification of *Enchytraeus* species (Annelida, Oligochaeta). *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung* 29: 343-361.

- BROWN, G.G. (1995) How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? *Plant and Soil* 170: 209-231.
- CARLTON, J.T. és GELLER, J.B. (1993) Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. *Science* 261: 78-82.
- ČECH, G. (2011) A Lumbricidae és Enchytraeidae (Annelida) családok molekuláris biológiai rendszerezése 18s rDNS és ITS szekvenciák alapján. Doktori disszertáció, ELTE Biológia Doktori Iskola, Zootaxonómia, Állatökológia, Hidrobiológia program, Budapest.
- ČECH, G. és DÓZSA-FARKAS, K. (2005) Identification of *Fridericia schmelzi* sp.n. combining morphological characters and PCR-RFLP analysis. In: Pop, V. és Pop, A (eds.) *Advances in Earthworm Taxonomy II (Annelida: Oligochaeta)*. Cluj University Press, pp. 99-118.
- ČECH, G., BOROS, G., DÓZSA-FARKAS, K. (2011) Revision of *Bryodrilus glandulosus* (Dózsa-Farkas, 1990) and *Mesenchytraeus kuehnelti* Dózsa-Farkas, 1991 (Oligochaeta: Enchytraeidae) using morphological and molecular data. *Zoologischer Anzeiger* doi:10.1016/j.jcz.2011.09.005
- ČERNOSVITOV, L. (1938) Mission scientifique de l'Omo. Oligochaeta. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 4: 255-318.
- CHALUPSKÝ, J. (1986) Czechoslovak enchytraeids (Oligochaeta, Enchytraeidae) I. Enchytraeids from an apple orchard by Bavorov in South Bohemia. *Věstník Československé Společnosti Zoologické* 50: 13-21.
- CHALUPSKÝ, J. (1988) Czechoslovak enchytraeids (Oligochaeta, Enchytraeidae) II. Catalogue of species. *Věstník Československé Společnosti Zoologické* 52: 81-95.
- CHALUPSKÝ, J. (1991) Czechoslovak Enchytraeidae (Oligochaeta) III. Description of a new species of *Enchytronia* and notes on two species of *Marionina*. *Acta Societas Zoologicae Bohemicae* 55: 99-113.
- CHALUPSKÝ, J. (1994a) Czech Enchytraeidae (Oligochaeta) IV. Description of *Enchytronia pratensis* sp. n. and note on *Marionina communis*. *Acta Societas Zoologicae Bohemicae* 57: 167-172.
- CHALUPSKÝ, J. (1994b) Enchytraeids (Annelida, Enchytraeidae) in a secondary plant succession on a brown soil. *European Journal of Soil Biology* 30 (4): 169-175.

- CHRISTENSEN, B. (1956) Studies on Enchytraeidae 6. Technique for culturing Enchytraeidae, with notes on cocoon types. *Oikos* 7: 302-307.
- CHRISTENSEN, B. (1961) Studies on cyto-taxonomy and reproduction in the Enchytraeidae with notes on partenogenesis and polyploidy in the animal kingdom. *Hereditas* 47: 387-450.
- CHRISTENSEN, B. (1984) Asexual propagation and reproductive strategies in aquatic Oligochaeta. *Hydrobiologia* 115: 91-95.
- CHRISTENSEN, B. (1973) Density dependence of sexual reproduction in *Enchytraeus bigeminus* (Enchytraeidae). *Oikos* 24: 287-294.
- CHRISTENSEN, B. (1994) Asexual propagation and reproductive strategies: 1. Annelida – Clitellata. In: K.G. and Rita G. Adiyodi (Eds.) *Reproductive Biology of Invertebrates*. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, pp. 1-23.
- CHRISTENSEN, B. ÉS DÓZSA-FARKAS, K. (1999) The enchytraeid fauna of the Palearctic tundra (Oligochaeta, Enchytraeidae). *Biologiske Skrifter Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* 52: 1-37.
- CHRISTENSEN, B. ÉS DÓZSA-FARKAS, K. (2006) Invasion of terrestrial enchytraeids into two glacial tundras: North-Eastern Greenland and the Arctic Archipelago of Canada (Enchytraeidae, Oligochaeta). *Polar Biology* 29: 454-466.
- CHRISTENSEN, B. ÉS JELNES, J. (1976) Sibling species in the oligochaete worm *Lumbricillus rivalis* (Enchytraeidae) revealed by enzyme polymorphisms and breeding experiments. *Hereditas* 83: 237-244.
- CHRISTENSEN, B., BERG, U., JELNES, J. (1976) A comparative study on enzyme polymorphism in sympatric diploid and triploid forms of *Lumbricillus lineatus* (Enchytraeidae, Oligochaeta). *Hereditas* 84: 41-48.
- CHRISTENSEN, B., JELNES, J., BERG, U. (1978) Long-term isosyme variation in parthenogenetic triploid forms of *Lumbricillus lineatus* (Enchytraeidae, Oligochaeta) in recently established environments. *Hereditas* 88: 65-73.
- CHRISTENSEN, B., HVILSOM, M., PEDERSEN, B.V. (1992) Genetic variation in coexisting sexual diploid and partenogenetic triploid forms of *Fridericia galba* (Enchytraeidae, Oligochaeta) in heterogeneous environment. *Hereditas* 117: 153-162.

- CSUZDI, CS., PAVLÍČEK, T., NEVO, E. (2006) Is *Dichogaster bolai* (Michaelsen, 1891) the first domicole earthworm species? *European Journal of Soil Biology* 44 (2): 198–201.
- CSUZDI, CS. ÉS SZLÁVEČZ, K. (2003) *Lumbricus friendi* Cognetti, 1904 A new exotic earthworm in North America. *Northeastern Naturalist* 10 (1): 77–82.
- CROOKS, J.A. (2002) Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. *Oikos* 97: 153-166.
- CUTILLAS, C., OLIVEROS, R., DE ROJAS, M., GUEVERA, D.C. (2002) Determination of *Trichurus muris* from murid hosts and *T. arvicolae* (Nematoda) from arvicolid rodents by amplification and sequencing of the ITS1–5.8S–ITS2 segment of the ribosomal DNA. *Parasitology Research* 88: 574–582.
- DASH, M.C. ÉS THAMBI, A.C. (1978) A taxonomic study of Enchytraeidae (Oligochaeta) from grassland soils of southern Orissa, India. *Revue de Ecologie et Biologie du Sol* 15: 129-134.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1970): The description of three new species and some data to the Enchytraeid fauna of the Baradla cave, Hungary. *Opuscula Zoologica Budapest* 10 (2): 241-252.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1972): Description of three new *Fridericia* species (Oligochaeta, Annelida) from Hungarian rendsina soil. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae Sectio Biologia* 14: 203-209.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1974): A new *Fridericia* species (Oligochaeta: Enchytraeidae). *Acta Zoologica Hungarica* 20 (1-2): 27-32.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1978a) Die Bedeutung zweier Enchytraeiden-Arten bei der Zersetzung von Hainbuchenstreu in Mesophilen Laubwäldern Ungarns. *Acta Zoologica Hungarica* 24 (3-4): 321-330.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1978b) Die ökologische Bedeutung des Mikrohabitates für das Vorkommen einiger Enchytraeiden-Arten. *Pedobiologia* 18: 366-372.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1989) Neue Enchytraeiden-Arten (Oligochaeta) aus Ekuador. *Acta Zoologica Hungarica* 35: 191-203.

