

„Sekély vizek mikroszkópikus rákközösségeinek vizsgálata és paleoökológiai rekonstrukciója”  
című OTKA 49048 számú pályázat zárójelentés  
(2005-2008)

## Bevezetés és célkitűzés

Az utóbbi években a tavi paleoökológia jelentős változáson megy keresztül. A tavakat ért antropogén hatások vizsgálatára új, hatékony mennyiségi vizsgálatok terjedtek el. A planktonikus és bentikus *Chydorida*, *Cladocera* közösségek vizsgálata új, előzőleg a hagyományos módszerekkel meg nem szerezhető információval lát el bennünket a planktonfogyasztó halállomány változását, hínarasodás mértékét, a tavak produktivitását illetően. A vizsgálatokat fel lehet használni az új exotikus fajok inváziójának nyomon követésére, a gyors genetikai változások vizsgálatára, illetve a tavat ért emberi hatások kimutatására. Ezen új módszer lehetővé teszi a múltban lejátszódott változások komplexebb elemzését, jelzi a trofikus struktúra változásának bekövetkeztét, valamint bepillantást enged a vízi gerinctelen szervezeteknek az emberi hatásokra adott gyors evolúciós válaszokba.

A kutatásunk során kerestük a választ, hogy sekély tavi környezetben a planktonikus és bentikus kladocera közösségek vizsgálatával szerezhető információ birtokában milyen következtetéseket tehetünk vizsgált vizek fejlődéstörténetét illetően.

1, Vízsint változások nyomát kerestük a Balaton-Kis-Balaton rendszerben. A Kis-Balaton esetében betekintést nyerhetünk a fokozatos feltöltődés folyamatába, hogy hogyan változott a fauna, s a Sió zsilip megépítését követő vízszint szabályzás hatására. Ismereteket szerezhetünk arról, hogy a fokozódó mezőgazdasági tevékenység milyen hatással volt a Kis-Balaton trofikus szerkezetének megváltozásában.

2, A Tiszai holtágak vizsgálata feltárná, hogy az egyes vizek milyen eltérő fejlődésen mentek keresztül. Megismerhetnénk, hogy a fokozódó antropogén hatások, hogyan jelentkeznek az egyes holtágak történetében.

3, A tiszai holtágak és a kis-balatoni Zalavári-víz összehasonlítása során betekintést nyerhetünk a mocsarasodási, láposodási folyamatokba. Megismerhetjük, a fauna változását a friss állóvízi rendszerből a láposodó, mocsarasodó rendszerbe történő átmenet során.

4, A kutatás konkrét gyakorlati haszna, hogy a múlt történéseinek megismerésével megjósolhatóvá válnak a jelen emberi beavatkozások hatásai és így a szükséges ellenlépések kidolgozhatók, és alkalmazhatók lesznek. A tiszai holtágak és Zalavári-víz üledékének vizsgálatával megállapíthatóvá válik az, hogy milyen struktúrájú víztér kialakítása szükséges, a lehető legnagyobb biodiverzitással rendelkezzen. A kapott eredmények fényében reményeink szerint javaslatokat tudunk adni az aktív természetvédelemnek, hogy a Tiszai holtágak biodiverzitásának megtartása, ill. növelése érdekében. A Kis-Balaton Vízügyi Rendszer üzemeltetése kapcsán megállapítható lesz, hogy a beruházás II. ütemén természetvédelmi szempontból milyen struktúrájú wetland kialakítása szükséges, hogy a lehető legnagyobb diverzitású életközösség alakuljon ki, és ez hogyan szolgálja a tározó elsődleges feladatát a Balaton vízminőségének védelmét illetően

Módszerek:

### *Vízkeimiai módszerek*

A vízkeimiai elemzések során negyedévenként vettünk a vizsgálatra kijelölt vizekből vízmintát. A helyszínen több ponton (16 ill. 32) meghatároztuk a víz oxigén tartalmát, a pH-t és a

vezetőképességet, az innen vett és integrált mintából laboratóriumi körülmények között pedig klorofill-a-t és a növényi tápanyagokkal kapcsolatos muatókat.

