

A kutatás eredményeinek részletes beszámolója

Magyarország enchytraeidáinak (Oligochaeta, Enchytraeidae) faunisztikai feltárása, taxonómiai és zoogeográfiai szintézise II. Dunántúli Középhegység (Bakony, Gerecse), a Mecsek és a Villányi-hegység vizsgálata (2005-2009)

Az enchytraeidák (Annelida: Oligochaeta) kistermetű (néhány mm-től néhány cm nagyságú), többnyire fehér színű gyűrűsférgek, amelyek az egész világon elterjedtek, a trópustól a sarkkörökig, többnyire teresztrikusak, de mocsarakban, édesvizekben és tengerben is élnek fajaik. Magas abundancia értékeik és szaprofág voltuk miatt a mezofauna egyik kiemelkedően jelentős csoportját alkotják. Észak-Európa faunája meglehetősen jól ismert (Abrahamsen & Thompson 1979, Healy 1979, Nielsen & Christensen 1959, 1961, 1963, Nurminen 1967, Römbke 1995, Schmelz et al. 2009). Közép- és Kelet-Európában kevés feltáró munka történt, a volt Csehszlovákia területén (Chalupský 1988, Schlaghamerský & Pižl 2009), Lengyelországban (Kasprzak, 1986). D-Európa faunája [néhány kivételtől eltekintve pl. Olaszország (Rota 1995), Spanyolország és Franciaország egyes területei (Gianni 1976, Healy 1980)] ugyancsak kevésbé ismert. Magyarország faunája 1970-ig (egy-két elszórt adattól eltekintve) teljesen ismeretlen volt. Éppen ezért **kutatási céljaim** között fontos helyen szerepelt, ill. szerepel a hazai fauna feltárása, eredményeimet eddig 29 publikációban közöltem (lsd. Dózsa-Farkas publikációs lista www.pedozaologia.net). 2000-óta ehhez a munkához jelentős segítséget kaptam elnyert OTKA pályázataim útján. Ezek segítségével elsősorban a hazai hegyeink faunáját kezdtem feltárni, oly módon, hogy lehetőleg minden jellegzetes élőhely típusból vegyek mintát, a fauna minél teljesebb felmérésére. A **végző cél** egy monográfia elkészítése és az adatok biogeográfiai kiértékelése. Első lépcsőként az Északi-Középhegység vizsgálatát kezdtem meg 2001-2004 között, az OTKA T 034864 sz. pályázat keretében. Második lépcsőként 2005-2008 között (ill. egy meghosszabbítási engedély alapján még 2009-ben is) a vizsgálatok a Dunántúli Középhegységben (Bakony, Gerecse, Vértes), a Mecsekben és a Villányi-hegységben folytatódtak, a második OTKA (T.496335) pályázatom keretében. Ezen kutatásaim eredményeiről kívánok most itt beszámolni.

Bevezetésül, még azt szeretném hangsúlyozni, hogy a fent említett két pályázat, valamint a jelenleg futó 3. pályázatom (Magyarország enchytraeida (Oligochaeta: Enchytraeidae) faunájának feltárása, taxonómiai és zoogeográfiai szintézise III. Jellegzetes síkvidéki erdők és az őket kísérő gyepek vizsgálata.- OTKA K 77999), célkitűzés és az eredmények kiértékelésében erősen összefügg egymással.

Anyag és Módszer**Mintavételi helyek.**

A vizsgált hegyek a következők voltak: **Dunántúli Középhegység**: a **Bakony** és a **Gerecse**. Mivel menetközben szükségesnek láttam az eredeti tervben nem szereplő **Vértes** vizsgálatát is, ezért ezt is beépítettem a vizsgálandók sorába. Továbbá kutattam a **Mecsek** és a **Villányi**

hegység faunáját is. Egyes részeik tájvédelmi körzetek vagy természetvédelmi területek, ezért az ezeken folyó mintavételezéshez természetesen beszereztem a megfelelő engedélyeket is.

A vizsgálatok először 2005-ben a **Bakony hegységben** kezdődtek. Ez az ország legnagyobb kiterjedésű (4000 km²) hegyvidéke, jellegzetes vetődésekkel, karsztjelenségekkel. Az Északi-Bakonyban dolomit és mészkő alapkőzeteket találunk mély szurdokvölgyekkel. A hegység 84 %-át eredeti erdők borítják (gyertyános-bükkösök, tölgyesek, magas kőrises, juharos elegyes erdők). Jellegzetes része a fenyőfői ősfenyves és a Szentgál környéki kiterjedt tiszafás területet is. A bükkösök az É-Középhegységgel való összehasonlítás miatt is fontosak voltak. A szurdokerdőkből (Gaja-patak völgyében, az Odvaskő mellett vagy a Nyögéri-árokban), a magaskőrises-hársas sziklaerdőkből, valamint a déli elemekkel tarkított sztyeppréteken (Som-hegy) és más réteken, tisztásokon is történt mintavétel. A vizsgálatokat kiterjesztettem még a Szápár melletti puhafa-ligeterdőre és a patakvölgyeket (Melegvíz-patak, Szömörke-patak, Gaja- és Gerence-patak) sem hagytam ki a vizsgálatokból. A vizsgálatok zöme 2005-ben és 2006-ban történt, de később is hoztam be talajmintákat, pl. 2007-ben az addig nem kutatott D-Bakonyból, ill. 2008-ban és 2009-ben is olyan területekről, ahol azok a fajok fordultak elő, amelyek taxonómiai problémákat vetettek fel.

A **Gerecse** kutatása területfelméréssel és néhány mintavétellel már 2005-ben elindult. A Gerecse egy vízben szegény, alacsony dolomit és mészkőhegység. Az alacsonyabb részeken gyertyános tölgyes, a magasabb helyeken szubmontán bükkösök vannak, elegyes lomberdőt alkotva, a lejtőkön karsztbokorerdők, sziklagyepek, és –az enyhébb esésű helyeken – lejtősztyepprétek, pusztagyeppek találhatóak. A jellegzetes biotópokból mintákat vettem a következő helyiségeket érintve: Tarján, Héreg, Tatabánya, Tardos tájvédelmi körzet, Bikol puszta, Bajna), vizes területek vizsgálatára a Tata-agostyáni patakpart nyújtott lehetőséget. A gyűjtések 2006-ban intenzívebbé váltak, de gyűjtöttem 2007, 2008, sőt 2009-ben is.

A **Vértes** mindössze 314 négyzetkilométer területű hegység - a Dunántúli-Középhegység tagjaként sokszínű tájegységet alkot. Átlagos tengerszint feletti magassága 3-400 m, alapkőzete elsősorban felső-triász kori dolomit. A hegység belsejében kevés a patak, a hegység déli részén terül el a Vértesi Tájvédelmi Körzet, amely 1976-óta Magyarország kiemelkedő természeti értéke. A hegység egyes területei nagy mikroklimatikus eltéréseket mutatnak, a déli kitettségű száraz, gyorsan felmelegedő, gyakran forró klímájú oldalakat cserszömörécés karsztbokorerdők borítják, ill. dolomit sziklagyepeket és sziklafüves lejtősztyeppréteket találhatunk. A domboldalak melegebb részeit molyhostölgyes elegyesek, a hűvösebb területeket gyertyános-tölgyesek, míg az északi oldalakat bükkösök, büккеlegyes erdők fedik. Itt is minden jellegzetes biotópból vettünk mintát (Vértestolna, Vértesboglár, Vértessomló, Várgesztes, Gánt, Oroszlány, Csákvár közelében), vizes területek vizsgálatára szolgált a Majki-patakmenti égeres és Várgesztesnél folyó patakpart. Intenzívebb gyűjtés 2007-ben indult meg, de a gerecsei kiszállásokkal egy időben a Vértesből is hoztam be talajmintákat 2008 és 2009-ben is.

Magyarország legdélebben fekvő hegységeiben, a **Mecsekben és a Villányi-hegységben** a mintavételek 2006-és 2007-ben történtek. A törésekkel feldarabolt, gyúrt szerkezetű tönkhegységben mészkő, dolomit és andezit képezi az alapkőzetet. Bükkös- és gyertyános-tölgyesei a déli verőfényes oldalakon mediterrán és balkáni flóra- és faunaelemekkel átszőttek. Karsztos alakzatok találhatóak pl. a Nyugat- és Közép-Mecsekben (Abaligeti-, Orfűi-, Meleg-mányi-karsztvidék). A K-Mecsekben a vulkanikus alapkőzetnél nagyszámú forrás tör a felszínre, hidegvízű patakokkal, vízesésekkel. A Jakab-hegy környékén vörös homokkővet találunk. A Kőszegi-forrás környékén sziklakibúvásos őserdő található. A Villányi hegységben triász és kréta-kori mészkő és dolomit kőzeteken alakult ki a mediterrán hatásokat tükröző növény és állatvilág. Legmagasabb tagja a Nagyharsányi- hegy, vagy Szársomlyó. Meredek déli oldalain, a sziklagyepekben mediterrán elemekben gazdag egyedi növényvilág található, jellemző növényei pl. a mecseki varjúháj, a magyar kikerics és

a dalmát csenkesz, A hegy északi oldali növény faunája teljesen más képet mutat. Ezüst hárs, gyertyános-tölgyes borítja a lejtőket, benne lónyelvű csodabogyót, jerikói loncot vagy olasz mügét találhatunk. A hegy állatvilága is mediterrán hatásokat mutat. Mivel ezen hegységek enchytraeida faunája is teljesen ismeretlen volt, ezért természetesen minden érdekesebb ökoszisztémát igyekeztem megvizsgálni, így többek között a Szársomlyó zárt és nyílt sziklagyepes területéről éppúgy vettem mintákat, mint a csodabogyós, hársas gyertyános tölgyesekből, valamint a Kistótfalu közelében elterülő idős tölgyesből. A Mecsekben pedig a fent említett jellegzetes helyek sokféle biotópjából gyűjtöttem mintákat.