- DÓZSA-FARKAS, K. (1991). *Mesenchytraeus kuehnelti* sp. n., a new enchytraeid species (Oligochaeta: Enchytraeidae) from a Sphagnum-bog in Hungary. *Opuscula Zoologica Budapest* 24: 97-101.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1995a) Self-fertilization: an adaptive strategy in widespread enchytraeids. *European Journal of Soil Biology* 31 (4): 207-215.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1995b) *Enchytraeus dudichi* sp. n., a new fragmenting *Enchytraeus* species. *Opuscula Zoologica Budapest* 27-28: 41-44.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1996) An interesting reproduction type in enchytraeids (Oligochaeta). *Acta Zoologica Hungarica* 42 (1): 3-10.
- DÓZSA-FARKAS, K. (1998) The enchytraeid fauna (Annelida, Oligochaeta) of accumulated debris along the shore of Lake Balaton, and seasonal dynamics of the species. *Opuscula Zoologica Budapest* 31: 33-42.
- DÓZSA-FARKAS, K. (2002) Mit érdemes tudni a televényférgekről (Enchytraeidae, Annelida)? *Állattani közlemények* 87: 149-164.
- DÓZSA-FARKAS, K. (2008) Taxonomical importance of spermatheca (receptaculum seminis) with special attention to Enchytraeidae (Annelida: Oligochaeta). In: PAVLIČEK, T. ÉS CARDET, P. (eds.) *Advances in Earthworm Taxonomy III (Annelida: Oligochaeta)*. Lefkosia, pp. 37-62.
- DÓZSA-FARKAS, K. (2009) Review of the *Fridericia* species (Oligochaeta: Enchytraeidae) possessing two spermathecal diverticula and description of a new species. *Journal of Natural History* 43: 1043-1065.
- DÓZSA-FARKAS, K. (2010) Significance of using nephridia in the taxonomy of family Enchytraeidae. *Zoology in the Middle East, Supplementum* 2: 41-53.
- DÓZSA-FARKAS, K. ÉS CECH, G. (2006) Description of a new *Fridericia* species (Oligochaeta: Enchytraeidae) and its molecular comparison with two morphologically similar species by PCR-RFLP. *Zootaxa* 1310: 53-68.
- DÓZSA-FARKAS, K. ÉS HONG, Y. (2010) Three new Hemienchytraeus species (Enchytraeidae, Oligochaeta, Annelida) from Korea, with first records of other enchytraeids and terrestrial polychaetes (Annelida). *Zootaxa* 2406: 29-56.

- DÓZSA-FARKAS, K., CSUZDI, CS., FARKAS, J., POBOZSNYI, M. (1999) A parti turzások állatközösségeinek szezonális dinamikája és szerepe a természetes dekompozícióban. In: SALÁNKI, J. ÉS PADISÁK, J. (Eds.): A Balaton kutatásainak 1998-as eredményei. Veszprém, pp. 71-75.
- DRAKE, J.A. ÉS MOONEY, H.A. (Eds.) (1989) Biological invasions: A Global Perspective. SCOPE Report No. 37. John Wiley, New York.
- EDWARDS, A. ÉS SFORZA, C. (1963) The reconstruction of evolution. (Abs.) Heredity 18: 553; Annals of Human Genetics 27: 104–105.
- EISEN, G. (1878) Redogörelse för Oligochaeter samlade under de Svenska expeditionerna till Arktiska trakter. Öfversigt af finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar 3: 63-79.
- EISEN, G. (1879) On the Oligochaeta collected during the Swedish expeditions to the arctic regions in the years 1871, 1875 and 1876. Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademeins Handlingar, 15 (7): 10-49 + 16 pl.
- EISEN, G. (1904) Enchytraeidae of the West Coast of North America. Harriman Alaska Series, New York 12: 1-126 + 20 pl.
- ERSÉUS, C. (2005) Phylogeny of oligochaetous Clitellata. Hydrobiologia 535 (536): 357–372.
- ERSÉUS, C. ÉS ROTA, E. (2003) New findings and an overview of the oligochaetous Clitellata (Annelida) of the North Atlantic deep sea. Proceedings of the Biological Society of Washington 116: 892–900.
- ERSÉUS, C., ROTA, E., MATAMOROS, L., DE WIT P. (2010) Molecular phylogeny of Enchytraeidae (Annelida, Clitellata). Molecular Phylogenetics and Evolution 57: 849–858.
- FELSENSTEIN, J. (1981) Evolutionary trees from DNA sequences: a Maximum Likelihood approach. Journal of Molecular Evolution 17: 368–376.
- FELSENSTEIN, J. (2005) PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.6. Seattle, Washington, USA: University of Washington, www.phylip.com.
- GATES, G.E. (1976) More on Oligochaeta distribution in North America. Megadrilogica 2: 1–6.

- GATES, G.E. (1982) Farewell to North American megadriles. *Megadrilogica* 4: 12-77.
- GOUY, M., GUINDON, S., GASCUEL, O. (2010) SeaView version 4: A multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. *Molecular Biology and Evolution* 27: 221-224.
- HAIMI, J. ÉS BOUCELHAM, M. (1991) Influence of a litter feeding earthworm, *Lumbricus rubellus*, on soil processes in a simulated coniferous forest floor. *Pedobiologia* 35: 247-256.
- HALL, T.A. (1999) BioEdit: a user friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95-98.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica* 4(1): 9.
- HARTZELL, P.L., NGHIEM, J.V., RICHIO, K.J., SHAIN, D.H. (2005) Distribution and phylogeny of glacier ice worms (*Mesenchytraeus solifugus* and *Mesenchytraeus solifugus rainierensis*). *Canadian Journal of Zoology* 83: 1206-1213.
- HEALY, B. (1975) Description of five new species of Enchytraeidae from Ireland. *Zoological Journal of Linnean Society* 56 (4): 315-326.
- HEALY, B. (1979a) Three new species of Enchytraeidae (Oligochaeta) from Ireland. *Zoological Journal of Linnean Society* 67: 87-95.
- HEALY, B. (1979b) Review of the genus *Guaranidrilus* (Oligochaeta: Enchytraeidae) with description of two new species. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)* London 37 (1): 7-15.
- HEALY, B. (1980a) Distribution of terrestrial Enchytraeidae in Ireland. *Pedobiologia* 20: 159-175.
- HEALY, B. (1980b) Records of Enchytraeidae (Oligochaeta) from Western France and the Pyrénées. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle Paris* 2: 421-443.
- HEALY, B. (1994) New species of *Marionina* (Annelida: Oligochaeta: Enchytraeidae) from Spartina Salt Marshes on Sapelo Island, Georgia, USA. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 107: 164-173.

- HEALY, B. (1996) Records of Enchytraeidae (Annelida: Oligochaeta) from west Florida. I. *Mesenchytraeus*, *Cognettia*, *Bryodrilus*, *Hemienchytraeus*, *Henlea* and *Buchholzia*. Proceedings of the Biological Society of Washington 109: 118-137.
- HEALY, B. ÉS COATES, K.A. (1997) Enchytraeids (Oligochaeta) of the mid and upper intertidal of Darwin Harbour, Northern Territory, Australia. In: HANLEY, R.H. CASWELL, G. MEGIRIAN, D., LARSON, H.K. (eds.) Proceedings of the sixth International Marine Biological Workshop. The marine flora and fauna of Darwin Harbour, Northern Territory, Australia. Museums and Art Galleries of the Northern Territory and the Australian Marine Sciences Association, Darwin, Australia. pp 81-97.
- HEDGEPEETH, J.W. (1993) Foreign invaders. Science 261: 34-35.
- HESS, R.T. (1970) The fine structure of of coelomocytes in the annelid *Enchytraeus fragmentosus*. Journal of Morphology 132: 335-352.
- HEWITT, J.E., THURST, S.E., HALLIDAY, J., DUFFY, C. (2005) The importance of small-scale habitat structure for maintaining beta diversity. Ecology 86: 1619-1626.
- HILLIS, D.M. ÉS DIXON, M.T. (1991) Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference. Quarterly Review of Biology 66: 411-453.
- HUHTA, V. ÉS VIBERG, K. (1999) Competitive interactions between the earthworm *Dendrobaena octaedra* and the enchytraeid *Cognettia sphagnetorum*. Pedobiologia 43: 886-890.
- ISSEL, R. (1905) Oligocheti inferiori della fauna italica. Zoologische Jahrbücher (Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere) 22: 451-476.
- IVLEVA, I.V. (1953) Growth and reproduction of the potworm *Enchytraeus albidus*. Zoologichesky Zhurnal (Moscow) 32: 394-404.
- KANE, R.A. ÉS ROLLINSON, D. (1994) Repetitive sequences in the ribosomal DNA internal transcribed spacer of *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma intercalatum* és *Schistosoma mattheii*. Molecular Biology of Parasites 63: 153-156.
- KITAZAWA, T. (1977) Number and biomass of Enchytraeidae. In: KITAZAWA, T. (Ed.) Ecosystem analysis of the subalpine coniferous forest in the Shigayama IBP area, Central Japan. Tokyo, pp. 110-114.