### *Recens Cladocera állomány*

A vizek növényzettel benőtt (litorális) ill. a nyíltvízi (pelágikus) területéről, tavaszi és az őszi időszakból vettünk mintát, amikor a kladocera állomány a legdiverzebb. A növényzet közötti mintavétel során oszlop mintavevőt, míg a nyílt vízben Schindler-Patalas planktoncsapdát használtunk.

### *Cladocera maradványok*

A fűrasmagok belsejéből 1 cm<sup>3</sup> mintát vettünk, majd KOH és HF macerálás után 35 µm lyukbőségű szitán átszűrtük. A szűrőn maradt anyagból mikroszkóp alatt meghatároztuk és megszámláltuk a maradványokat és az efiippiumokat.

## **Eredmények**

Eredményeinket 5 IF-os angol nyelvű és 2 angol nyelvű, 4 magyar nyelvű nem IF-os tudományos folyóiratban tettük, illetve tesszük közzé 2010 folyamán. A témában összesen 11 előadást/poszter tartottunk, ebből 6-ot nemzetközi konferenciákon. Az OTKA kutatásnak köszönhetően társszerzőséggel, megjelent a Hydrobiológia tudományos folyóirat külön kötete, amely a régió vizeinek paleolimnológiai rekonstrukciójával foglalkozik (Buczko, K., J. Korponai, J. Padisák and S. W. Starratt (eds), 2009. Palaeolimnological proxies as tools of environmental reconstruction in fresh water. Development in Hydrobiology 208, pp 327).

### **A holtágak fizikai, kémiai és biológiai környezete (2005-2009)**

A tímári Morotva-tó természetes lefűződéssel keletkezett. Területe 5 ha, átlagos vízmélység 1,1 m. . Növényzettel gazdagon benőtt (jellemző hinár fajok: *Trapa natans*, *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar luteum*, *Myriophyllum spicatum* és a *Potamogeton natans*; mocsári növényzet: *Phragmites communis*, *Typha sp.* *Carex sp.*). Szentély típusú holtág. Halászat és horgászat folyik rajta.

A Marótzugi Holt-Tisza a Tisza szabályozása során a 43. számú átmetszéssel keletkezett 1860-ban. Területe 11 ha, átlagos vízmélysége 1,6 m. Hinár-vegetációval gyéren benőtt, elsősorban a holtág végein található jelentősebb *Potamogeton natans* állomány. A holtágban jelentős horgászat. Szentély típusú holtág, horgász vízként hasznosított.

A mért vízkémiai paraméterek tekintetében nincsenek jelentős különbségek, a holtágak között (a tímári Morotva-tó: ÖP 0,02 mg/l, ÖN 0,79 mg/l; Matótzugi Holt-Tisza: ÖP 0,04 mg/l, ÖN 0,69 mg/l). Azonban az átlátszóságot és a víz alga tartalmát tekintve már ez nem mondható el. A Marótzugi Holt-Tiszában az átlátszóság általában kb. 0.5-0,7 m, míg a tímári-Morotva-tóban nagyobb 1 m<sup><</sup> volt, s ezzel összhangban az a-klorofill értéke a mintavételi időpontok átlagában 9, ill. 5 mg/m<sup>3</sup> volt.

A mind két holtágban a *Bosmina longirostris*, a *Chydorus sphaericus* kladocera fajok domináltak, jelezve a víztere magas trofitását. A Marótzugi Holt-Tisza kladocera állományában fenti fajok mellett nyári planktonban a *Diaphanosoma brachyurum*, és a *Moina micrura* is jelentős számban, míg a planktonikus *Daphnia parvula* és a *D. galeata* időszakonként és kis mennyiségben jelenik meg.