A gyűjtéshez minden hegységben a kevésbé degradált területeket választottam, lehetőleg hasonló biotópokból véve anyagot, de igyekeztem az eltérő, jellegzetes habitátokat is vizsgálni. Mintavétel történt a patakok- és kis tavak szélén az iszapból, vízparti növényi gyökerekből, szerves törmelékből, mohákból, továbbá a vízpartok menti nedvesebb, de már nem vizes talajokból, patakok menti égeresből és fűzfák alól, különböző füves területekről, rétekről. Fontos vizsgált biotópok voltak a lombos erdők, így a bükkösök, gyertyános-bükkösök, vegyes-lomboserdők, különböző tölgyesek és néhány mintavétel történt ültetett fenyvesekből, valamint a jellegzetes szentgáli tiszafásból is. A vizsgált hegységek jellegénél fogva fontosnak tartottam a sziklagyepes vizsgálatát valamint a korhadtt fatörzsek tanulmányozását, mint egy különleges biotópét.

A helyek pontosítására GPS-t használtunk.

Néhány érdekes taxonómiai probléma megoldására mintát vettem az ország nyugati határán húzódó Velemi hegységből is. Ezt a területet korábban némileg már vizsgáltam (Dózsa-Farkas 1987), de a többivel való összevetéshez részletesebben újra kell majd tanulmányozni.

Összegezve, a Bakonyban 89 mintavétel történt 14 biotóp típusból, a Gerecsében 33 mintavétel 8 biotóp típusból, a Vértesben 40 mintavétel 10 biotóp típusból, a Villányi hegységben 26 mintavétel 8 biotóp típusból és a Mecsekben 61 mintavétel 10 biotóp típusból.

A mintavétel módja: A mintavételhez 2-3 kg talajt ástunk ki, a hozzá tartozó szerves detritusszal és növényzettel együtt, amit azután nylon zacskóban szállítottunk a laborba, ahol feldolgozásig 5-10 C^o-on tároltuk.. A férgek kinyerésére a szokásos vizes-tölcséres futtatást használtuk (O'Connor 1962)

A férgek identifikálása és tanulmányozása a szokásos "élve-határozás" módszerével történt, a meghatározott férgeket 70 %-os alkoholba tettem el, amit esetenként kiegészítettem a már fixált állatok festésével és euparalba ágyazott tartós-preparátum készíttéssel is. A taxonómiai munka eredményét nemcsak rajzzal, leírással rögzítettem, hanem a pályázat segítségével beszerzett Axioscop DIC mikroszkópra szerelhető **digitális fotókamerával készített felvételekkel** is dokumentáltam. Minden taxonómiai érdekes vagy problémás fajról készültek felvételek, de sajnos 2006-ban a számítógémem, amelyen a felvételek voltak elromlott és a lementésnél hiba történt, és azok a képek, amelyek csak a szoftver programjában voltak elmentve (több száz kép) megsemmisültek, csak az ikonjaik maradtak meg. Szerencsére az éppen leírás alatt lévők képei korábbi mentések révén megmaradtak, más részüket sikerült később pótolnom, így az új fajok leírásának fontos részét képezték, ill. képezik (Dózsa-Farkas 2005a,b,c, 2006, 2008, 2009).

Eredmények és értékelésük

I. Taxonómiai, faunisztikai eredmények

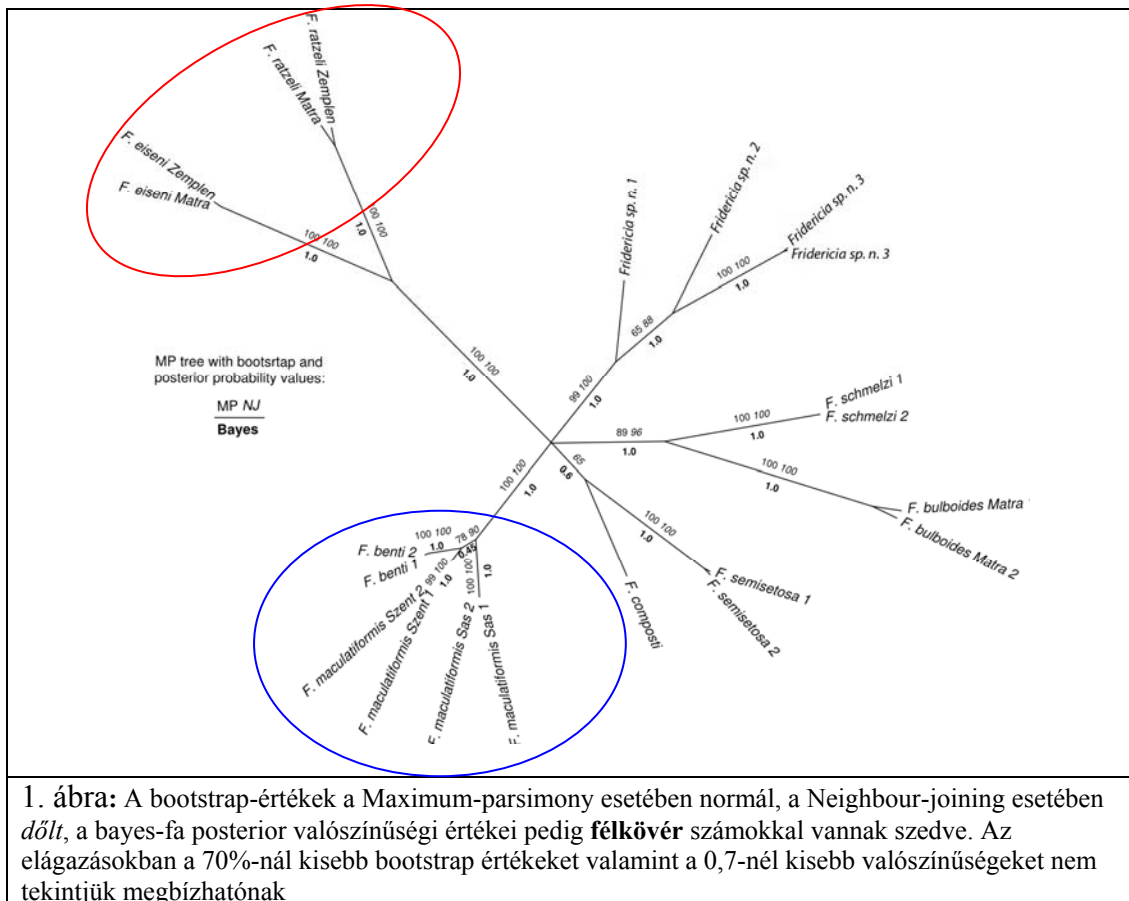
A vizsgált hegységekben **összesen 74 fajt (12 genusból) mutattam ki, 10 tudományra nézve új faj került elő és 6 faj új a magyar faunára. Mivel a vizsgált hegyek enchytraeidáit eddig még nem kutatták, természetesen az összes adat új a területre nézve.** Az Északi-Középhegységgel együtt most már 92 fajt ismerünk a hazai hegyeink faunájából.

I. Taxonómiai eredmények

1. Az új fajok közül eddig publikálásra került 4. Három (*Fridericia eiseni* Dózsa-Farkas, 2005, *F. schmelzi* Cech & Dózsa-Farkas, 2005, *Achaeta antefolliculata* Dózsa-Farkas & Boros 2005) már az Északi középhegységben, ill. a Sas hegyen is előfordult, de csak később kerültek leírásra (Dózsa-Farkas 2005, Cech & Dózsa-Farkas 2005, Dózsa-Farkas & Boros 2005). Az Északi Középhegységben találtam még két olyan új fajt (*Achaeta unibulba* Graefe, Dózsa-Farkas & Chrisensen 2005 és a *Fridericia crassiductata* Dózsa-Farkas & Cech 2006), amelyek a most vizsgált hegyek faunájából hiányoztak ugyan, de az előző pályázatom befejezése után kerültek publikálásra. Ezek mellett egy újabb fajt (*F. lacii* Dózsa-Farkas, 2009) fedeztem fel a Bakonyban, amelynek nemcsak leírását adtam, hanem annak a bonyolult és az identifikálás szempontjából nehéz csoportba sorolható 50 faj összehasonlító elemzését is, határozó táblázatok segítségével, amelyhez ez a faj is tartozik (Dózsa-Farkas 2009).