- KORSÓS, Z. (1998) Ikerszervényes-invázió Magyarországon. Állattani közlemények 83: 53-65.
- LEE, E.K. (1953) A Note on the Earthworm Fauna of the Kermadec Island. Wellington, Soil Bureau, Department of Scientific and Industrial Research, Wellington.
- LEE, E.K. (1987) Peregrine species of earthworms. In: A.M. BONVICINI PAGLIAI ÉS P. OMODEO (eds.) On Earthworms. Selected Symposia and Monographs, Mucchi Editore, Modena, pp. 315-327.
- LEE, E.K. ÉS FOSTER, R.C. (1991) Soil fauna and soil structure. Australian Journal of Soil Research 19: 745-775.
- LOMBAERT, E., GUILLEMAUD, T., CORNUET, J-M., MALAUSA, T., FACON, B., ARNAUD, E. (2010) Bridgehead Effect in the Worldwide Invasion of the Biocontrol Harlequin Ladybird. PLoS ONE 5 (3): e9743. doi:10.1371/journal.pone.0009743.
- LUNDKVIST, H. (1982) Population dynamics of *Cognettia sphagnetorum* (Enchytraeidae) in a Scots pine forest soil in Central Sweden. Pedobiologia 23: 21-41.
- MACLEAN, S.F., DOUCE, G.K., MORGAN, E.A., SKEEL, M.A. (1977) Community organisation in the soil invertebrates of Alaskan arctic tundra. In: LOHM, U. & PERSSON, T. (eds) Soil organisms as components of ecosystems. Stockholm, pp. 90-101.
- MARAUN, M. ÉS SCHEU, S. (2000) The structure of oribatid mite communities (Acari, Oribatida): patterns, mechanisms and implications for future research. Ecography 23: 374-383.
- MARAUN, M., ALPHEI, J., BONKOWSKI, M., BURYN, R., MIGGE, S., PETER, M., SCHAEFER, M., SCHEU, S. (1999) Middens of the earthworm *Lumbricus terrestris* (Lumbricidae): microhabitats for micro- and mesofauna in forest soil. Pedobiologia 43: 276-287.
- MARAUN, M., SALAMON, J.A., SCHNEIDER, K., SCHAEFER, M., SCHEU, S. (2003) Oribatid mite and collembolan diversity, density and community structure in a moder beech forest (*Fagus sylvatica*): effects of mechanical perturbations. Soil Biology and Biochemistry 35: 1387-1394.
- MARINISSEN, J.C.Y. ÉS BOK, J. (1988) Earthworm-amended soil structure: its influence on Collembola populations in grassland. Pedobiologia 32: 243-252.

- MCLEAN, M.A. ÉS PARKINSON, D. (2000) Introduction of the epigeic earthworm *Dendrobaena octaedra* changes the oribatid community and microarthropod abundances in a pine forest. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 1671-1681.
- MERKL, O. (2008) A harlekinkatica (*Harmonia axyridis* Pallas) Magyarországon (Coleoptera: Coccinellidae). *Növényvédelem* 44 (5): 239-242.
- MICHAELSEN, W. (1903) Die geographische Verbreitung der Oligochaeten. Friedländer und Sohn, Berlin.
- MICHAELSEN, W. (1924) Oligochaeten von niederländisch-Indien. *Treubia* 5: 379-401.
- MIGGE-KLEIAN, S., MCLEAN, M.A., MAERZ, J.C., HENEGHAM, L. (2006) The influence of invasive earthworms on indigenous fauna in ecosystems previously uninhabited by earthworms. *Biological Invasions* 8: 1275-1285.
- MIHÁLY, B. ÉS BOTTA-DUKÁT, Z. (2004) *Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények.* Természettudományi Akadémia Kiadó, Budapest.
- MÖLLER, F. (1971) Systematische Untersuchungen an terricolen Enchytraeiden einiger Grünlandstandorte im Bezirk Potsdam. *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin* 47: 131-167.
- MÜLLER, O.F. (1771) Von Würmen dessüssend salzigen Wassers. København.
- MÜLLER, O.F. (1774) *Vermium Terrestrium et Fluviatilium, seu Animalium Infusorium, Helminthicorum et Testaceorum, non Marinorum, Succincta Historia.* Volume 1, Part 2. Heinek és Faber, Havniae et Lipsiae, 72 pp.
- MYOHARA, M., YOSHIDA-NORO, C., KOBARI, F., TOCHINAI, S. (1999) Fragmenting oligochaete *Enchytraeus japonensis*: A new material for regeneration study. *Development, Growth & Differentiation* 41 (5): 549-555.
- NIELSEN, C.O. ÉS CHRISTENSEN, B. (1959) The Enchytraeidae. Critical revision and taxonomy of European species (Studies on Enchytraeidae VII). *Natura Jutlandica* 8-9: 1-160.
- NIELSEN, C.O. ÉS CHRISTENSEN, B. (1961) The Enchytraeidae. Critical revision and taxonomy of European species. Supplement 1. *Natura Jutlandica* 10: 1-23.
- NIELSEN, C.O. ÉS CHRISTENSEN, B. (1963) The Enchytraeidae. Critical revision and taxonomy of European species. Supplement 2. *Natura Jutlandica* 10: 1-19.

- NIVA, C.C., SCHMELZ, R.M., BROWN, G.G. (2012) Notes on the reproduction, fragmentation and regeneration of *Enchytraeus dudichi* Dózsa-Farkas, 1995 sensu lato (Enchytraeidae, Oligochaeta) found in Paraná State, Brasil. Newsletter on Enchytraeidae 12: 13-19.
- NURMINEN, M. (1965) Enchytraeids (Oligochaeta) from northern Norway and western Lapland. Annales Zoologici Fennici 2: 11-15.
- NURMINEN, M. (1967) Faunistic notes on North-European enchytraeids (Oligochaeta). Annales Zoologici Fennici 4: 567-587.
- NURMINEN, M. (1973) Echytraeidae (Oligochaeta) from the vicinity of Montreal. Annales Zoologici Fennici 10: 399-402.
- O'CONNOR, F.B. (1957) An ecological study of the enchytraeid worm population of a coniferous forest soil. Oikos 8: 161-199.
- O'CONNOR, F.B. (1962) The extraction of Enchytraeidae from soil. In: MURPHY, P.W. (ed.) Progress in Soil Zoology. Butterworths Publishing, London, pp. 279-285.
- OMODEO, P. (1958) La réserve naturelle intégrale du Mont Nimba, Fascicule IV. I. Oligochètes. Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire 53: 9-93.
- PARKINSON, D. ÉS MCLEAN, M.A. (1998) Impacts of earthworms on the community structure of other biota in forest soils. In: EDWARDS, C.A. (ed.) Earthworm ecology. St. Lucie Press, Boca Raton, pp 213-226.
- PARKINSON, D., MCLEAN, M.A., SCHEU, S. (2004) Impacts of earthworms on other biota in forest soils, with some emphasis on cool temperature montane forests. In: EDWARDS, C.A. (ed.) Earthworm ecology. CRC Press, Boca Raton, pp 241-259.
- PÁSZTOR, E. ÉS OBORNY, B. (2007) Ökológia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- PEACHEY, J.E. (1963) Studies on Enchytraeidae (Oligochaeta) of moorland soil. Pedobiologia 2: 81-95.
- PERROT-MINNOT, M.J. (2004) Larval morphology, genetic divergence, and contrasting levels of host manipulation between forms of *Pomphorhynchus laevis* (Acanthocephala). International Journal of Parasitology 34: 45-54.

- PRABHOO, N.R. (1960) Studies on Indian Enchytraeidae (Oligochaeta: Annelida) – I. Description of three new species. *Journal of the Zoological Society of India* 12: 125-132.
- RANNALA, B. ÉS YANG, Z. (1996) Probability distribution of molecular evolutionary trees: A new method of phylogenetic inference. *Journal of Molecular Evolution* 43: 304–311.
- RÁTY, M. ÉS HUHTA, V. (2003) Earthworms and pH affect communities of nematodes and enchytraeids in forest soil. *Biology and Fertility of Soils* 38: 52-58.
- RICHARDS, S. (1980) The histochemistry and ultrastructure of the coelomocytes of species of *Lumbricillus*, and observation on certain other enchytraeid genera (Oligochaeta: Annelida). *Journal of Zoology (London)* 191: 557-577.
- RIGHI, G (1981) Notas sobre Enchytraeidae (Oligochaeta) Brasileiras. *Revista Brasileira de Biologia* 41: 427-430.
- RIGHI, G. (1988) Dois novos Microdrili, Oligochaeta, terrestres da Amazônia. *Papeis Avulsos de Zoologia, Museo de Zoologia de Universidade de São Paulo* 36: 315-321.
- RONQUIST, F. & HUELSENBECK, J.P. (2003) MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19: 1572–1574.
- ROTA, E. (1995) Italian Enchytraeidae (Oligochaeta) I. *Bollettino di Zoologia* 62: 183-231.
- ROTA, E. ÉS ERSÉUS, C. (2003) New records of *Grania* (Clitellata, Enchytraeidae) in the Northeast Atlantic (from Tromso to the Canary Islands), with descriptions of seven new species. *Sarsia* 88: 210–243.
- ROTA, E. ÉS HEALY, B. (1994) The enchytraeid fauna of North Africa. *Hydrobiologia* 278: 53-66.
- ROTA, E. ÉS HEALY, B. (1999) A taxonomic study of some Swedish Enchytraeidae (Oligochaeta), with descriptions of four new species and notes on the genus *Fridericia*. *Journal of Natural History* 33: 29-64.
- RÖMBKE, J. (1988) Die Enchytraeen eines Moderbuchenwaldes. Ihre Rolle beim Streuabbau und ihre Reaktion auf Umweltbelastungen. *Doktori értekezés, Goethe Universität, Frankfurt an Main*, pp 180.
- SALMON, S. (2001) Earthworm excreta (mucus and urine) affect the distribution of springtails in forest soils. *Biology and Fertility of Soils* 34: 304-310.