A tímári Morotva-tóban elsősorban a növényzet kedvelő fajok jelentek meg nagy számban, mint pl. mind három *Simocephalus* faj (*S. expinosus*, *S. serrulatus*, *S. vetulus*), *Acroperus harpae*, az *Alonella exigua*, a *Chydorus sphaericus*, a *Pleuroxus trigonellus*, és a *P. truncatus* voltak.

A növényzet burjánzásával öszre a marótzugi holtágban is elszaporodnak a fitofil *Simocephalus sp.* a *Pleuroxus sp.* és a *Acroperus sp.* fajok

A növényi tápanyagformák, az a-klorofill és a zooplankton szerkezete jelzik, hogy az intenzív

halászati tevékenység (horgászat) következtében a Marótzugi Holt-Tisza trofitása magasabb, mint a tímári Morotva-tóé.

A diverzitási viszonyokat elemezve, egyes fajok (*Bunops serricaudatus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Moina micrura*, *Simocephalus sp.*) maradványai az üledékben nem reprezentáltak, s más fajok pl. *Camptocercus rectirostris*, *Monospilus dispar*, *Oyurella tenuicaudis*, *Leydigia leydigii*, *L. acanthocercoides* amelyek planktonhálóval, vagy planktoncsapdával nehezen mutathatók ki. Az üledék kladocera fauna diverzitása az magasabb, mint a víztestben található (Shannon: 0,9 és 2,11; Simpson: 1,17 és 5,65) mivel a recens mintában néhány faj (*Bosminus longirostris*, *Chydorus sphaericus*) nagy abundanciával fordult elő. A kladocera fauna különbség miatt a pontosabb faunisztikai viszonyok megállapításához szükséges az üledék vizsgálata.

Publikálva: Korponai J., Braun M., Gyulai I., Forró L., Nédli J. és Papp I.: *Az üledékben lévő Cladocera maradványok alkalmasak-e a víztér Cladocera közösség diverzitás viszonyainak jellemzésére?*, Hidrológiai Közlöny - submitted, 2009.

### **A Balaton petekészletének vizsgálata**

A balatoni recens *Daphnia* fajok DNS vizsgálatával előzetesen tisztáztuk, hogy a Balatonban két *Daphnia* faj a *D. galeata*, a *D. cucullata* valamint ezek hibridje egyaránt előfordul. Eredményeinkből kiderült, hogy leggyakoribb formák a *D. cucullata* és a *D. galeata X cucullata* hibrid, míg a másik szülő faj a *D. galeata* nagyon ritka.

A tartós peték tófenéken való eloszlását vizsgáltuk, hogy megtudjuk az ehippiumok hol ülepednek ki nagyobb számban. Megállapítottuk, hogy a medence közepén több a tartós petét tartalmazó *Daphnia ehippium*, míg partközelen, de töredezetek voltak és számuk is igen alacsony volt.

A *Daphnia* tartós peték kiülepedésének vizsgálatához üledékcsapdákat helyeztünk ki a keszthelyi medencébe. Feltűnő volt, hogy a csapdákból az üledék és tartóspeték mellett rendszerint sok *Amphipoda* fordult elő. A *Daphnia* ehippium száma ebben az esetben nem ért el számottevő értékeket. A Balaton tartóspete bank állapota nagyon szegényes, a tartóspeték száma olyan alacsony, hogy a keltetési kísérletek sikertelenek voltak.

Publikálva: Nédli, J., L. Forró, J. Korponai & L. G-Tóth: *Daphnia species (Crustacea, Cladocera) and the genetic characteristics of their populations based on allozyme studies in Lake Balaton, Hungary*, Opuscula Zoologica Budapest, 2005(2007), 36: 79-84, 2007

### **A balatoni, és kis-balatoni üledék vizsgálata**

A balatoni üledékek mészből nagyon gazdagok, és növényi maradványban szegények, így a radiokarbon koradatokat fenntartással kell kezelni. A allochton eredetű karbonát az üledék korát öregíti. Ezért a kormeghatározás igen problematikus. A kis-balatoni üledék korolása sikeres volt.