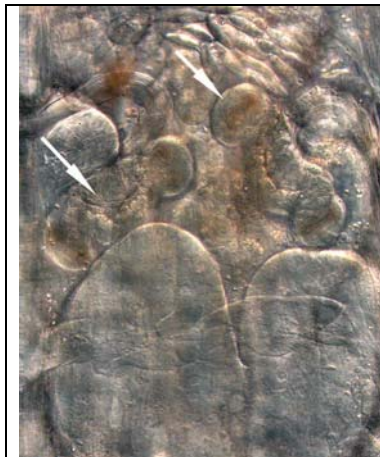
2. A közelrokon és problematikus fajok elkülönítésére elsőként vezettem be (PhD hallgatóimat vonva be a munkába), a morfológiai és molekuláris biológiai módszerek együttes alkalmazását: riboszomlis DNS restrikciós fragment vizsgálatokat (PCR–RFLP) megfelelő ITS (internal transcribed spacer) régió felhasználásával. Az eddigi eredmények azt bizonyították, hogy ez a módszer eredményre vezet. Jól bizonyította ezt a fent említett *F. eiseni* és a *F. schmelzi*, valamint egy, csak a Zemplénben talált faj, a *F. crassiductata* Cech & Dózsa-Farkas, 2006 és a hozzájuk hasonló fajok elkülönítésére használt hagyományos taxonómia és a fent említett molekuláris vizsgálatok együttes alkalmazása is (Cech & Dózsa-Farkas 2006).

A molekuláris módszerekkel kapott információinkból aztán maximális parszimónia (MP), legnagyobb valószínűség (maximum likelihood, ML) és Bayes statisztikán és MCMC-n (Markov Chain Monte Carlo) alapuló módszerekkel vagy ezek együttes alkalmazásával filogenetikai eredményekhez juthattunk. Több *Fridericia* faj esetében ily módon is be tudtuk bizonyítani, hogy két rokon faj (*F. eiseni* és a *F. ratzeli*), bár az egyes lelőhelyeken némi morfológiai varianciát mutattak, jól elkülönülő két fajt képeznek (1. ábra piros kör). Egy másik faj (*F. maculátiformis*) esetében pedig a Sas-hegyen talált populáció eltért a szokásostól (eggyel több nephridium fordul elő preclitellarisan). Az 1. ábrán a kék vonallal jelölt terület mutatja, hogy a két variáció között nagyobb a különbség, mint egy valid másik faj között, így alfajként tekinthető a sas hegyi típus. (Boros, Cech & Dózsa-Farkas 2010 (in press).

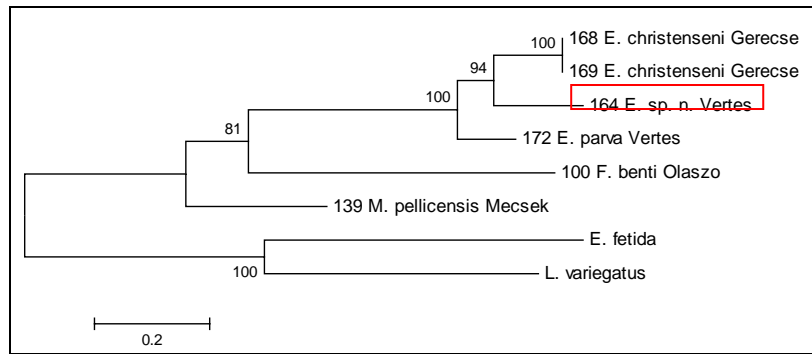


3. A még közlésre nem került 5 új taxon közül 3, a ***Fridericia autita* Issel, 1904** bonyolult fajkomplexhez tartozik. Közép- és É-Európa hegyeiből többször leírtak férgeket ezen a néven, de nyilvánvalóan több fajról vagy alfajról van szó. A Bakonyból és a Villányi hegységből előkerült példányok is eltérnek egymástól és az eredeti leírástól. E probléma tisztázására a molekuláris vizsgálatok megindultak, ezek eddigi eredményeit be is mutattuk 2007-ben a Cipruson tartott 3th International Oligochaeta Taxonomy Meeting-en egy posterprezentációban (Boros, Cech & Dózsa-Farkas 2007). A teljes megoldáshoz azonban még külföldi mintákat is szeretnénk bevonni, ezek beszerzése még folyamatban van.

4. Egy további érdekes új ***Fridericia*** fajt (F V16 jelzéssel) csak nemrég 2009 őszén találtam meg, egy nedvesebb rét talajában, a Vértesben. Leírása folyamatban van, a fotók már elkészültek (pl. az 2. ábrán a jellegzetes spermatheca-k láthatók).



2. ábra. mikroszkópi fotófelvétel: az új *Fridericia* sp. spermataeca-i (nyíllal jelölve).



3. ábra. Az új *Enchytrionia* faj rokonsági kapcsolata a filogenetikai törzsfán az ITS régió nukleotid-szekvenciái alapján (Minimum Evolution, Kimura-2 parameter, bootstrap replicates: 1000)

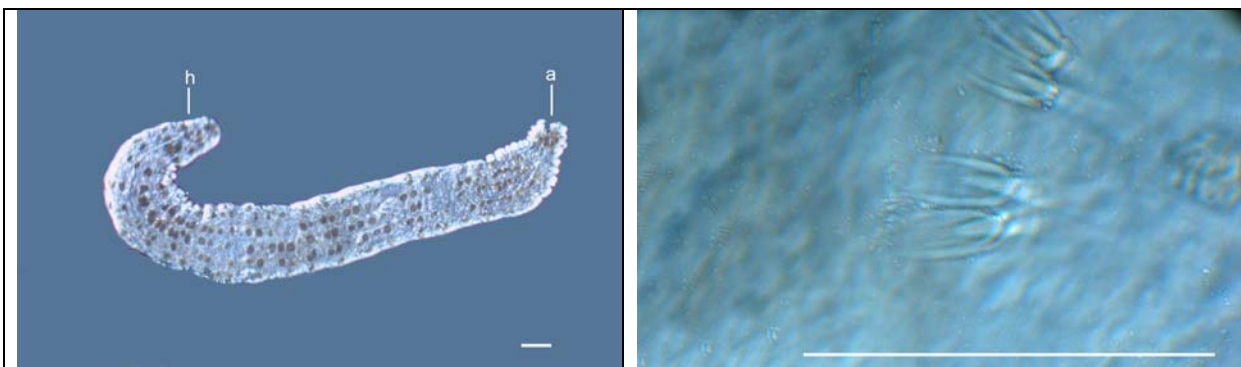
5. Ugyancsak a Vértesből került elő egy új **Enchytrionia** faj. A fenológiai különbségek mellett, az első molekuláris vizsgálatok szerint is elkülönül a most vizsgált hegységekben előforduló másik 2 fajtól (2. ábra). 2009 novemberében kapott olaszországi talajmintákban érdekes módon megtaláltam ugyanezt a fajt. A két különböző helyről származó példányok morfológiailag teljesen megegyeznek, de szükségesnek láttam a másik módszerrel való vizsgálatot is. Sajnos a nemrég kapott eredmények úgy tűnik technikai hibából fakadóan nem használhatók, ezért meg kell ismételni őket. A publikálás tehát ezért tolódik.

6. A kutatások során további, rendkívül érdekes „melléktermékként” 2009-ben megtaláltam két szárazföldi **Polychaeta férget** is, a magyar faunára újkén. Először a Bakonyból hozott mintákból került elő a *Hrabeiella periglandulata* Pižl & Chalupský, 1984, egy 1,5 mm hosszú, először Cseh országból leírt kis féreg (Pižl & Chalupský 1984). Az utóbbi időben több Európai országban megtalálták, és mivel felépítése nagyon különleges napjainkban az érdeklődés középpontjába került. Intenzív ultrastrukturális és molekuláris biológiai módszerekkel próbálták filogenetikai helyzetét is tisztázni, a teljes siker azonban még várat magára (Purschke 1999, 2002, Purshke & Jördens 2007, Rota & Lupetti 1997, Rota et al. 2001, Jördens et al. 2004, Stuck & Purschke 2005). Mivel ezt az állatot korábbi kutatásaim során az Alpok-alján már 1986-ban megtaláltam, csak nem közöltem róla adatokat, most összehasonlításra újra hoztunk be talajmintát Velem környékéről, a Szent-Vidre vezető út menti bükkösből is. Ennek feldolgozása során aztán nemcsak ez a faj került elő, hanem az európai erdőkből ismert másik szárazföldi polychaeta faj, az ugyancsak kisméretű (1 mm) *Parergodrilus heideri* Reisinger, 1925 is. A Németországi *H. periglandulata* különleges sertéiről először Jans és Römbke (1989) közölt scanning electromikroszkópos képet. Rota megtalálta ezt az állatot Olaszországban is, de annak ellenére, hogy a fénymikroszkópban a két állat nem mutatott különbséget, az általa közölt SEM-képeken a serték teljesen eltérő szerkezetet mutattak (Rota & Lupetti 1996). Később, Purschke (1999), mivel más németországi példányoknál a sertéknél az olaszországi képekkel megegyező felépítést tapasztalt, azt feltételezte, hogy Jans és Römbkenél látható eltérés oka fixálási hibából adódhatott. Ez felkeltette a figyelmemet és sikerült az én magyarországi példányaimról SEM felvételeket készíttetnem (6. ábra). Ezek lényegében megegyeznek az elsőként Jans és Römbke által közölt képekkel. Ezért az a meggyőződésem, hogy két fajról van szó. Időközben megtaláltam ezt a férget az erdélyi Gutin hegységben, valamint mindkét *Polychaeta*-t Kóreai mintákban is (Dózsa-Farkas & Hong 2010), elhatároztam, hogy megoldom ezt a kérdést. Felvettem a kapcsolatokat néhány külföldi kollégával, akiktől