- SALMON, S. ÉS PONGE, J-F. (1999) Distribution of *Heteromurus nitidus* (Hexapoda, Collembola) according to soil acidity: interactions with earthworms and predator pressure. *Soil Biology & Biochemistry* 31: 1161-1170.
- SCHIRMACHER, A., SCHMIDT, H., WESTHEIDE, W. (1998) RAPD-PCR investigations on sibling species of terrestrial Enchytraeus (Annelida: Oligochaeta). *Biochemical Systematics and Ecology* 26: 35-44.
- SCHLAGHAMERSKÝ, J. (2007) The small annelids (Enchytraeidae, Tubificade, Aelosomatidae) of a South Moravian floodplain forest with disturbed water regime. *Newsletter on Enchytraeidae* No. 10, *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Biologia* 110: 123-133.
- SCHLAGHAMERSKÝ, J. (2010) The small annelids (Annelida: Enchytraeidae, Rhyacodrilinae, Aelosomatidae) in soils of three forests in the White Carpathians (Czech Republic). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 74: 103-115.
- SCHLAGHAMERSKÝ, J. ÉS PIŽL, V. (2009) Enchytraeids and earthworms (Annelida: Clitellata: Enchytraeidae, Lumbricidae) of parks in the city of Brno, Cech Republic. *Soil Organisms* 81 (2): 145-173.
- SCHMELZ, R.M. (1996) Additional morphological traits facilitate enchytraeid species determination. *Newsletter on Enchytraeidae* 5: 45-46.
- SCHMELZ, R.M. (1998) Description of *Fridericia montafonensis* sp. n. (Enchytraeidae, Oligochaeta) from an Austrian meadow. *Mitteilungen Hamburgisches Zoologisches Museum und Institut* 95: 79-88.
- SCHMELZ, R.M (1999) On the combined use of morphological and protein patterns in Enchytraeidae species level taxonomy: Example *Fridericia discifera* Healy, 1975. *Pedobiologia* 43: 497-506.
- SCHMELZ, R.M. (2003) Taxonomy of *Fridericia* (Oligochaeta, Enchytraeidae). Revision of species with morphological and biochemical methods. *Naturwissenschaftlicher Verein, Hamburg*, pp. 1-415 + Pl. 73.
- SCHMELZ, R.M. ÉS COLLADO, R. (2005) *Fridericia larix* sp. nov. (Enchytraeidae, Oligochaeta) from Irish soils. *Organisms, Diversity és Evolution* 5 (1): 85-88.

- SCHMELZ, R.M. ÉS COLLADO, R. (2007) Revision of *Hemienchytraeus stephensoni* (Cognetti, 1927) (Enchytraeidae, Oligochaeta). *Folia Facultatis scientiarum naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Biologia* 110: 67-85.
- SCHMELZ, R.M. ÉS COLLADO, R. (2010) A guide to European terrestrial and freshwater species of Enchytraeidae (Oligochaeta). *Soil Organisms* 82 (1): 1–176.
- SCHMELZ, R.M. ÉS RÖMBKE, J. (2005) Three new species of *Hemienchytraeus* (Enchytraeidae, Oligochaeta) from Amazonian forest soil. *Journal of Natural History* 39 (32): 2967-2986.
- SCHMELZ, R.M., COLLADO, R., MYOHARA, M. (2000) A taxonomic study of *Enchytraeus japonensis* (Enchytraeidae, Oligochaeta): Morphological and Biochemical comparisons with *E. bigeminus*. *Zoological Science* 17: 505–516.
- SMITH, W.W. (1893) Further notes on New Zealand earthworms with observations of the known species. *Transactions of the New Zealand Institute* 25: 111-146.
- SMITH, F. ÉS WELCH, P.S. (1913) Some new Illinois Enchytraeidae. *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History* 9 (12): 615-636 + Pl. 98-102.
- STANDOVÁR, T. ÉS PRIMACK, R.B. (2001) A természetvédelmi biológia alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- STEPHENSON, J. (1930) On some African Oligochaeta. *Archivio Zoologico Italiano* 14: 485-511.
- TERHIVUO, J. (1991) *Dichogaster bolau* (Michaelsen) (Octochaetidae) – an allochthonous oligochaete invading urban sewer system. *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 67: 61–65.
- VENA, J.A. ÉS PHILPOTT, M.J. (1968) Development of accessory reproductive organs in an asexual Enchytraeid (Oligochaete). *Bulletin New Jersey Academy of Science* 13: 19-21.
- VITOUSEK, P.M., D'ANTONIO, C.M., LOOPE, L.L., WESTERBROOKS, R. (1996) Biological invasions as global environmental change. *American Scientist* 84: 468-478.
- WELCH, P.S. (1914) Studies on the Enchytraeidae of North America. *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History* 10: 123-211 + Pl. 8-12.
- WESTHEIDE, W. ÉS GRAEFE, U. (1992) Two new terrestrial *Enchytraeus* species (Oligochaeta: Annelida) *Journal of Natural History* 26: 479-488.

WICKENBROCK, L. ÉS HEISLER, C. (1997) Influence of earthworm activity on the abundance of Collembola in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 29: 221-227.

XIE, Z., WANG, H., LIANG, Y. (1999) Studies on the Enchytraeidae of China I. On new species and new records of the genus *Hemienchytraeus*. *Acta Zoologica Sinica* 23: 352-358.

