

A BALATON BEVONATLAKÓ GERINCTELEN ÁLLATVILÁGA ÉS A TÍZLÁBÚ RÁKOK KUTATÁSA

B. Muskó Ilona¹, Balogh Csilla^{1,2} és Kiszely Pál³

¹MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Tihany,

²Pannon Egyetem, Limnológia Tanszék, Veszprém,

³Polgármesteri Hivatal, Balatonfüred

Összefoglalás. A Balaton fokozatos vízszint csökkenése 2004-ben megállt, s 2005-re ismét magas vízállás alakult ki a bőséges csapadék következtében. Ennek köszönhetően jelentős mennyiségű, megtelepedésre alkalmas felület került ismét víz alá, és megkezdődött a litorális bevonatlakó gerinctelen állatvilág regenerálódása.

A litorális öv bevonatlakó gerinctelen állatvilága 2005-ben mind fajösszetételében, mind denzitásában lényegesen különbözött a 2003-as és 2004-es évektől. A köveken májusban 40, júliusban 44, szeptemberben 34, októberben 24 gerinctelen taxont azonosítottunk, lényegesen kevesebbet, mint a megelőző években. Végig határozott rétegzettséget tapasztaltunk, bizonyos állatok a felszín közeli, mások a mederfenék közeli köveken fordultak elő nagyobb %-ban. Éves viszonylatban az összes állat legnagyobb %-át a vándorkagyló (max.: 74,05%) alkotta, ezt követte a tegzes bolharák (*Chelicorophium curvispinum*) (max.: 65,36%) majd a Chironomidae lárvák (max.: 43,21%) és a *Dikerogammarus* fajok (max.: 36,34%). A vándorkagyló maximális relatív abundanciája lényegesen nagyobb volt 2005-ben, mint 2004-ben, a tegzes bolharaké, az árvaszúnyog lárvaké és a *Dikerogammarus* fajoké (*D. bispinosus*, *D. haemobaphes*, *D. villosus*) meglehetősen lecsökkent. A fajgazdagság 2005-ben jóval alacsonyabb volt, mint az előző években. Minden mintavételi ponton több állat volt a mederfenék közeli köveken, mint a felső szinten, a denzitás (ind m⁻² köfelület) a felső szinten 2560 és 100375 között, az alsó szinten 29084 és 130492 között változott 2005-ben.

A vándorkagyló denzitás az alsó szinten lényegesen nagyobb volt, mint a felső szinten, maximális értékét Szigligeten érte el, júliusban (94 000 ind m⁻² köfelület), biomasszája szintén Szigligetnél a legnagyobb, októberben (713 g száraz tömeg héjjal m⁻² köfelület). Jelentősen befolyásolta a szediment szénttartalmát, különösen a nagyobb trofitású medencékben (Keszthely és Szigliget). Laboratóriumi vizsgálataink alapján a vándorkagyló tisztítási rátája 30-80 ml kagyló⁻¹ óra⁻¹ volt, a *Chlamydomonas spp.* algából többet fogyasztott, mint a *Selenastrum capricornutum*-ból, s az emelkedő hőmérséklettel emelkedett a tisztítási ráta.

A Balatonban a 2005. évben is sikertelenek voltak a tízlábú rák (*A. astacus*) visszafogási kísérletek, valószínűleg a kis egyedsűrűség miatt. Ugyanakkor a kisebb vízfolyások (Eger-patak Kapolcs és Monostorapáti között és a balatonfüredi Siske-patak) jó élőhelynek bizonyultak, ahol betelepített, illetve bekerült rákok viszonylag nagy egyedsűrűséget értek el, s szaporodtak is.

A Gyöngyös-patakából származó amerikai jelzörákok (*Pacifastacus leniusculus*) több egyedéről bizonyosodott be, hogy hordozták rákpestist, a Csónakázó tóban viszont

a tesztelt állatok nem voltak fertőzöttek (mindkét mintavételi hely Köszege területén van, a Rába folyó vízgyűjtőjén).