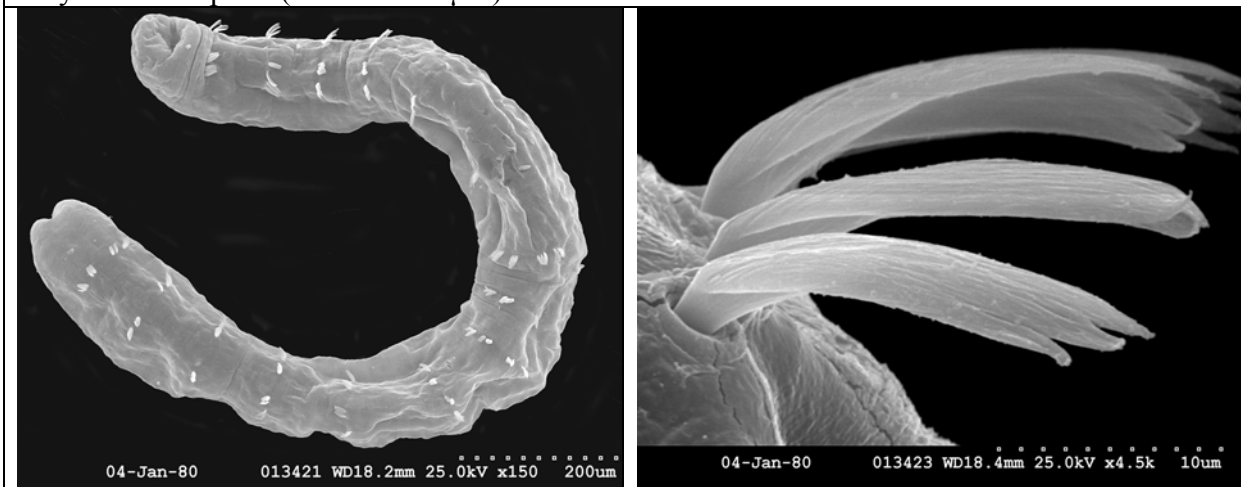
kaptam példányokat Csehországból és Németországból is. Tavasszal, ha újra gyűjteni lehet, remélhetőleg a típuslelőhelyről is kapok mintákat valamint Lengyelországból is. Sajnos a SEM-vizsgálatok most kezdetek el, mert közben a Természettudományi Múzeumban a Sanning Elektromikroszkóp elromlott és nemrég sikerült megjavíttatni. Elkezdődtek a különböző helyekről származó példányok molekuláris biológiai (ITS régió nukleáris szekvenciáinak elemzésén alapuló) vizsgálata is. Az alábbi képekkel (4., 5. és 6. ábra) szemléltetem a fent leírtakat.



4. ábra. Mikroszkópi fotófelvétel: *Parergodrilus heideri* egészben és a feji rész, nagyobb nagyításban (dg=háti mirigy, mo=szájnyílás, ph=pharynx, n=nephridium, mérték=50 µm)

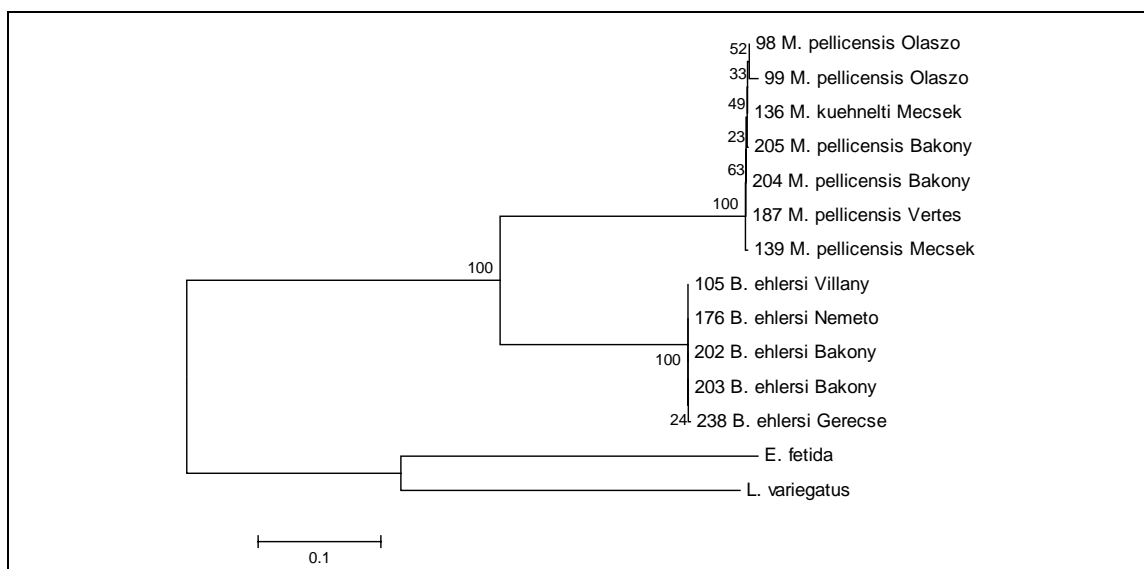


5. ábra. Mikroszkópi fotófelvételek: *Hrabeiella periglandulata* egészben, és a serték fénymikroszkópban (a mérték 50 µm)



6. ábra. SEM fotófelvételek: *Hrabeiella periglandulata* egészben, a hasi oldal és a serték

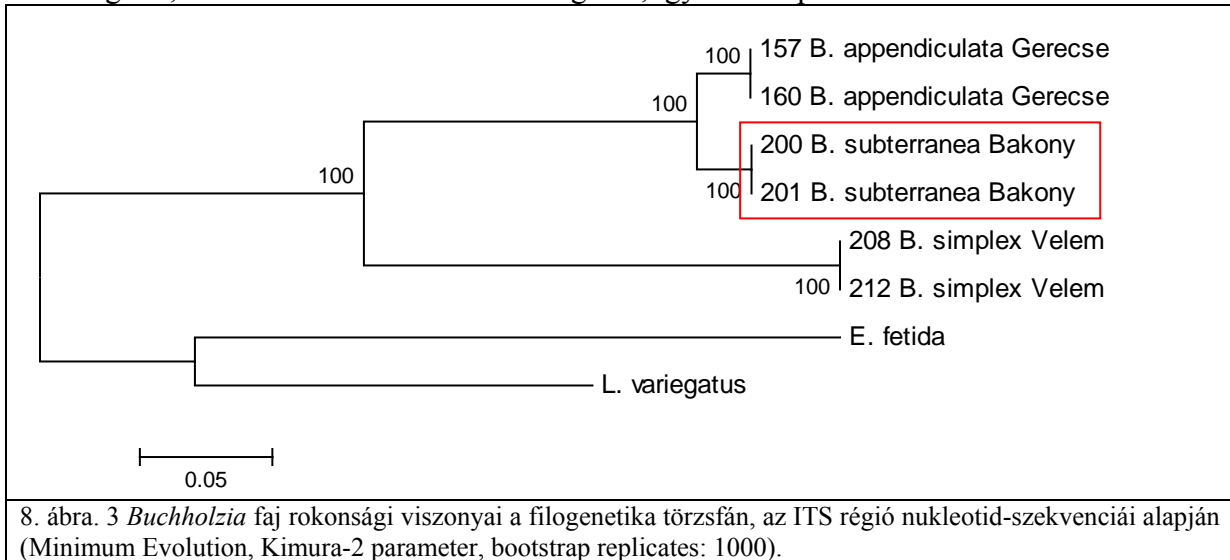
7. Egy különös élőhelyre, az erdőkben lévő korhadó fatörzsekre különös figyelmet fordítottam, mert két enchytraeida faj: a *Bryodrilus ehlersi* Ude, 1892 és a *Mesenchytraeus pellicensis* Nielsen & Christensen, 1959, köztudottan kedveli ezt az élőhelyet. A korábbi sphagnum-láp vizsgálataim során (Dózsa-Farkas 1990, 1991) leírtam egy új alfajt és egy fajt, a *Bryodrilus ehlersi glandulosa* Dózsa-Farkas, 1990-t és a *Mesenchytraeus kuhneli* Dózsa-Farkas, 1991-t, mivel a fajleírásoktól egy-egy lényeges bélyegben eltértek. Nevezetesen az első esetben a spermatheca vezetékének külső nyílásánál mirigyeket lehetett megfigyelni, a leírt fajnál ezek hiányoztak, a másik fajnál pedig a hímvarkészülék atriumaiba mirigyek torkollanak, a *M. pellicensis*-nél ezt a szervet mirigymentesnek, csak egy kiszélesedő tágulatként tüntették fel. Az eltérések okát mindkét esetben a környezettől elzárt kis reliktum-élőhelynél lehetséges fajképződésnek véltem. Az OTKA pályázatok nyújtotta széleskörű gyűjtések során azonban azt tapasztaltam, hogy a különböző földrajzi helyekről gyűjtött példányok mind mutatták azokat a bélyegeket, amelyek alapján az általam leírt új alfajt, ill. fajt elkülönítettem. Ezért megpróbáltam más országokból (Dánia, Olaszország, Németország, Erdély) is mintákat szerezni, ahol a *B. ehlersi* és a *M. pellicensis* az ottani fauna tagjaként volt számon tartva, az állatokat élve tanulmányozni. A vizsgálat sok időt vett igénybe, mert a kapott mintákban lévő férgek sokszor nem voltak megfelelő ivarzási állapotban (mindkét fajnál fennáll az a jelenség, hogy a kokonok lerakása után részben vagy egészen visszafejlesztik ivarszerveiket), tehát meg kellett próbálnom tenyésztetbe venni őket. Ezen kívül, különösen a *Mesenchytraeus* fajoknál a vastag és mirigyos clitellum nagyon megnehezíti az atrium tanulmányozását. A munka során azonban meggyőződésemmé vált, hogy mindkét esetben azonos fajról van szó, tehát **taxonómiai revíziót** kell elvégeznem. Mint említettem a taxonómiai problémák megoldására az ITS vizsgálatok sikeres segítséget nyújtottak, ezért ezt is el kellett végeznünk a biztonság kedvéért. Az erre vonatkozó eredmények 2009 telére készültek el, és alátámasztják a feltételezéseimet (7. ábra). Így a fajrevíziók hamarosan közlésre kerülnek.