FÜGGELÉK

Az ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra. A televényférgek családjában előforduló főbb sertétípusok.....	9
2. ábra. Agydúc típusok enchytraeidákban.....	10
3. ábra. A nyálmirigyek., belkítüremkedések és garatmirigyek egyes televényfereg genusokban.....	11
4. ábra. A <i>Fridericia</i> nem három coelomo-mucocyta típusa.....	12
5. ábra. A televényférgek metanephridiumainak különböző formái az egyes genusokban.....	14
6. ábra. A nyeregmirigyek elhelyezkedésének különböző mintázatai.....	15
7. ábra. Spermatheca variációk egyes enchytraeida fajokban.....	17
8. ábra. Az O' Connor-féle vizes tölcser futtató.....	29
9. ábra. Élő televényférgek fénymikroszópous vizsgálata.....	30
10. ábra. Tartós televényfereg preparátumok fedőlemezek között, euparalban rögzítve.....	32
11. ábra. Agarlemezen, sterilizált talajjal létrehozott televényfereg-tenyészetek Petri-csészékben.....	39
12/a ábra. A Christensen-féle tenyészkamrák összeállítása.....	39
12/b ábra. A tenészkamrák páras környezetben tartása fűzőpohár alatt.....	38
13. ábra. <i>Hemienchytraeus</i> sp. 1 nyálmirigye.....	46
14. ábra. <i>Hemienchytraeus</i> sp. 2. nyálmirigye.....	46
15. ábra. Az <i>Enchytraeus bigeminus</i> E. dudichi spermathecaja.....	51
16. ábra. Megvastagodott epithelialis sejtek a <i>Marionina scintillans</i> belfalának ventralis oldalán.....	56
17. ábra. <i>Marionina scintillans</i> coelomocytái, bennük a fajra jellemző fénytörő szemcsékkel.....	56
18. ábra. <i>Marionina scintillans</i> spermatölcseré.....	57
19. ábra. <i>Marionina scintillans</i> spermatölcseré és annak jellegzetesen tekervényes vezetéke.....	57
20. ábra. <i>Fridericia</i> sp. n. 2. spermathecajának különböző típusú diverticulumai.....	59
21. ábra. <i>Marionina</i> sp. n. 1 garatmirigyei lateralis néztől.....	60
22. ábra. <i>Fridericia aurita</i> a típusa áttetsző epidermalis mirigysejtekkel.....	62
23. ábra. <i>Fridericia aurita</i> b típusa áttetsző és barnás epidermalis mirigysejtekkel.....	62
24. ábra. <i>Fridericia aurita</i> a típusának spermathecaja.....	63
25. ábra. <i>Fridericia aurita</i> b típusának spermathecaja.....	63
26. ábra. <i>Mesenchytraeus pelicensis</i> spermatölcseré élő állapotban.....	65
27. ábra. <i>Mesenchytraeus pelicensis</i> spermatölcseré borax-carminnal festett preparátumon.....	65
28. ábra. A vizsgált televényfereg fajok filogenetikai viszonyai.....	68
29. ábra. A három megvizsgált intézmény üvegházaiban megállapított denzitásértékek.....	70
30. ábra. Az egyes jellemző fajok dominanciaviszonyai a három megvizsgált üvegházban.....	70
31. ábra. A kanonikus korrespondencia analízis eredménye a denzitásértékek és a különböző növényfajok tövéből származó talajminták összehasonlítására.....	73
32. ábra. A feldarabolódás után elkülönülő fragmentek szelvényszám szerinti százalékos megoszlása.....	74
33. ábra. Az egyes fragmenttípusok fejlődési intenzitása.....	75
34. ábra. Három vizsgált televényfereg faj szaporodási intenzitásának összehasonlítása.....	77
35. ábra. Spearman korrelációvizsgálat a talált enchytraeida fajok denzitásának és a talajjellemzők összefüggésének vizsgálatára.....	82
1. táblázat. A molekuláris vizsgálatok során alkalmazott primerek adatai.....	34
2. táblázat. A PCR pontos összetétele.....	35
3. táblázat. A PCR hőprofilja.....	35
4. táblázat. A szekvenáló PCR pontos összetétele.....	36
5. táblázat. A szekvenáló PCR hőprofilja.....	36
6. táblázat. A magyarországi üvegházakban talált televényfereg fajok listája.....	48
7. táblázat. A magyarországi botanikus kertekben szabadföldön talált televényfereg fajok listája.....	49
8. táblázat. A <i>Fridericia aurita</i> faj négy különböző típusának eltérő alaklani tulajdonságai.....	64
9. táblázat. Három vizsgált intézmény üvegházaiban megállapított denzitásértékek.....	71
10. táblázat. A szabadföldi túlélési vizsgálatok eredményei.....	79
11. táblázat. Az elvégzett talajtani vizsgálatok főbb, összefoglalt eredményei.....	81
12. táblázat. Részletes üvegházi gyűjtési adatok.....	108
13. táblázat. Részletes szabadföldi gyűjtési adatok.....	106
14. táblázat. A molekuláris vizsgálatokhoz fölhasznált televényfereg faj- és gyűjtési listája.....	109
15. táblázat. A gyűjtési helyeken mért talajjellemzők, valamint a levegő hőmérsékletének adatai.....	111

12. táblázat. Részletes üvegházi gyűjtési adatok.

Intézmény	Dátum	Gyűjtemény	Növény neve	Latin név, család	
Debreceni Egyetem Üvegháza	2006.06.03		1. kurkuma, flamingóvirág és vénuszfodorka	<i>Curcuma longa</i> (Zingiberaceae), <i>Anthurium</i> sp. (Araceae), <i>Adiantum raddianum</i> (Pteridaceae)	
			2. banán	<i>Musa</i> sp. (Musaceae)	
			3. gyömbér	<i>Zingiber</i> sp. (Zingiberaceae)	
			4. broméliák (mulcs alól)	Bromeliaceae	
Eszterházy Károly főiskola üvegháza	2006.11.26		1. babérpáfrány	<i>Cyrtomium falcatum</i> (Dryopteridaceae)	
			2. szágópálma	<i>Cycas</i> sp. (Cycadaceae)	
			3. leander	<i>Nerium</i> sp. (Apocynaceae)	
			4. pálmaliliom	<i>Yucca</i> sp. (Asparagaceae)	
			5. érdes szépcsalán	<i>Acalypha hispida</i> (Euphorbiaceae)	
			6. csüngőágú fikusz	<i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)	
			7. papirusz	<i>Cyperus papyrus</i> (Cyperaceae)	
			8. banán	<i>Musa</i> sp. (Musaceae)	
			9. oszlopkaktusz	<i>Echinopsis</i> sp. (Cactaceae)	
			10. harmatfüvek tövéből	<i>Drosera</i> sp. (Droseraceae)	
			11. növényi korhadék		
ELTE Fűvészkert üvegháza	2006.03.07	pálmaház	1. floridai királpálma (talaj felső 2-3 cm-e)	<i>Roystonea elata</i> (Arecaceae)	
			2. floridai királpálma (kb. 3-7 cm mélyről)	<i>Roystonea elata</i> (Arecaceae)	
			3. banán és buzogányvirág	<i>Musa</i> sp. (Musaceae) és <i>Dieffenbachia</i> sp. (Araceae)	
			4. banán (másik)	<i>Musa</i> sp. (Musaceae)	
		előkészítő	5-6. a kert alkalmazottai által készített régebbi komposztból		
			7-8. speciálisan <i>Drosera</i> spp. számára készített, de még fel nem használt talajkeverékből		
		Viktória-ház	9. kancsóka-faj tövéből	<i>Nepenthes</i> sp. (Nepenthaceae)	
			10. orchidea tövéből	<i>Paphiopedilum insigne</i> (Orchideaceae)	
			11. harmatfü tövéből + nedves mohatörmelék	<i>Drosera</i> sp. (Droseraceae)	
		Orchidea-ház	12. kancsóka-faj tövéből, nedves talaj kéregdarabokkal.	<i>Nepenthes gracilis</i> var. <i>angustifolia</i> (Nepenthaceae)	
			13. orchidea-faj tövéből	<i>Paphiopedilum insigne</i> (Orchideaceae)	
			14. fenyőmulcs kisebb cserepes orchideákat tartalmazó tálcáról		
				15. páfrányok alól állandóan nedvesen tartott faforgács + kevés talaj	

12. táblázat (folytatás). Részletes üvegházi gyűjtési adatok.

ELTE Fűvészkert üvegháza	2006.06.13	Viktória-ház	1. buzogányvirág és szobai futóka	<i>Dieffenbachia bowmannii</i> és <i>Scindapsus aureus</i> (Araceae)
			2. pávas zebralevél, kengurupáfrány, sarlós babérpáfrány	<i>Calathea makoyana</i> (Marantaceae), <i>Microsorium pustulatum</i> (Polypodiaceae), <i>Cyrtomium falcatum</i> (Dryopteridaceae)
		Pálmaház	3. Puerto Rico királysálpálma, banán	<i>Roystonea borinquena</i> (Arecaceae), <i>Musa</i> sp. (Musaceae)
			4. halfarokpálma, diópálma, csüngőlevelű fikusz	<i>Caryota mitis</i> és <i>C. urens</i> (Arecaceae), <i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)
			5. olajpálma, kókuszpálma	<i>Elaeis guineensis</i> , <i>Cocos nucifera</i> (Arecaceae)
			6. "amazóniai szőlő"	<i>Cissus amazonica</i> (Vitaceae)
Fővárosi Állat- és Növénykert	2006.03.08	pálmaház, bal 1	1. buzogányvirág	<i>Diffenbachia</i> sp. (Araceae)
			2. barbadosi cseresznye	<i>Malpighia glabra</i> (Malpighiaceae)
		pálmaház jobb 1	3. lantlevelű fikusz	<i>Ficus lirata</i> (Moraceae)
			4. csüngőágú fikusz	<i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)
		nagyecarnok	5. csavarpálma	<i>Pandanus</i> sp. (Pandanaceae)
			6. szágópálma	<i>Cycas</i> sp. (Cycadaceae)
			7. csüngőágú fikusz	<i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)
			8. palackpálma	<i>Beaucarnea recurvata</i> (Asparagales)
			9. datolyapálma	<i>Phoenix canarensis</i> (Arecaceae)
	pálmaház, bal 1	10. buzogányvirág	<i>Diffenbachia</i> sp. (Araceae)	
		11-12. becsurgó víz mellett állandóan nedves talaj		
		13. becsurgó víz mellett fakorhadék		
		14. fém csigalépcső alatti fatörzs alól korhadék + föld		
	pálmaház, bal 1	1. buzogányvirág	<i>Diffenbachia</i> sp. (Araceae)	
		2. csigalépcső melletti víz átfolyónál		
		3. közvetlen csigalépcső mögötti vizes rész, csatorna két oldaláról		
		4. lépcső alóli kis háromszögletű tárolóból		
	2008.11.26	központi rész	5. csüngőágú fikusz	<i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)
6. pálma			(Arecaceae)	
7. barbadosi cseresznye és lantlevelű fikusz			<i>Malpighia glabra</i> (Malpighiaceae), <i>Ficus lyrata</i> (Moraceae)	
8. datolyapálma			<i>Phoenix canarensis</i> (Arecaceae)	
9. csavarpálma és buzogányvirág		<i>Pandanus</i> sp. (Pandanaceae), <i>Dieffenbachia</i> sp. (Araceae)		
10. datolyapálma		<i>Phoenix canarensis</i> (Arecaceae)		
11. csavarpálma (másik)		<i>Pandanus</i> sp. (Pandanaceae)		
12. buzogányvirág		<i>Diffenbachia</i> sp. (Araceae)		

12. táblázat (folytatás). Részletes üvegházi gyűjtési adatok.