Bevezetés

A parti öv gerinctelen állatvilágának életkörülményeit az elmúlt években elsősorban a szélsőséges vízszintingadozás befolyásolta, amely 2001 tavasza és 2003 októbere között fokozatosan 70-80 cm vízszint csökkenésben nyilvánult meg, s amely 2004-ben mintegy 30-60 cm-rel visszapótlódott, ez a folyamat tovább erősödött 2005-ben, amikor már a Sió-zsilipet is meg kellett nyitni az erőteljes esőzések következtében előálló magas vízállás miatt. 2003-ban és 2004-ben vizsgáltuk a Balaton északi partvonalala mentén, a köveken élő gerinctelen állatok minőségi és mennyiségi összetételét, s kimutattuk, hogy a legjelentősebb állatfajok a 70 évvel ezelőtt inváziószerűen elterjedt vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) és tegzes bolharák (*Chelicorophium curvispinum*) (Muskó és mts. 2005, Balogh és mts., benyújtott dolgozat, Muskó és mts., benyújtott dolgozat). Emellett az utóbbi években egyre inkább előre törő másik inváziós bolharák csoport, a *Dikerogammarus* fajok, melyek 1950-ben kerültek a Balatonba, szintén jelentősek. Feltétlenül indokolt volt a vizsgálatok tovább folytatása a 2005. évben, hogy megtudjuk, milyen hatással van az emelkedő vízszint a parti öv gerinctelen állataira. A gerinctelen állatok jelentős haltáplálék szervezetek.

Emellett nagy szükség van a vándorkagyló szerepének kutatására, részben a szűrésével kapcsolatos víztisztító tevékenységét illetően, részben a környezetre kifejtett hatást illetően (a környezet szén, hidrogén, nitrogén és kén tartalmának – CHNS – megváltoztatása). Előzetes eredményeink indokolják a részletes vizsgálatokat.

A Balaton vízszintjének csökkenése miatt 2003-ban felmerült a vízpótlás lehetőségének megteremtése a Drávából, vagy a Rábából. Ez azonban állati betegségek, pl. a rákpestis, egy gombás megbetegedés (*Aphanomyces astaci*), behurcolásának veszélyét is magában hordozza a Balaton vízgyűjtőjébe, amely betegséggel a Nyugat-magyarországi és ausztriai patakokban élő amerikai jelzórák (*Pacifastacus leniusculus*) populációi korábbi megfigyeléseink szerint fertőzöttek lehetnek (Kiszely 2004).

A Decapoda rákok (folyami rák, *Astacus astacus*) balatoni újratelepítése, és a vízgyűjtőn honos rákpopulációk védelme szempontjából fontos a Nyugat-magyarországi patakokban elterjedt

jelzőrák (*P. leniusculus*) rákpestis fertőzöttségének bizonyítása, vagy kizárása.

Anyag és módszer

A parti öv élőbevonatának gerinctelen fauna vizsgálatai céljából május és október között négyszer vettünk mintát (máj. 17., júl. 5., szept. 5. és okt. 10.) Keszthelynél, Szigligetnél, Tihanynál és Balatonalmádinál a partot erősítő kőszórás két rétegéből, a vízfelszín közeléből és a kőszórás talapatáról. A módszer részleteit ld. *G.-Tóth és mts.* (2005) cikkében.

A vándorkagyló populáció dinamikája és biomasszája vizsgálata céljából az előzőekben leírtak alapján 7%-os alkoholban rögzített és, tartósított mintákban megmértük vándorkagylók hosszát a populáció összetétel elemzése céljából. A biomasszát a denzitás, az állatok hossza és a hossz-tömeg összefüggés (*Muskó & Bakó 2005*) ismeretében kalkuláltuk.

A vándorkagyló szedimentre kifejtett hatásának vizsgálata céljából az egyes területekről kagylókolóniákat és szedimentet is gyűjtöttünk. A kagylók szövetéből, a kagylóval érintkező szedimentből és a kagylómentes fenéküledékből származó mintákat két napig 60 °C-on szárítottuk, majd CHNS analízátorral elemeztük az egyes mintákban a szént, nitrogént, hidrogént és ként.

A vándorkagyló tisztítási rátájának vizsgálata céljából 2005-ben három alkalommal (május, július, szeptember) a tó négy, trofításban eltérő pontján (Keszthely, Szigliget, Tihany, Balatonalmádi) a parti kőszórás mentén begyűjtött állatokat használtuk fel. A Balatonból (adott mintavételi helyről) származó vízből 6 ml-nyit lugollal tartósítottunk, a többit GF/F üvegszűrőn (Whatman, pórusátmérő 1 µm) algamentesre szűrtük, 200 ml-es lombikokba öntöttük, melyekbe 15 db állatot helyeztünk, és egy napig termosztátban adaptáltuk a gyűjtés hőmérsékletén (8, 15, 24 °C). Az adaptáció végén meghatároztuk a kagylók által kibocsátott alga denzitást és biomasszát. A kagylókat az adaptációs hőmérséklettel megegyező, friss, sejtmentesre szűrt Balatonvízből készített, meghatározott ($4-60 \times 10^6$ sejt l⁻¹) töménységű (200 ml térfogatú), saját tenyésztésű *Selenastrum capricornutum* és *Chlamydomonas spp.* algakultúra szuszpenzióba helyeztük, termosztátban. 3 párhuzamos mintát vettünk, lombikonként 6 ml-t (2-2 ml-t a lombik három különböző pontjáról) a kísérlet kezdetén, majd a