7. ábra. Filogenetika törzsfája az ITS régió nukleotid-szekvenciái alapján (Minimum Evolution, Kimura-2 parameter, bootstrap replicates: 1000) annak illusztrálására, hogy a *Mesenchytraeus pellicensis* és a *Bryodrilus ehlersi* különböző helyekről származó egyedek azonos képet adnak

8. Végül még egy taxonómiai probléma vetődött fel, amelynek megoldása is körvonalazódik. Előkerült egy olyan *Buchholzia* faj, amely a serték elrendezésében különbözött egy másik, hozzá hasonló faj, a *Buchholzia simplex* Nielsen & Christensen 1963-tól. Mivel egy Spanyolországban élő kolléga (Dr. Rüdiger Schmelz) is jelezte nekem, hogy ő

is megtalálta ezt, és mindketten új fajnak véltük, elhatároztuk, hogy a szokásos molekuláris vizsgálatokat is igénybe véve közösen fogjuk leírni. A további morfológiai vizsgálatok során ő úgy gondolta, hogy ez mégsem új faj, csak egy változat, én viszont felfedeztem, hogy valóban nem új faj, hanem azonos a *Buchholzia subterranea* (Cernosvitov, 1937), eddig kétes fajnak tartott taxonnal, amely eddig csak a típuslelőhelyről volt ismert (egy bulgáriai barlangból). Az ugyancsak nemrég elkészült DNS eredmények is azt támasztják alá, hogy ez egy önálló faj és csak morfológiailag áll közel a *Buchholzia simplex*-hez (8. ábra). Mivel ez egy kis fajlétszámú genus, Európából mindössze 4 faja ismert, ezért cikkünkben ezek rokonsági viszonyait is figyelembe kívánjuk venni. Sajnos egy faj, a *B. fallax* értékeit meg kell ismételnünk, hogy biztos képet kaphassunk a molekuláris törzsfán. ehhez új anyagra van szükségünk, ez csak tavasszal válik lehetségessé, így a téma publikálása is tolódik.



9. A taxonómiai munkában fontos morfológiai bélyegek jelentőségéről, a spermatheca fontosságáról egy előadást is tartottam 2007. áprilisban a Cipruson tartott „Third International Oligochaete Taxonomy Meeting”-en, amely azután publikálásra is került (Dózsa-Farkas 2008).

A munkám során tapasztaltam, hogy az Oligochaetáknál a taxonómiában eddig kevésbé figyelembe vett szervek, a **metanephridiumok** igen nagy változatosságot mutatnak nemcsak a földigilisztáknál, hanem az enchytraeidáknál is. Ezért ezek használhatóságát és jelentőségét egy poszter prezentációban mutattam be 2009-ben, a „IVth International Oligochaete Taxonomy Meeting”-en (Diyarbakir, Törökország). Az erről szóló cikk „Usefulness of the nephridia in the taxonomy of the family of Enchytraeidae (Annelida: Oligochaeta)” címmel 2009. decemberében elfogadásra került, és az “Advances in Earthworm Taxonomy IV (Annelida: Oligochaeta)” kötetben fog megjelenni 2010-ben.

10. Elkészült a vizsgált területeken gyűjtött fajok **adatbázisa**: amely jelenleg 2582 adatot tartalmaz a különböző fajok előfordulásáról. Az **alkoholban tárolt gyűjtemény 816 fiolából áll, bennük 2009 példánnyal**. Emellett a Dunántúli Középhegységből, a Gerecséből, a Vértesből, a Mecsekből, a Villányi hegységből és az Alpok aljából gyűjtött anyagból, festett, tárgylemezen elhelyezett, euparálba ágyazott **63 tartós preparátumot** is készítettem, összesen: 14 enchytraeida faj 84 egyedéből valamint a 2 Polychaeta 2-2 egyedéből.

II. Faunisztikai biogeografiai eredmények

Mint említettem a vizsgált hegyekből **összesen 74 fajt (12 genusból) mutattam ki**, Az alábbi táblázatban tüntettem fel az egyes hegyek faunalistáját:

	Gerecse	Mecsek	Villány	Bakony	Vértés
<i>Achaeta antefolliculata</i> Dózsa-Farkas & Boros, 2005	0	0	1	0	0
<i>Achaeta affinis</i> Nielsen & Christensen, 1959	0	0	0	1	0
<i>Achaeta</i> sp. "affinoides"	1	1	0	1	1
<i>Achaeta eiseni</i> Vejdovsky, 1878	1	1	1	1	1
<i>Achaeta pannonica</i> , Gaefe 1989	0	1	0	1	1
<i>Bryodrilus ehlersi</i> Ude, 1892	1	1	1	1	0
<i>Buchholzia appendiculata</i> (Buchholz, 1862)	1	1	1	1	1
<i>Buchholzia fallax</i> Michelsen, 1987	1	1	0	1	0
<i>Buchholzia subterranea</i> Cernosvitov, 1937	0	0	0	1	0
<i>Cernosvitoviella minor</i> Dózsa-Farkas, 1990	0	1	0	1	0
<i>Cognettia glandulosa</i> (Michelsen, 1888)	0	1	0	0	0
<i>Cognettia sphagnetorum</i> (Vejdovsky, 1877)	0	1	0	1	0
<i>Enchytraeus atheatus</i> Wang, Xie, Liang, 1999	1	0	0	0	0
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879 komplex	1	1	1	1	1
<i>Enchytraeus bulbosus</i> , Nielsen Christensen, 1963.	1	1	1	1	1
<i>Enchytraeus christenseni</i> Dózsa-Farkas, 1992	1	1	1	1	1
<i>Enchytraeus coronatus</i> Nielsen & Christensen, 1959	0	1	1	0	0
<i>Enchytraeus crypticus</i> Eisen, 1904	0	0	0	0	1
<i>Enchytraeus lacteus</i> Nielsen & Christensen, 1961	1	0	0	1	1
<i>Enchytraeus luxoriosus</i> Schmelz, 1999	1	1	1	1	1
<i>Enchytraeus variatus</i> Bougenec & Giani, 1987	1	0	0	1	1
<i>Enchytraeus varithecatus</i> Bougenec & Giani, 1987	1	0	0	1	1
<i>Enchytronia christenseni</i> Dózsa-Farkas, 1970	1	1	1	1	1
<i>Enchytronia parva</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1	0	1	1
<i>Enchytronia</i> sp. "holochaeta"	0	0	0	0	1
<i>Fridericia</i> cf. <i>aurita</i> A Issel, 1905	0	1	1	1	0
<i>Fridericia</i> cf. <i>aurita</i> B Issel, 1905	0	1	1	0	0
<i>Fridericia</i> cf. <i>aurita</i> C Issel, 1905	0	1	0	0	0
<i>Fridericia benti</i> Schmelz, 2002	1	1	0	1	0
<i>Fridericia bisetosa</i> (Levinsen, 1884)	1	1	1	1	1
<i>Fridericia brunensis</i> Schaghammersky, 2007	0	0	0	1	0
<i>Fridericia bulboides</i> Nielsen & Christensen, 1959	1	1	0	1	1
<i>Fridericia christeri</i> Rota & Healy, 1999	1	1	0	0	1
<i>Fridericia conculcata</i> Dózsa-Farkas, 1986	0	0	0	1	1
<i>Fridericia connata</i> Bretscher, 1902	1	1	0	1	1
<i>Fridericia cylindrica</i> Springett, 1971	0	0	0	1	0
<i>Fridericia eiseni</i> Dózsa-Farkas, 2005	1	1	0	1	1
<i>Fridericia galba</i> (Hoffmeister, 1843) 2-5 div	1	0	0	1	0
<i>Fridericia galba</i> (Hoffmeister, 1843) 6-8 div	1	1	0	1	1
<i>Fridericia hegemon</i> (Vejdovský, 1878)	1	1	0	0	1
<i>Fridericia isseli</i> Rota, 1994	0	1	0	1	0
<i>Fridericia lacii</i> Dózsa-Farkas, 2009	1	1	0	0	0
<i>Fridericia lenta</i> Schmelz, 2003	1	1	0	1	0
<i>Fridericia maculata</i> Issel, 1905	0	1	0	0	0
<i>Fridericia maculatiformis</i> Dózsa-Farkas, 1972	1	1	1	1	1
<i>Fridericia minor</i> (Friend, 1913)	0	0	0	1	0
<i>Fridericia nemoralis</i> Nurminen, 1970	1	1	0	0	0
<i>Fridericia nix</i> Rota, 1995	0	0	0	1	0