Nyíregyházi Állatpark	2009.12.01		1. Kókuszpálma	<i>Cocos nucifera</i> (Arecaceae)
			2. Halfarok pálma	<i>Cariota urens</i> (Arecaceae)
			3. Bambusz	<i>Bambuseae</i> spp. (Poaceae)
			4. Bokorpálma	<i>Licuala grandis</i> (Arecaceae)
	2011.05.13		1. Banán	<i>Musa</i> sp. (Musaceae)
			2. Halfarok pálma	<i>Cariota urens</i> (Arecaceae)
Tuzson János Botanikus Kert Nyíregyháza,	2011.05.13		3. Bambusz	<i>Bambuseae</i> spp. (Poaceae)
			4. Bokorpálma	<i>Licuala grandis</i> (Arecaceae)
			5. Bambusz 2	<i>Bambuseae</i> spp. (Poaceae)
			6. Hibiszkusz	<i>Hibiscus</i> sp. (Malvaceae)
			1. banán	<i>Musa</i> sp.
			2. tamarindusz	<i>Tamarindus indica</i> (Fabaceae)
			3. pálmaliom	<i>Yucca</i> sp. (Asparagaceae)
			4. selyemtölgy	<i>Grevillea rosmarinifolia</i> (Proteaceae)
Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót	2008.04.03	bemutatóház	5. szobafenyő	<i>Araucaria excelsa</i> (Araucariaceae)
			6. Filodendron és sugárárália	<i>Monstera deliciosa</i> (Araceae) és <i>Schefflera</i> sp. (Araliaceae)
			7. titánbuzogány	<i>Amorphophallus titanum</i> (Araceae)
			8. bókóló billbergia	<i>Billbergia nutans</i> (Bromeliaceae)
		oldalhajó	1. királpálma	<i>Roystonea elata</i> (Arecaceae)
			2. sávós sárkányfa	<i>Dracaena deremensis</i> (Liliaceae)
			3. vadfüge	<i>Ficus natalensis</i> (Moraceae)
			4. legyezőbanán	<i>Ravenala madagascarensis</i> (Musaceae), <i>Dieffenbachia</i> sp. (Araceae)
2010.03.22	bemutatóház	5. könnyezőpálma és csüngőágú fikusz	<i>Monstera deliciosa</i> (Araceae) és <i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)	
		6. banán	<i>Musa paradisiaca</i> (Musaceae)	
		7. banán	<i>Musa</i> sp. (Musaceae)	
		1. begónia	<i>Begonia semperflorens</i> (Begoniaceae)	
	2010.03.22	bemutatóház	2. törpebors	<i>Peperomia serpens</i> (Piperaceae)
			3. érdes szépcsáln	<i>Acalypha hispida</i> (Euphorbiaceae)
			4. papaja	<i>Carica papaya</i> (Caricaceae)
			5. óriás medinilla	<i>Medinilla magnifica</i> (Melastomataceae)
2010.03.22	bemutatóház	6. kelet-indiai cikász	<i>Cycas circinalis</i> (Cycadaceae)	
		1. banán	<i>Musa</i> sp. (Musaceae)	
		2. csüngőágú fikusz	<i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)	
		3. kenciapálma	<i>Howeia forsterana</i> (Arecaceae)	
2010.03.22	bemutatóház	4. törpe cukorpálma	<i>Arenga engleri</i> (Arecaceae)	
		5. villáspálma	<i>Carludovica palmata</i> (Cyclanthaceae)	
		6. rákollóvirág	<i>Heliconia bihali</i> (Heliconiaceae)	
		7. törpe datolyapálma	<i>Phoenix roebelenii</i> (Arecaceae)	
2010.03.22	bemutatóház	8. Coccothrinax pálma	<i>Coccothrinax argemata</i> (Arecaceae)	

12. táblázat (folytatás). Részletes üvegházi gyűjtési adatok.

Pécsi Egyetem Botanikus Kertje	2006.06.26		1. fátyol aszparágusz	<i>Asparagus setaceus</i> (Liliaceae)
			2. banán, borostyán és csüngőágú fikusz	<i>Musa</i> sp. (Musaceae), <i>Hedera helix</i> (Araliaceae) és <i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)
			3. Középső közös tárolóból nedves faforgács	
			4. légygökök (?) tövéből nedves talaj	
			5. kanári főnixpálma	<i>Phoenix canariensis</i> (Arecaceae)
			6. Korhadó pálmatorzsból	
			7. Banán	<i>Musa</i> sp. (Musaceae)
			8. Üvegház elől vizes moha	
			9. bambusz	<i>Bambusa</i> sp. (Poaceae)
			10. papaja	<i>Carica papaya</i> (Caricaceae)
			11. orchideák alól	Orchideaceae
			12. dion cikász	<i>Dioon spinulosum</i> (Zamiaceae)
			13. Mohatakaró alól	
			14. Nedves korhadék páfrányok alól	
Szegedi Egyetem Fűvészkert	2010.04.23	"cikászos"	1. buzogányvirág és bors	<i>Dieffenbachia</i> sp. (Araceae) és <i>Piper</i> sp. (Piperaceae)
			2. kukoricalevél és könnyező pálma	<i>Aspidistra elatior</i> (Liliaceae) és <i>Monstera deliciosa</i> (Araceae)
			3. cikász és begónia	<i>Cycas</i> sp. (Cycadaceae) és <i>Begonia</i> sp. (Begoniaceae)
			4. acerola	<i>Malpighia</i> sp. (Malpighiaceae)
			5. banán	<i>Musa</i> sp. (Musaceae)
		"páfrányos"	6. vegyes páfrányfajok	
		Fólia 1	7. édesgyökerű páfrány	<i>Polypodium brasiliense</i> (Polypodiaceae)
			8. Puerto Rico Manjack	<i>Cordia mixta</i> (Boraginaceae)
		Fólia 2	9. kefevirág	<i>Callistemon viminalis</i> (Myrtaceae)
		2011.12.31		1. kelet-indiai cikász
		2. csüngőágú fikusz	<i>Ficus benjamina</i> (Moraceae)	
		3. pompás papagájvirág	<i>Strelitzia reginae</i> (Sterlitziaceae)	
		4. filodendron	<i>Philodendron imbe</i> (Araceae)	
		5. fodorka	<i>Asplenium venustum</i> (Aspleniaceae)	
		6. fittónia	<i>Fittonia verschaffeltii</i> (Acanthaceae)	

13. táblázat. Részletes szabadföldi gyűjtési adatok.