A balatoni üledék vizsgálata során jelentős különbséget tapasztaltunk a különböző rétegek kladocera maradványi mennyiségét és minőségét illetően. A felsőbb üledékrétegek maradványokban gazdagabbak, mint az alsók. A vizsgálataink során megállapítottuk, hogy megerősítve Sebestyén Olga korábbi eredményét, a Balaton kladocera faunájára a *Chydoridae* fajok, jellemzően az *Alona* genus tagjai a jellemzőek. Jellemző, hogy a Siófoki medencében a *Monospilus dispar* maradványai tömegesebb megjelenésűek, mint a keszthelyi medencében. A planktonikus *Bosmina longirostris* előfordulása a Balaton esetében a magasabb vízszinteket jelzi.

A keszthelyi üledékszelvényből kivontuk a DNS maradványokat, és 40 cm mélyen DNS koncentráció csúcsot kaptunk, amely az irodalmi adatokkal összevetve erőteljes bakteriális tevékenységre utal.

Publikálva: Korponai, J., Gyulai I., Braun M., Forró L., Nédli J., Papp I.: *Cladocera maradványok a Balaton és a Zalavári víz üledékében*, Hidrológiai Közlöny, 88: 98-101, 2007

Gyulai, I., M. Braun, V. Lukács, L. Forró and J. Korponai: *Cost and benefit of multi-proxy analysis for water level reconstruction in a shallow lake*, *Studia Quaternaria* - accepted, 2009

### *Balaton vízszintjének változása*

A kis-balatoni üledék alkalmas volt a Balaton vízszint változásának rekonstruálására, mivel a szabályozás előtt a tó szerves része volt. Az üledékben két állapot különíthető el a szervesanyag, karbonát tartalom, a diatoma flora és a Fe/Mn arány alapján. 9900-8600 kal. BP között a Balaton vízszintje alacsony (a maihoz, hasonló), majd 8600-5000 kal. BP között a vízszint magas 113 m Af volt, majd 5000 kal. BP-től megint lecsökkent.

Publikálva: Buczkó, K., Magyar, E. Stenger-Kovács C, & Korponai, J: *The Holocene diatom flora of Zalavári pond (Lake Balaton system, Hungary)*, *Algological Studies*, 132: 35-73, 2009  
Korponai, J., M. Braun, K. Buczkó, I. Gyulai, L. Forró, J. Nédli and I. Papp: *Transition from shallow lake to a wetland: a multi-proxy case study in Zalavári Pond, Lake Balaton, Hungary*, *Hydrobiologia* - online first, 2010

### *Tiszai holtágak*

Az üledék laminált, az áradások alkalmával világos színű, finomkőzetlisztben és agyagban gazdag, szerves maradványokban szegény üledék rakódik le. Az áradások közötti időszakok pangóvízes állapota fekete színű, növényi maradványokban gazdag üledéket eredményez. Ez a kettősség az elemösszetétel adatokban is jelentkezett. Az áradások által lerakott üledék, vasban, mangánban, ill. a folyó lehordási területéről érkező nehézfémekben (elsősorban Pb, Zn, Cu) gazdag. A pangóvízes állapotban lerakódott üledék a szervesanyag mellett jelentős mennyiségű kenet tartalmaz. A fosszilis pigmentek koncentráció változása általában azon rétegekben mutat maximumot, ahol jelentős mennyiségű a *Ceratophyllum* és *Trapa* maradvány fordul elő.

Az üledék a fosszilis pigment és a szervesanyag-tartalma, valamint a foszfor változása azt mutatja, hogy 160-120 között gazdag növényzet alakult ki, amely később lecsökkent és csak a felső 30 cm-ben (jelen kor) jelenik meg ismét. Ezt igazolják az üledék kladocera maradványai is, mivel ezek elsősorban a növényzethez kötődő fajokhoz köthetők (*Acroperus harpae*, *Alona costata*, *Eurycercus lamellatus*, *Graptoleberis testudinaria*, *Pleuroxus trigonellus*). A *Bosmina longirostris* az eutrofizáció indikátora, jelentősebb számú maradványa azon rétegekben volt megtalálható, ahol a nagyobb volt a foszfortartalom is.