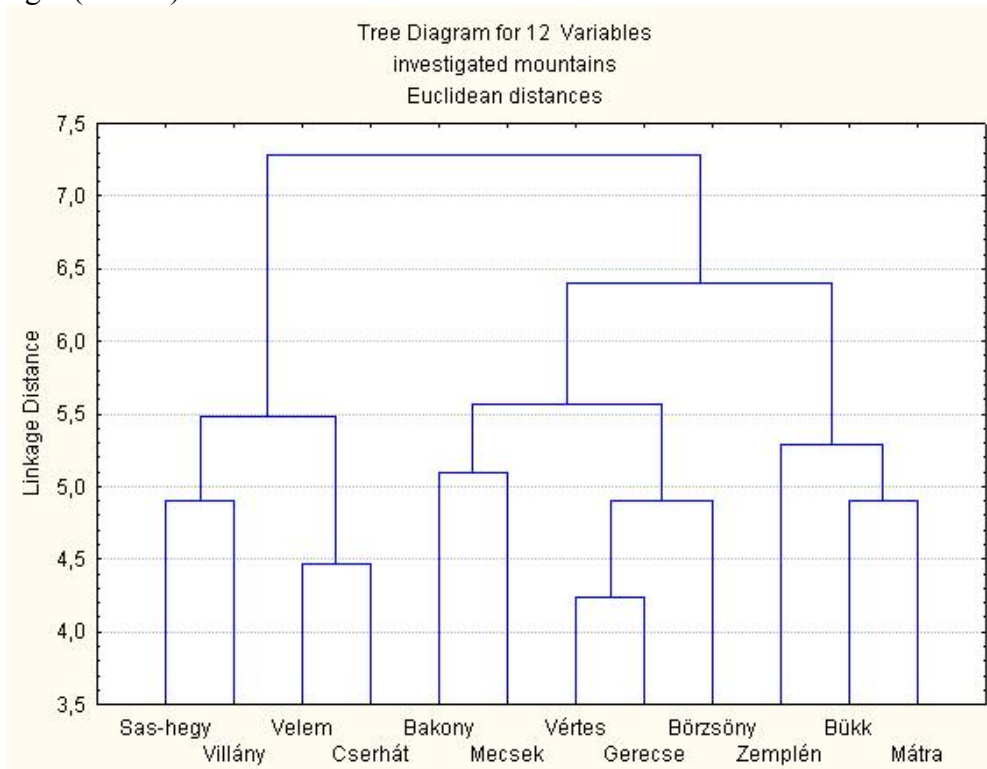
Fridericia paranemorialis Dózsa-Farkas, 1982	1	0	0	0	0
Fridericia paroniana Issel, 1904	1	1	1	1	1
Fridericia perrieri (Vejdovsky, 1878)	0	1	0	1	0
Fridericia ratzeli (Eisen, 1872)	1	1	1	1	1
Fridericia reducata Dózsa-Farkas, 1974	0	0	0	1	0
Fridericia regularis Nielsen & Christensen, 1959	1	0	0	1	0
Fridericia rensinata Dózsa-Farkas, 1972	1	1	1	1	1
Fridericia schmelzi Cech & Dózsa-Farkas, 2005	0	0	0	1	0
Fridericia semisetosa Dózsa-Farkas, 1970	1	1	0	1	0
Fridericia sylvatica Healy, 1979	1	1	1	1	1
Fridericia tubulosa Dózsa-Farkas, 1972	1	1	1	1	1
Fridericia waldenstroemi Rota & Healy, 1999	0	1	0	1	1
Fridericia sp. V16	0	0	0	0	1
Henlea heletropha Nielsen & Christensen, 1959	0	0	0	1	0
Henlea nasuta (Eisen, 1878)	1	1	0	1	1
Henlea perpusilla Friend, 1911	1	1	1	1	1
Henlea similis Nielsen & Christensen, 1959	0	0	0	1	0
Henlea ventriculosa (Udekem, 1854)	1	1	1	1	1
Marionina argentea (Michelsen, 1889)	1	1	1	1	1
Marionina brendae Rota, 1995	1	1	0	1	1
Marionina communis Nielsen & Christensen, 1959	1	1	0	1	1
Marionina riparia Bretscher, 1899,	1	1	1	1	1
Marionina rubens Rota, 1995	0	1	0	0	0
Marionina sexdiverticulata Dózsa-Farkas, 2002	0	0	0	1	0
Mesenchytraeus armatus (Levinsen, 1884)	0	1	0	1	0
Mesenchytraeus pellicensis Nielsen & Christensen, 1959	1	1	1	1	1
Stercutus niveus Michelsen, 1888	1	1	1	0	1
összfajszám: 74	45	52	25	58	40
Polychaeta:					
Hrabeiella periglandulata Pižl & Chalupský, 1984	0	0	0	1	0
faunára új faj: 6	2	1	0	3	1
leírt új fajok száma: 4	2	2	1	3	1
leírandó új fajok száma: 6	0	3	2	1	2
egy helyen fordult csak elő (20 faj)	2	4	1	11	4

1. Mint látható a **legfajgazdagabb** a **Bakony** volt 58 enchytraeida fajjal (11 genusból) és csak itt fordult elő a *Hrabeiella periglandulata* szárazföldi Polychaeta is. Ily módon felülmúlta a Bükk hegység fajgazdagságát, amely a talált 55 fajjal eddig az első helyen állt. Ez bizonyára köszönhető a hegység változatos habitat felépítésének és a kevésbé degradált ökoszisztémáinak. A második helyen a **Mecsek** áll, 52 fajjal, ahol a jelen vizsgálatban előfordult 12 genus mindegyike képviselve volt. A **Villányi hegység** fajszegénysége (25 faj) jól magyarázható a hegység élőhelyek szempontjából egységesebb és szárazabb voltával. Az enchytraeidák a nedvesebb talajokat kedvelik, kevés a szárazságtűrő faj, ez magyarázhatja, a **Gerecse** és a **Vértes** esetében a kisebb fajlétszámot és azt is, hogy mindhárom utóbb említett hegy faunájából hiányoztak a kifejezetten nedvességkedvelő és többnyire a savanyúbb talajokat előnyben részesítő genusok (*Cernosvitoviella* és *Cognettia*) és fajok (pl. a *Henlea similis*, *H. heletropha*, *F. minor*). Részben ez az oka annak is, hogy a Bakonyban találtuk a legtöbb olyan fajt (11 faj), amelyek a most vizsgált hegyek között csak ott fordultak elő.

2. A magyar faunára nézve 6 új fajt sikerült kimutatni. Az: *Achaeta affinis*-t és a *Buchholzia subterranea*-t a Bakonyból, az *Enchytraeus athecatus*-t a Gerecséből, az *E. crypticus*-t a Vértesből, a *Marionina rubens*-t a Mecsekéből és a *Fridericia regularis*-t a Gerecséből és a Bakonyból is. A fajok jelentős része (40 %) széles elterjedt Európában és Magyarországon is. Az Északi Középhegységeinkkel összehasonlítva megállapítható, hogy 16 faj nem fordult itt elő, a tipikus észak-európai fajok hiányoznak (*Achaeta unibulba*, *Cernovitiella ampullax*, *C. atrata*, *Enchytraeus norvegicus*, *Marionina simillima*, *Oconorella cambrensis*), ugyanakkor 6 új fajt és 3 faunára új fajt találtunk, és két jellegzetesen mediterrán faj, a *Marionina brendae* és a *M. rubens* is jelzi a hegyek melegebb éghajlati viszonyait.

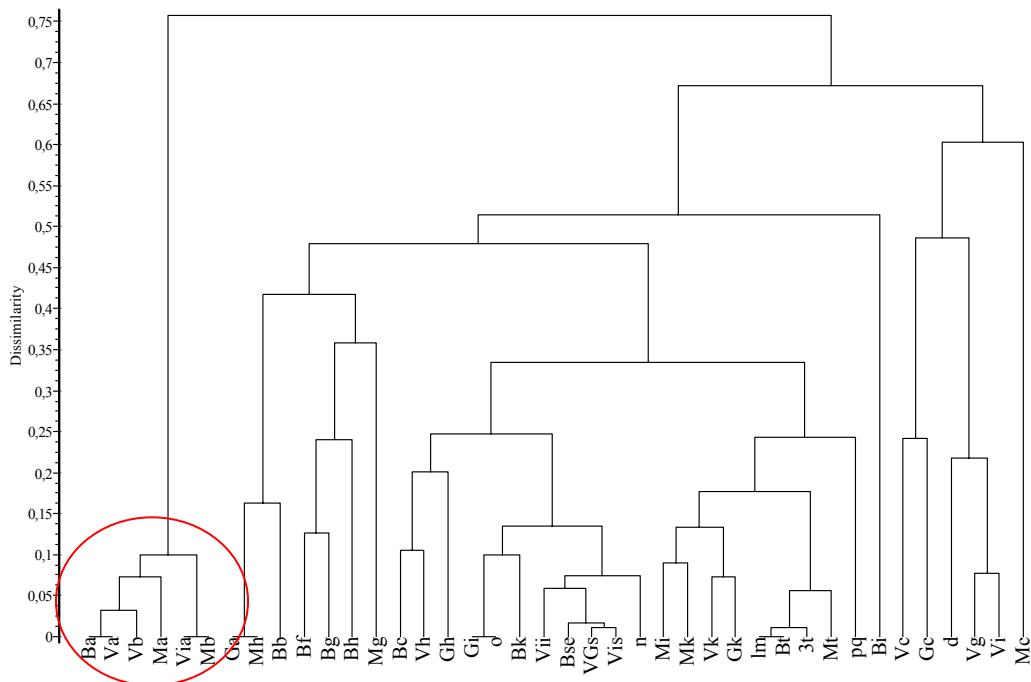
3. A különböző hegyek faunájának és különösen az egyes fajok habitátokhoz való kötődésének pontos felmérését (annak ellenére, hogy most már meglehetősen sok adattal rendelkezem), úgy gondolom, hogy csak a most folyó OTKA pályázatomban [Magyarország enchytraeida (Oligochaeta: Enchytraeidae) faunájának feltárása, taxonómiai és zoogeográfiai szintézise III. Jellegzetes síkvidéki erdők és az őket kísérő gyepek vizsgálata] befejeztével lenne érdemes elvégezni. Ennek ellenére az Északi Középhegység kutatásához hasonlóan (Dózsa-Farkas 2007), itt is végeztem egy összehasonlító statisztikai elemzést a Syn-Tax 2000 (Podani 2001) és a STATISTICA 8,0 program segítségével. Megvizsgáltam egyrészt, hogy a talált fajok alapján a most vizsgált valamint a korábban kutatott hegyek faunája milyen mértékben hasonlít egymáshoz, másrészt megpróbáltam a biotópokat összehasonlítani az egyes hegyeken belül.