Intézmény	Dátum	Mintavétel helye	Növény neve	Latin név, család
ELTE Füvészkert	2006.03.07	1. „Hálás” komposzt, néhány hónapja érlelt föld, benne kevés perlitel		
		2. „mulcsos” komposzt, sok fenyőmulcs és perlit keverékéből készült pár hetes halom		
		3. „rég” komposzt, kb. fél éve érlelt		
		4. ahova a benti földet terítik	kiwi	<i>Actinida deliciosa</i> (Actinidiaceae)
			5. páfrányfenyő	<i>Ginkgo biloba</i> (Ginkgoaceae)
	2006.06.13	1. komposzt		
		2. mulcsos komposzt, használt		
		3. érlelt komposzt, ugyanonnan, mint előző mintavételkor 3-as		
			kiwi	<i>Actinida deliciosa</i> (Actinidiaceae)
	Hévíz	2009.07.15	1. Közvetlenül a bejáratnál, izzapos minták növényi törmelékekkel	
2. Masszázs hely mólójának tövében			mocsárciprus	<i>Taxodium distichum</i> (Cupressaceae)
3. Ugyanonnan, nádasból			közönséges nád	<i>Phragmites australis</i> (Poaceae)
4. Masszázs hely mögötti híd és csatorna mellett			mocsárciprusok tövéből	<i>Taxodium distichum</i> (Cupressaceae)
5. Ugyanonnan, fakorhadék				
6. "Maci büfé" mögötti füvesített, de lápszerűen nedves területről			angolperje?	<i>Lolium perenne</i> (Poaceae) ?
7. Masszázs hely mögötti nádasból			közönséges nád	<i>Phragmites australis</i> (Poaceae)
8. Kivezető csatorna partjáról				
Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót (Leg. Somay László)	2008.07.09	1. N262542; E663880	tölgy alól	<i>Quercus robur</i> (Fagaceae)
		2. N262548; E663836	bükk alól	<i>Fagus sylvatica</i> (Fagaceae)
		3. N262646; E663688	tölgy alól	<i>Quercus robur</i> (Fagaceae)
		4. N262727; E663770	hárs alól	<i>Tilia cordata</i> (Malvaceae)
		5. N262809; E663676	fiatal nyírfa alól	<i>Betula pendula</i> (Betulaceae)
		6. N262837; E663684	vízparti bükk alól	<i>Fagus sylvatica</i> (Fagaceae)
		7. N262913; E663764	hárs alól, szivattyúház mellett	<i>Tilia cordata</i> (Malvaceae)
		8. N262813; E663811	korhadt tuskó mellől	

13. táblázat (folytatás). Részletes szabadföldi gyűjtési adatok.

Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót	2009.04.17	1. N262542; E663880	tölgy alól	<i>Quercus robur</i> (Fagaceae)
		2. N262548; E663836	bükk alól	<i>Fagus sylvatica</i> (Fagaceae)
		3. N262727; E663770	hárs alól	<i>Tilia cordata</i> (Malvaceae)
		4. N262809; E663676	fiatal nyírfa alól	<i>Betula pendula</i> (Betulaceae)
		5. N262913; E663764	hárs alól, szivattyúház mellett	<i>Tilia cordata</i> (Malvaceae)
Nyugat-magyarországi Egyetem Botanikus Kert	2008.09.26		1. szecsuáni ősfenyő	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> (Cupressaceae)
			2. óriás mamutfenyő	<i>Sequoiadendron giganteum</i> (Cupressaceae)
			3. Oregoni hamisciprus	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (Cupressaceae)
			4. Nyírlevelű juhar	<i>Acer tetramerum</i> (Aceraceae)
			5. Háromerű juhar	<i>Acer buergerianum</i> (Aceraceae)
Stájer Házak, Kőszeg (Leg.: Szövényi G.)	2008.05.07	1. arborétum, elegyes fenyves 2. arborétum, elegyes fenyves, korhadt fa tövéből		
	2011.01.22	arborétum, elegyes fenyves		
Szegedi Egyetem Fűvészkert	2010.04.23		1. dél-kínai (szecsuáni) ősfenyő	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> (Cupressaceae)
			2. mocsárciprus	<i>Taxodium distichum</i> (Cupressaceae)
			3. közönséges nyír	<i>Betula pendula</i> (Betulaceae)
			4. rózsagyűjtemény	Rosaceae
	2011.10.04		1. dél-kínai (szecsuáni) ősfenyő	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> (Cupressaceae)
			2. mocsárciprus	<i>Taxodium distichum</i> (Cupressaceae)
			3. közönséges nyír	<i>Betula pendula</i> (Betulaceae)
			4. rózsagyűjtemény	Rosaceae

13. táblázat (folytatás). Részletes szabadföldi gyűjtési adatok.

Zirci arborétum	2008.05.06		1. tiszafa	<i>Taxus baccata</i> (Taxaceae)
			2. tulipánfa	<i>Liriodendron tulipifera</i> (Magnoliaceae)
			3. mandzsu juhar	<i>Acer mandshuricum</i> (Sapindaceae)
			4. kínai mamutfenyő	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> (Cupressaceae)
			5. mocsárciprus	<i>Taxodium distichum</i> (Cupressaceae)
			6. libanoni tölgy	<i>Quercus libani</i> (Fagaceae)
			7. tatárjuhar	<i>Acer tataricum</i> (Sapindaceae)
			8. andalúziai jegenyefenyő	<i>Abies pinsapo</i> (Pinaceae)
	2008.10.13		1. tulipánfa	<i>Liriodendron tulipifera</i> (Magnoliaceae)
			2. kínai mamutfenyő	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> (Cupressaceae)
			3. mocsárciprus	<i>Taxodium distichum</i> (Cupressaceae)
			4. japán vörösfenyő	<i>Larix kaempferi</i> (Pinaceae)
			5. kaukázusi jegenyefenyő	<i>Abies nordmanniana</i> (Pinaceae)
			6. illatos fűzercserje	<i>Calycanthus floridus</i> (Calycanthaceae)

14. táblázat. A molekuláris vizsgálatokhoz fölhasznált televényférgek faj- és gyűjtési listája.

Kód	Faj neve	Gyűjtés helye	Gyűjtés ideje
gh_13	<i>Bryodrilus ehlersi</i>	Magyarország, Szegedi Botanikus Kert, páfrányos	2010.04.23
gh_14	<i>Bryodrilus ehlersi</i>	Magyarország, Szegedi Botanikus Kert, páfrányos	2010.04.23
105	<i>Bryodrilus ehlersi</i>	Magyarország, Villány 9.	2006.04.04
176	<i>Bryodrilus ehlersi</i>	Németország, Starnbergi tó, erdő	2008.03.10
202	<i>Bryodrilus ehlersi</i>	Magyarország, Bakony 2 korhadt fa	2008.07.17
203	<i>Bryodrilus ehlersi</i>	Magyarország, Bakony 2 korhadt fa	2008.07.17
238	<i>Bryodrilus ehlersi</i>	Magyarország, Gerecse	2006.11.21
208	<i>Buchholzia simplex</i>	Magyarország, Velem	2008.09.07
212	<i>Buchholzia simplex</i>	Magyarország, Velem	2008.09.07
gh_11	<i>Buchholzia fallax</i>	Magyarország, Soproni Botanikus Kert	2008.09.26
gh_12	<i>Buchholzia fallax</i>	Magyarország, Soproni Botanikus Kert	2008.09.26
374	<i>Buchholzia fallax</i>	Olaszország	2010. április
375	<i>Buchholzia fallax</i>	Olaszország	2011. április
gh_15	<i>Enchytronia christenseni</i>	Magyarország, Nyíregyháza, Tuzson J., szobafenyő	2011.05.13
167	<i>Enchytronia christenseni</i>	Magyarország, Gerecse 1.	2007.10.18
168	<i>Enchytronia christenseni</i>	Magyarország, Gerecse 1.	2007.10.18
114	<i>Fridericia aurita</i> a típus	Magyarország, Villány 15.	2006. 06. 26-27
115	<i>Fridericia aurita</i> a típus	Magyarország, Villány 15.	2006. 06. 26-27
142	<i>Fridericia aurita</i> a típus	Magyarország, Villány 15.	2006. 06. 26-27
146	<i>Fridericia aurita</i> a típus	Magyarország, Villány 15.	2006. 06. 26-27
112	<i>Fridericia aurita</i> b típus	Magyarország, Villány 15.	2006. 06. 26-27
113	<i>Fridericia aurita</i> b típus	Magyarország, Villány 15.	2006. 06. 26-27
143	<i>Fridericia aurita</i> b típus	Magyarország, Villány 15.	2006. 06. 26-27
144	<i>Fridericia aurita</i> b típus	Magyarország, Villány 15.	2006. 06. 26-27
gh_16	<i>Fridericia aurita</i> b típus	Magyarország, Pécsi Botanikus kert	2006.06.26
gh_17	<i>Fridericia aurita</i> b típus	Magyarország, Pécsi Botanikus kert	2006.06.26
116	<i>Fridericia aurita</i> c típus	Magyarország, Pécs	2006. 06. 26-27
117	<i>Fridericia aurita</i> c típus	Magyarország, Pécs	2006. 06. 26-27
130	<i>Fridericia aurita</i> d típus	Magyarország, Hanság, Földsziget	2006.11.13
gh_1	<i>Fridericia bulboides</i>	Magyarország, Szeged, fűvészkert	2010.04.23
gh_2	<i>Fridericia bulboides</i>	Magyarország, Szeged, fűvészkert	2010.04.23
2	<i>Fridericia bulboides</i>	Magyarország, Börzsöny 6.	2004.07.16
3	<i>Fridericia bulboides</i>	Magyarország, Börzsöny 6.	2004.07.16
10	<i>Fridericia bulboides</i> variáns	Magyarország, Mátra 1.	2004.11.03
11	<i>Fridericia bulboides</i> variáns	Magyarország, Mátra 1.	2004.11.03
gh_9	<i>Fridericia auritoides</i>	Magyarország, Pécsi Botanikus kert	2006.06.26
gh_10	<i>Fridericia auritoides</i>	Magyarország, Pécsi Botanikus kert	2006.06.26
224	<i>Fridericia cf sima</i>	Magyarország, ÖBKI 4	2008.02.20
102	<i>Fridericia composti</i>	Magyarország, ELTE Fűvészkert	2006.03.07
gh_4	<i>Fridericia eiseni</i>	Magyarország, Soproni Botanikus Kert	2008.09.26
gh_5	<i>Fridericia eiseni</i>	Magyarország, Soproni Botanikus Kert	2008.09.26
17	<i>Fridericia eiseni</i>	Magyarország, Zemplén, Mlaka-rét	2003.05.28
18	<i>Fridericia eiseni</i>	Magyarország, Mátra, Markaz	2003.04.03
34	<i>Fridericia eiseni</i>	Észtország	2004.08.24
32	<i>Fridericia maculatiformis</i> (4)	Magyarország, Sas-hegy	2004.12.06
33	<i>Fridericia maculatiformis</i> (4)	Magyarország, Sas-hegy	2004.12.06
gh_6	<i>Fridericia maculatiformis</i> (5)	Magyarország, ELTE Fűvészkert	2006.06.13
gh_7	<i>Fridericia maculatiformis</i> (5)	Magyarország, ELTE Fűvészkert	2006.06.13
gh_8	<i>Fridericia maculatiformis</i> (5)	Magyarország, ELTE Fűvészkert	2006.06.13
31	<i>Fridericia maculatiformis</i> (5)	Magyarország, Szent György-hegy I/5b	2004.11.21