filtráció megkezdését követően (aktív szűrés: a héj nyitott, a szifók jól láthatók) egy óra elteltével. A tisztítási rátát (azt a vízmennyiséget, amelyből a kagyló a táplálékot időegység alatt kiszűri) Gifford (1993) szerint kalkuláltunk. Az adatok statisztikai elemzéshez SPSS szoftvercsomagot használtuk, varianciaanalízist és Pearson-féle korrelációt alkalmaztunk.

A tízlábú rákok vizsgálata céljából az előző évek ráktelepítéseinek (*Astacus astacus*) eredményességét vizsgáltuk csapdázással és visszafogással „Jattimerta” nevű rákvarsával. A csapdák lehelyezése és felnézése között 1-5 nap telt el.

A 2002 óta ismert jelzőrák (*Pacifastacus leniusculus*) hazai populációi rákpestis hordozó voltának bizonyítása céljából Kőszeg belterületéhez tartozó Gyöngyös-patakrészleten, illetve a Csónakázó tóban vettünk mintát. A két állományt egymástól elkülönítve szállítottuk a következő napon személyautóval Csehországba, Prágába. A mintavételi helyek a Rába folyó vízgyűjtőjéhez tartoznak. Az élő rákokat kloroform gőzben ölték meg, puha abnormális kutikulát metszettek ki. A teljes genom DNS-t izolálták a kutikulából QLAamp DNS minikittel (Quaigen) a gyártó instrukciói szerint. A boncoló eszközöket és a munkahelyet fertőtlenítették minden egyes példány után. Az *A. astaci* jelenlétének az izolátumban történő kimutatására fajspecifikus ITS fragment-et „nested” PCR (polymerase chain reaction)-el sokszoroztak fel. A felsokszorozott DNS-t agaróz gélen tették láthatóvá. A PCR produktumot jelző csík jelenléte az *A. astaci* pozitív kimutatására utal a mintában.

Eredmények

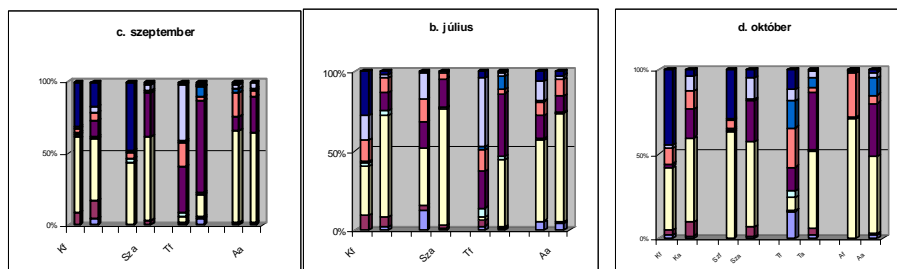
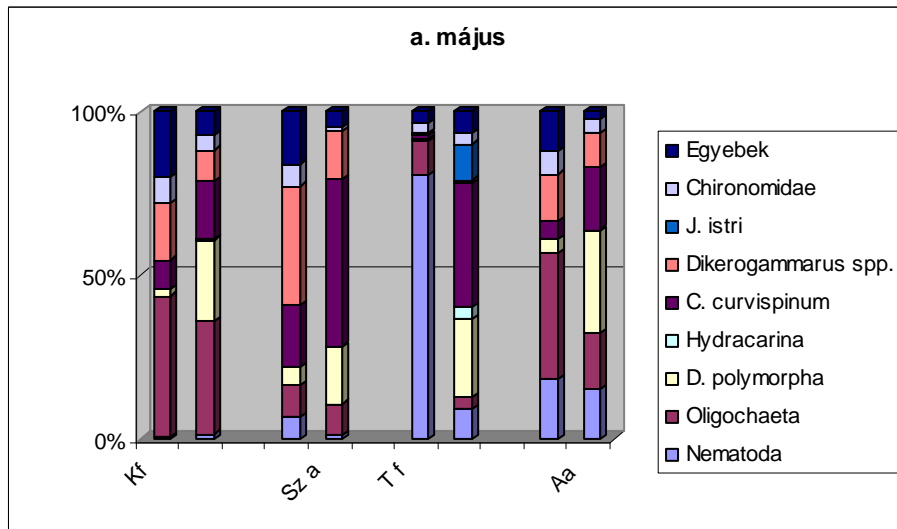
A vizsgált köves élőhelyek előtti litorálban a vízmélység 2005-ben 53 és 185 cm között, a víz hőmérséklete 15,0 és 25,1 °C között, a pH 7,98 és 8,91 között, a vezetőképesség ($\mu\text{S cm}^{-1}$) 694 és 960 között, az a-klorofill koncentráció ($\mu\text{g l}^{-1}$) 2,14 és 17,27 között változott májustól októberig. Keszthelynél mindig a legmagasabb a planktonikus a-klorofill koncentráció, Tihanynál általában a legalacsonyabb. Az oldott oxigén koncentráció (mg l^{-1}) 8,13 és 11,00 között változott május-júliusban, utána nem volt módunkban mérni. A Secchi átlátszóság 20 és 90 cm között változott, általában Tihanynál volt a legátlátszóbb a víz. A vezetőképesség júliusban magasabb volt a 2004. évi értéknél, máskor nem különbözött lényegesen, az a-klorofill szélső értékei alacsonyabbak