Megállapítható, hogy a Dunántúli hegység az enchytraeida-faunát tekintve jól láthatóan elkülönül az Északi középhegységtől és a Bakony faunájához legközelebb állónak a Mecsek faunája mutatkozik. A fentebb már vázolt okok miatt érthető a Gerecse és a Vértes együttállása is. A domináns jellegzetes száraz sziklagyepek okozzák a Villány és a Sas-hegy hasonlóságát (9. ábra).



9. ábra Az eddig vizsgált magyarországi hegyek összehasonlítása az enchytraeida-fauna presentia-absentia alapján (STATISTICA 8.0 Stat.Soft.Inc).

A jelenleg vizsgált hegyek és a habitátók együttes elemzésére összevontuk hegyenként az azonos élőhely típusok adatait, nagybetűkkel a hegyek nevének kezdőbetűjével, kis betűvel a habitat típusokat jelölve, összesen negyven variációt alakítottunk ki (10. ábra).

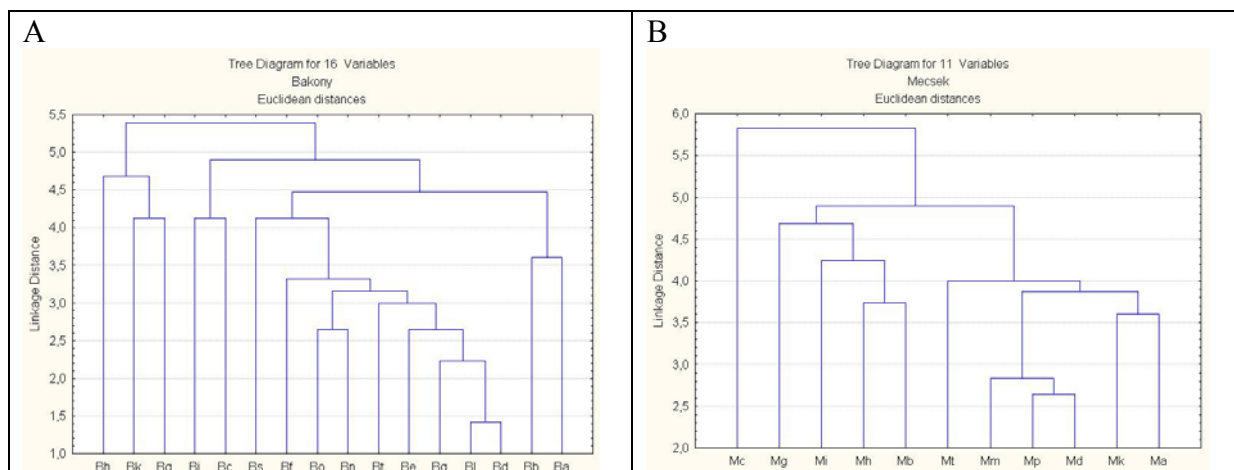


10. ábra. A különböző hegyekben a habitátók hierarchikus osztályozása a fajkészlet alapján, csoportátlag módszer (UPGMA) Jule-index alkalmazásával (bináris adatok) (SYN-TAX 2000).

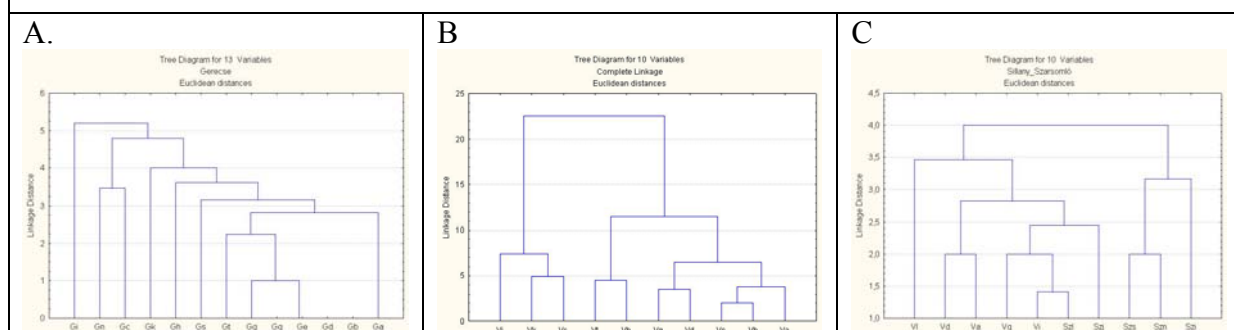
A típusok jelölése a következő volt: a=vízpartok iszapja, vizes parti törmelék; b=patakok, kis tavak vízpartjához közel, 1-2 m-re vett minták; c=rétek; d=égerlapok; f=tiszafás; g=bükkösök; h=bükk-elegyes erdők; i=gyertyános-elegyes erdők; k=gyertyános-tölgyesek; l=molyhos- és kocsányos-tölgyesek; m=szelídgesztenyés; n=kőrises sziklaerdők; o=puhafa-ligeterdő; p=lucos; q=erdei fenyves; s= mész- és dolomit sziklagyepek; t=korhadt fatörzsek.

A habitátók hasonlóságát vagy elkülönülését is megvizsgálva az összevonásból adódó 40 variáció figyelembevételével azonban megállapítható, hogy sem az egyes hegységek, sem az egyes habitátók – kivéve a vizes talajmintákat) – nem különülnek el élesen egymástól (10. ábra piros körvonal). Ennek bizonyára az az oka, hogy az előforduló fajok többsége szélesen elterjedt a hazai faunában. A feltételezhető különbségek kimutatását nagyban fogják segíteni a folyamatban lévő, fentebb már említett vizsgálataim, valamint a régebbi kutatásaim (pl. Balaton parti, Fertő-Hanság, Tisza-part, stb.) eredményeinek az analízisbe való bevonása is. A végleges értékelésnél feltételezhetően segítséget nyújthat majd a talajtípusok figyelembevétele is. Ehhez, az időközben a META- adatbázissal (Dr. Horváth Ferenc tudományos munkatárs segítségével) kialakított kapcsolat révén további adatokhoz juthatok.

Az egyes hegyek különböző élőhelyeinek összehasonlítása pedig a következő képeken (11, 12. ábra) látható elkülönüléseket mutatta:



11. ábra az enchytraeida fauna összehasonlítása: A= a Bakony és B= a Mecsek különböző habitátjaiban hierarchikus osztályozással (STATISTICA 8.0 Stat.Soft.Inc)



12. ábra az enchytraeida fauna összehasonlítása: A= a Gerecse, B= a Vértes és C= a Villányi hegység különböző habitátjaiban hierarchikus osztályozással (STATISTICA 8.0 Stat.Soft.Inc.)

A tapasztalat alapján kialakított szubjektív képet leginkább a **Bakony** esetében kapott ábrázolás tükrözi (11A. ábra). A vízparti területek (a és b) élesen elkülönülnek a többitől, a bükkösök (g), bükk-elegyes erdők (h) és a gyertyános-tölgyesek (k) is egységes csoportot alkotnak. A rétek (c) pedig a gyertyános vegyes lombos erdőkkel (i) mutattak közelebbi kapcsolatot. A vártól eltérően a régi tiszafás (Szentgál) (f) faunája belesimult a többibe, valószínűleg a meredek lejtő meglehetősen száraz talajviszonyai miatt a sziklagyepekkel (s) mutat rokonságot.

A **Mecseknél** (11B. ábra) érdekes módon leginkább a rét faunája (c) különült el a többitől. A **Gerecsében** (12A. ábra) szintén a vizes minta (a, b, d), a **Vértesnél** (12B. ábra) a gyertyános vegyes lombos erdő (i), a gyertyános-tölgyes (k) és a rét (c) fajösszetétele, a Villányi hegységnél (12C. ábra) pedig az elegyes gyertyános lombos erdő (i) különül jobban el a többitől.