A Marótzugi Holt-Tisza üledékében határozottan megállapíthatóak a tiszai áradások, amikor a holtág vízpótlást kapott a folyóból. A furat korolását egyrészt a vízrajzi évkönyvek alapján és a Cs-137 izotóppal végeztük, ahol is a csernobili baleset ill. az 1950-60-as évek légköri atomrobbantások okoznak cézium csúcsot. A holtág életében az két nagy periódust különíthetünk el 1919-ig a holtág karakterisztikája folyóvízi, gyakrabban éri áradás, amit az áradásokkal érkező homoklerakódások mutatnak. 1919-től a holtág teljesen elkülönül a folyómedertől, és tavi állapotba kerül, amit a növényi maradványok és a fosszilis pigment anyagok mennyiségének növekedése jelez. A korai periódusban az ülepedési sebesség lassabb 5,7 cm/év, a későbbi időszakban gyorsabb 1,44 cm/év-re becsülhető. Az üledék nehézfém-tartalma alapján kimutatható a Szamos vízgyűjtőjén történt 1888-as bányakatasztrófa, amely hasonló nyomokat hagyott, mint a 2000-ben bekövetkezett Borsabányai szennyezés.

Az üledék felső 100 cm-es szakasza kladocera maradványokban gazdag. A rekonstruált fauna mutatja, hogy a holtág növényzettel gyéren benőtt, mert a növényzethez kötődő fajok (*Acroperus harpae*, *Alonella nana*, *Disparalona rostrata*, *Eurycercus lamellatus*) aránya alacsony. Dominans faj a *Bosmina longirostris*, amely jól jelzi, a trofitás és hal általi predáció változásait.

Az üledékben a bakteriális DNS változása szinkronban van a *Chydorus sphaericus* faj arányának

változásával, jelezve a *Chydorus* táplálékbázisát.

Publikálva: Braun M., Papp I., Korponai J., Lukács V., Gyulai I., Forró L., Hubay K. és Szalóki I.: *A Tisza vízjárásának nyomai a Marótzugi-Holt-Tisza üledékében*, Hidrologiai Közlöny - submitted, 2009

Korponai J., Braun M., Gyulai I., Forró L., Nédli J. és Papp I.: *Természetes úton lefűződött holtág (timári Morotva-tó) paleolimnológiája üledékkémiai és Cladocera maradványok alapján*, Hidrologiai Közlöny - submitted, 2009

A kutatás lehetővé tette, hogy a hazai tudomány számára újra felfedezzük, hogy a fosszilis maradványok információt őriznek a múlt történéseiről. A kladocera maradványok a haza viszonyok (sekély vizek) között is alkalmasak múltbeli események rekonstruálására. További támogatást igényel egy adattár létrehozása, melynek birtokában mindennemű rekonstrukció pontosabbá tehető. Az OTKA támogatás azt is lehetővé tette, hogy létrejöjjön egy paleolimnológiával foglalkozó csoport, amelynek célja további gyümölcsöző együtt működés, s egyetemisták bevonásával a jövőben további multi-proxi kutatások folyjanak az országban.

## **Irodalom**

Frey, D.G. (1986) Cladocera analysis. In *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology* (Berglund, B.E., ed.), pp. 667–692. John Wiley & Sons

Korhola, A. & M. Rautio, 2001. Cladocera and other Branchiopod Crustaceans. In Smol, J. P., H. J. B. Birks & W. M. Last (eds), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments, Vol. 4. Zoological Indicators*. Kluwer. Academic Publishers, Dordrecht, The Netherland: 5–41.

Szeroczyńska, K. and Sarmaja-Korjonen, K. 2007. Atlas of Subfossil Cladocera from Central and Northern Europe. Friends of the Lower Vistula Society, Świecie. 84 pp.