voltak, mint 2004-ban, az O₂ koncentráció pedig magasabb. A Secchi átlátszóság nem változott lényegesen.

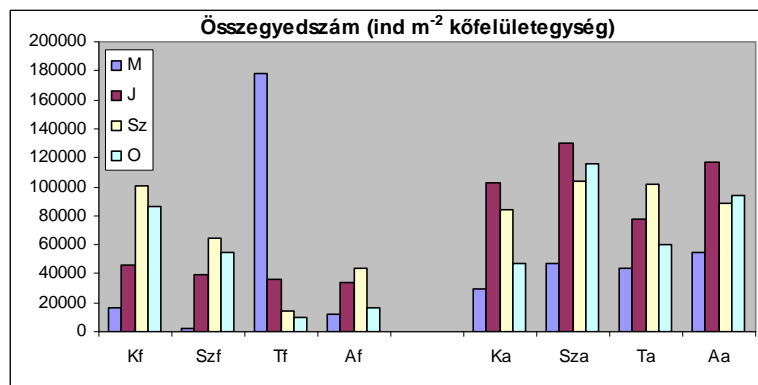
A parti öv kőszórásaiban összesen 69 gerinctelen taxont azonosítottunk, májusban 40-et, júliusban 44-et, szeptemberben 34-et, októberben 24-et, jóval kevesebbet, mint 2004-ben. (*G.-Tóth és mts. 2005, Muskó és mts., benyújtott dolgozat*). Májustól szeptemberig határozott zonációt tapasztaltunk, bizonyos állatok mélyebben, mások felszín közelben fordultak elő nagyobb %-ban (1. ábra). Éves viszonylatban az összes állat legnagyobb %-át a vándorkagyló (max.: 74,05%) alkotta, ezt követte a tegzes bolharák (*Chelicorophium curvispinum*) (max.: 65,36%) majd a Chironomidae lárvák (max.: 43,21%) és a *Dikerogammarus* fajok (max.: 36,34%). A vándorkagyló maximális relatív abundanciája lényegesen megemelkedett a 2004-es adatokhoz képest, a tegzes bolharáké, az árvaszúnyog lárváké és a *Dikerogammarus* fajoké (*D. bispinosus*, *D. haemobaphes*, *D. villosus*) meglehetősen lecsökkent (1. ábra). A 2001 augusztusában megtalált (*Bence és Muskó, 2004*) telepes hidroidpolip (*Cordylophora caspia*) jelentős %-ban fordult elő a keszthelyi júliusi mintákban (felső szint: 7,06%). Jelentős számban fordult elő a *Jaera istri* nevű ászkarák is.

Ha a három vizsgált évet összehasonlítjuk (*Muskó et al., benyújtott dolgozat*), a fajgazdagság nem változott lényegesen a száraz (2003) és a kezdeti regenerálódás évében (2004), ugyanakkor 2005-ben lényegesen lecsökkent, különösen a mederfenék közelében. A jelentősebb fajok relatív abundanciájának évenkénti értékei azt mutatják, hogy a *Dikerogammarus* fajoknak a legalacsonyabb vízszint kedvezett, a magasabb vízállásnál fokozatosan visszaszorultak. A vándorkagyló relatív abundanciája 2004-ben radikálisan lecsökkent a 2003. évi értékhez képest, majd a tovább emelkedő vízszint mellett ismét megnövekedett, a tegzes bolharák relatív abundanciája ennek az ellenkezőjét mutatta. A többi állat relatív abundanciája jelentősen lecsökkent 2005-ben az előző évekhez képest.