14. táblázat (folytatás). A molekuláris vizsgálatokhoz fölhasznált televényférgek faj- és gyűjtési listája.

41	<i>Fridericia maculatiformis</i> (5)	Magyarország, Szent György-hegy	2005.04.13
42	<i>Fridericia maculatiformis</i> (5)	Magyarország, Szent György-hegy	2005.04.13
gh_3	<i>Fridericia schmelzi</i>	Magyarország, Soproni Botanikus Kert	2008.09.26
6	<i>Fridericia schmelzi</i>	Magyarország, Börzsöny 1-2.	2004.04.17
7	<i>Fridericia schmelzi</i>	Magyarország, Börzsöny 3.	2004.04.17
222	<i>Fridericia</i> sp. n. 1	Magyarország, ÖBKI 4	2008.02.20
223	<i>Fridericia</i> sp. n. 1	Magyarország, ÖBKI 4	2008.02.20
215	<i>Marionina scintillans</i>	Magyarország, FÁNK 5	2008.02.20
220	<i>Marionina</i> sp. n. 1	Magyarország, ÖBKI 4	2008.02.20
221	<i>Marionina</i> sp. n. 1	Magyarország, ÖBKI 4	2008.02.20
98	<i>Mesenchytraeus kuehnelti</i>	Olaszország Valdabbiadene, Monte Cesen	2006.04.11
99	<i>Mesenchytraeus kuehnelti</i>	Olaszország Valdabbiadene, Monte Cesen	2006.04.11
204	<i>Mesenchytraeus pelicensis</i>	Magyarország, Bakony 2 korhadt fa	2008.07.17
205	<i>Mesenchytraeus pelicensis</i>	Magyarország, Bakony 2 korhadt fa	2008.07.17

15. táblázat. A gyűjtési helyeken mért kémiai és fizikai talajjellemzők, valamint a levegő hőmérsékletének adatai.

Intézmény	Minta		mintaszám	talaj				levegő	
	gyűjtemény	dátum		pH (H ₂ O)	pH (KCl)	szervesanyag-tartalom (%)	nedvesség-tartalom (%)	hőmérséklet (°C)	hőmérséklet (°C)
Eszterházy Károly főiskola, Éger		2006.11.26	E02	7,3	7	4,95	8,93	19	24
			E04	7,1	6,7	5,27	9,24	20	24
			E05	7,1	6,8	5,12	9,07	20	24
ELTE Fűvészkert	pálmaház	2006.03.07	fűv01	6,8	6,1	17,36	14,59	20	25
			fűv02	6,5	5,8	21,76	15,63	20	25
			fűv03	6,6	5,8	22,57	16,02	21	25
	viktória ház	2006.03.07	fűv04	7,0	6,5	16,09	14,40	18	21
			fűv05	6,9	5,8	19,97	15,52	18	21
			fűv07	6,6	5,7	24,12	16,22	17	21
			elte02	6,6	5,9	19,12	15,33	22	26
	pálmaház	2006.06.13	elte03	6,3	5,5	23,65	16,09	23	26
			elte04	6,9	6,3	22,94	16,11	22	26
	viktória ház	2006.06.13	elte11	7,1	6,7	19,38	14,99	22	28
elte13			6,9	6,2	18,26	13,97	22	28	
elte14			6,9	6,3	21,08	15,38	22	28	
zoo_01			6,8	6,1	21,32	16,32	22	24	
Füvárosi Állat- és Növénykert	pálmaház bal I	2006.03.08	zoo_03	6,9	6,3	22,76	15,84	22	24
			zoo_04	6,2	5,5	26,04	14,91	22	24
	központi	2006.03.08	zoo_05	6,7	5,9	24,63	15,22	19	22
			zoo_06	6,8	5,9	21,19	15,64	19	22
			zoo_07	6,8	6,1	19,57	16,98	19	22
	pálmaház bal I	2008.11.26	zoo_01	6,7	5,7	22,91	12,11	19	23
			zoo_02	6,6	5,5	19,63	13,69	19	23
	központi	2008.11.26	zoo_03	6,5	5,7	23,78	12,47	19	23
			zoo_04	6,3	5,5	25,11	11,79	18	20
			zoo_05	6,6	5,8	23,55	14,03	18	20
zoo_06			6,4	5,6	24,82	11,16	18	20	

15. táblázat (folytatás) A gyűjtési helyeken mért kémiai és fizikai talajjellemzők, valamint a levegő hőmérsékletének adatai.

Intézmény	Minta		mintaszám	talaj					levegő	
	gyűjtemény	dátum		pH (H ₂ O)	pH (KCl)	szervesanyag-tartalom (%)	nedvesség-tartalom (%)	hőmérséklet (°C)	hőmérséklet (°C)	
Nyíregyházi Állatpark		2009.12.01	nyeh01	7,4	6,9	14,53	15,67	19	22	
			nyeh02	7,3	6,9	16,22	17,62	19	22	
			nyeh03	7,3	7,0	14,98	15,14	19	22	
			nyeh04	7,5	7,1	15,02	16,01	18	22	
Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót	bemutatóház	2008.04.03	öb01	6,8	6,2	16,63	13,61	18	22	
			öb02	6,6	5,9	15,42	13,22	18	22	
			öb04	6,6	5,7	16,11	14,52	18	22	
			old1	6,3	5,2	17,61	16,78	17	20	
			old2	6,4	5,7	15,43	14,33	17	20	
	bemutatóház	2010.03.22	öb3	6,5	5,7	18,16	15,91	17	20	
			öb12	7,0	6,6	15,77	13,61	18	23	
			öb13	6,8	6,3	17,41	15,21	18	23	
			öb14	6,8	6,1	14,98	14,44	18	23	
			P1	6,9	6,2	16,24	11,54	22	26	
Pécsi Egyetem Botanikus Kertje		2006.06.26	P2	6,8	6,1	17,63	12,87	21	26	
			P3	6,7	5,8	16,92	12,13	21	26	
			P4	6,9	6,0	17,44	13,04	22	26	
			P5	7,0	6,4	17,16	11,09	20	25	
			SZ01	6,7	6,2	15,31	13,65	20	23	
Szegedi Egyetem Fűvészkert		2010.04.23	SZ02	6,8	6,4	18,49	14,16	19	21	
			SZ03	6,7	6,0	15,14	13,98	19	22	
			SZ04	7,1	6,5	16,92	15,33	19	22	
			SZ05	6,9	6,2	17,11	14,27	20	23	