Kitekintés

A kutatások eredményeképpen a tudományra nézve és a magyar faunára nézve is újabb fajok kerültek elő, bővítve a hazai enchytraeida-faunaképet. Az adatok segítenek, hogy minél szélesebb körűen megismerjük az egyes fajok elterjedésének határait, és mindazokat a biotópokat amelyeket előnyben részesítenek. Az eddigi eredmények jelentős részét alkotják a felmerülő taxonómiai problémák, amelyek csak most jutottak végső fázisukba, ill. egyes témáknál sajnos technikai okok miatt még néhány ismétlő vagy kiegészítő vizsgálatot kell elvégeznünk A közeljövőben (néhány hónap) meg fog történni ezek publikálása is. A terveim

szerint pontos biogeográfiai értékelés azonban majd csak a hazai "fehér foltok", a tervbe vett síkvidéki területek és más geográfiai vidékek faunájának feltárása után következik, a magyarországi enchytraeida-monográfia megírásával egy időben Ehhez szükséges még a Kárpátok teljesebb körű faunafeltárására is. Ilyen irányú munka is megindult, 2005-től az erdélyi Gutin és Bihar-hegységekből hozott, ill. kapott minták feldolgozásával.

A témából tartott előadások és poster bemutatások szimpóziumokon:

2005. április 20-22. **8th Central European Workshop on Soil Zoology** Ceske Budejovice, Czech Republic,

Dózsa-Farkas: Comparative enchytraeid faunistic investigation of the northeastern mountain range in Hungary.(poster presentatio)

2006. május 25-28. **7th International Symposium on Enchytraeidae.** Brno, Cseh Köztársaság

Cech & Dózsa-Farkas: Investigations of ITS region to resolve taxonomical problems of enchytraeids (poster presentatio)

2008. április 2-6. **Third International Oligochaete Taxonomy Meeting.** Platres, Ciprus.

Dózsa-Farkas Taxonomical importance of spermatheca (receptacula seminis) with special attention to Enchytraeidae (Annelida: Oligochaeta).(előadás)

Boros, G., Cech, G. & Dózsa-Farkas, K.(2008): Comparision of two different forms from „*Fridericia aurita* – complex” with molecular methods. Third International Oligochaete Taxonomy Meeting. Platres, Ciprus (poster presentatio)

2009 április 20-24. **Fourth International Oligochaete Taxonomy Meeting** Dyarbakir Törökország:

Boros & Dózsa-Farkas.: Extension on employing ITS region with new analyzing methods int he investigation of Hungarian *Fridericia* species (előadás)

Dózsa-Farkas: Usefulness of the nephridia int he taxonomy of the family of Enchytraeidae (Annelida: Oligochaeta).(poster presentation)

Irodalomlista

Abrahamsen G. & Thompson W. N. (1979): A long term study of the enchytraeid (Oligochaeta) fauna of a mixed coniferous forest and the effects of urea fertilization. – *Oikos* 32: 318-327.

Boros G, Cech G, Ari E & Dózsa-Farkas K (2010): Extension of employing ITS region in the investigation of Hungarian *Fridericia* species.- *Advances in Earthworm Taxonomy IV*. (in press)

Cech, G. & Dózsa-Farkas, K.(2005b): Identification of *Fridericia schmelzi* sp.n. combining morphological characters and PCR-RFLP analysis. Pop, V. & Pop, A (ed.): *Advances in Earthworm Taxonomy II* (Annelida: Oligochaeta) Cluj University Press: 99-118.

Chalupsky, J. (1988): Czechoslovak Enchytraeids (Oligochaeta, Enchytraeidae) II. Catalogue of species – *Věst. čs. Společ. zool.* 52: 81-95.

Dózsa-Farkas, K. (1987): Über den Enchytraeidenbesatz in Nadelholz- wäldern Ungarns. - *Soil fauna and soil fertility*, Moscow, "Nauka": 312-316

- Dózsa-Farkas, K. (1990): New Enchytraeid species from Sphagnum-bogs in Hungary (Oligochaeta: Enchytraeidae). - Acta Zool. Hung., 36,3-4: 265-274
- Dózsa-Farkas, K. (1991): *Mesenchytraeus kuehnelti* sp. n., a new enchytraeid species (Oligochaeta: Enchytraeidae) from a Sphagnum-bog in Hungary. - Opusc. Zool. Budapest, 24: 97-101
- Dózsa-Farkas, K., (2005): *Fridericia eiseni* sp. n., a new enchytraeid species close to the *Fridericia ratzeli* (Eisen, 1872). Proceedings of the Estonian Academy of Sciences Biol. Ecol. 54,4: 279-291.
- Dózsa-Farkas, K., Boross, G.,(2005). *Achaeta antefolliculata* sp.n., a new enchytraeid species (oligochaeta, Enchytraeidae) from the rock Grassland of the Sas-hegy in Hungary.- Acta Zool. Acad. Sci. Hung. 51, 4: 279-285
- Dózsa-Farkas, K. & 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. 2008. Taxonomical importance of spermatheca (receptaculum seminis) with special attention to Enchytraeidae (Annelida: Oligochaeta). In. Pavlíček T. and Cardet P. (Eds.) Advances in Earthworm Taxonomy III (Annelida: Oligochaeta). Proceedings of the 3rd International Taxonomy Meeting (3rd IOTM), Platres, Cyprus, April 2nd to 6th 2007). Lefkosia: En Tipis Publications 37-62
- Dózsa-Farkas K. 2009. Review of the *Fridericia* species (Oligochaeta: Enchytraeidae) possessing two spermathecal diverticula and description a new species. Journal of Natural History 43, (17-20): 1043-1065 IF 0,727
- Giani, N. (1976): Les Oligochaetes aquatiques du Sud-Quest de la France – Ann. Limnol. 12, 2: 107-125.
- Healy, B. (1979): Record of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Ireland – J. Life Sci. R. Dublin Soc. 1: 39-70.
- Healy, B. (1980): Records of Enchytraeidae (Oligochaeta) from Western-France and the Pyrenees – Bull. Mus. natn.. Hist. nat. Paris 4,2, sec. A,2: 421-4443.
- Jans, W., Römbke, J. 1989. Funde eines terrestrischen Polychaeten (Annelida) in Wäldern Baden-Württenbergs. Carolina 47: 158-162.
- Jördens, J., Stuck, T., Purschke, G. 2004. Phylogenetic inference regarding Parergodrilidae and *Hrabeiella periglandulata* ('Polychaeta', Annelida) based on 18S rDNA and CIU sequences. Journal of Zoological Systematics & Evolutionary Research, 42, 4: 270-280.
- Kasprzak, K. (1986): Skąposzczety wodne i glebowe II – Polska Akad. Nauk Inst. Zool. Warszawa 1-366
- Nielsen, C.O., Christensen, B. (1959): The Enchytraeidae. Critical revision and taxonomy of European species – Nat. Jutl. 8-9: pp. 160.
- (1961)- Supplement 1. – Nat. Jutl. 10: pp. 23
- (1963)- Supplement 2. – Nat. Jutl. 10: pp.19 51-53
- Nurminen, M. (1967): Faunistic notes on North-European enchytraeids (Oligochaeta) – Ann. Zool. Fenn. 4: 567-587.
- O'Connor, F. B. (1962): the extraction of Enchytraeidae from soil. – in: Murphy, P.W. (ed.) Progress in soil zoology, London: 279-285

- Schlaghamerský & Pižl (2009). Enchytraeids and earthworms (Annelida: Clitellata: Enchytraeidae, Lumbricidae) of parks in the city of Brno, Czech Republic. – *Soil Organisms* **81** (2) 145–173.
- Pižl, V., Chalupský, J. 1984. *Hrabeiella periglandulata* gen. et sp.n. (Annelida)- A curious worm from Czechoslovakia. *Věst. Čs. Společ. zool.*, 48:291-295
- Podani J (2001) SYN-TAX 2000. Computer programs for data analysis in ecology and systematics.pp. 1-53. User's Manual.
- Purschke, G. 1999. Terrestrial polychaetes- models for the evolution of the Clitellata (Annelida)? *Hydrobiologia* **406**: 87-99.
- Purschke, G. 2002. Male genital organs spermatogenesis and spermatozoa in the enigmatic terrestrial polychaete *Parergodrilus heideri* (Annelida, Parergodrilidae). *Zoomorphology* **121**: 125-138.
- Purschke, G., Jördens, J. 2007 Male genital organs in the eulittoral meiofaunal polychaete *Stygocapitella subterranea* (Annelida, Parergodrilidae): ultrastructure, functional and phylogenetic significance. *Zoomorphology*, **126**: 283-297.
- Rota, E., Lupetti, P. 1996. An ultrastructural investigation of *Hrabeiella* Pižl & Chalupský, 1984 (Annelida). I. Chaetae and body wall organization , *Hydrobiologia* **334**: 229-239.
- Rota, E., Martin, P, Erséus, C. (2001) Soil-dwelling polychaetes: enigmatic as ever? Some hints on their phylogenetic relationships as suggest by a maximum parsimony analisys of 18S rDNA gene sequence. *Contributions to Zoology*, **70**: 127-138.
- Schmelz, R, Arslan N, Bauer B, Wim Didden W, Dózsa-Farkas K. et al (2005) Estonian Enchytraeidae (Oligochaeta) 2. Results of a faunistic workshop held in May 2004. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences Biol. Ecol.* 54,4: 255-270.
- Stuck, T.H., Purschke, G. 2005. The sister group relationship of Aeolosomatidae and Potamodrilidae (Annelida: „Polychaeta”)- a molecular phylogenetic approac based on 18S rDNA and cytochrome oxidase I. *Zoologischer Anzeiger*, **243**: 281-293.