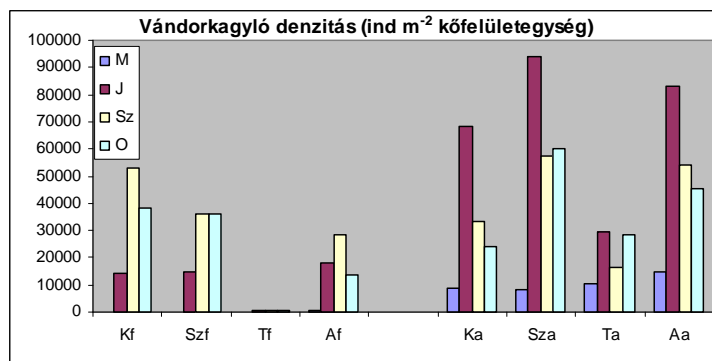
Minden mintavételi ponton több állat volt a mederfenék közeli köveken, mint a felső szinten, kivéve a Tihanynál kapott májusi értékeket (2. ábra), ahol a rendkívül sok Nematoda torzította az értékeket. Ha ezt nem vesszük figyelembe, a denzitás (ind m⁻² köfelület) a felső szinten 2560 és 100375 között, az alsó szinten 29084 és 130492 között változott 2005-ben.



1. ábra. A köveken élő állatok fajösszetétele (az 5 %-nál nagyobb értékeket ábrázolva)
 K: Keszthely, Sz: Szigliget, T: Tihany, A: Balatonalmádi, f: felső szint, a: alsó szint

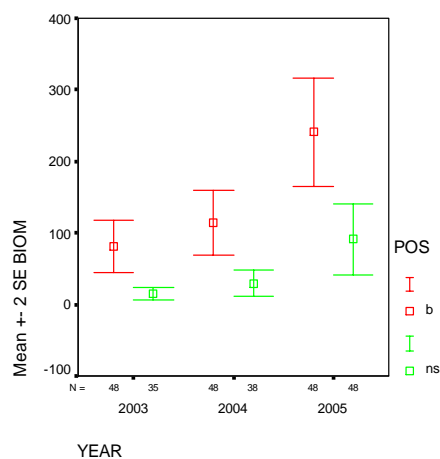


2. ábra. A köveken élő állatok összegyedszáma egységnyi köfelületre vetítve.
 M: május, J: július, Sz: szeptember, O: október. További magyarázatot ld. 1. ábrán



3. ábra. A vándorkagyló denzitása egységnyi köfelületre vetítve. További magyarázatot ld. 1. ábrán

Számottevően nagyobb a vándorkagyló denzitása mélyben, mint felszín közelben, azonban Tihanyban mindkét mélységben kevés a vándorkagyló. A legjelentősebb mennyiségben, júliusban a mederfenék közeli köveken fordul elő, Szigligeten, ahol a denzitás eléri a 94 000 ind m⁻²-t is (3. ábra). A denzitás 2003-ról 2004-re, ha minimálisan is de csökkent, 2005-re azonban közel háromszorosára nőtt. Az aszályos 2003-as évvel és az azt követő regenerálódás kezdetével (2004) összehasonlítva szignifikánsan megnövekedett a vándorkagyló biomassza



4. ábra. A vándorkagyló biomassza (g m⁻² köfelület) a kövek pozíciója szerint csoportosítva. ns: vízfelszín közelében, b: a mederfenék közelében

2005-ben, s mindhárom évben jellemző, hogy alul jóval nagyobb, mint felül (4. ábra).

A szediment és a kagylószövet analitikai elemzésének eredményei alapján a kagyló jelenléte az üledék nitrogén és kén koncentrációját kis mértékben, a szénttartalmat pedig jelentősen növeli, főként a nagyobb trofitású területeken (Keszthely, Szigliget). A bevonatlakó élőlények koegzisztenciája révén azonban nem csak a vándorkagyló fejt ki hatást a szedimentre, ugyanakkor a kagyló dominanciája (G.-Tóth és mts., 1999; Muskó és mts., 2005; Balogh és Muskó, 2004; Muskó és Bakó, 2005) következtében hatása feltételezhetően a legjelentősebb.

A tisztítási ráta 30-80 ml kagyló⁻¹ óra⁻¹ között változott, eltérést mutatott az egyes alga kultúrák alkalmazásával és a szezonális szempontjából is. A *Chlamydomonas spp.* algából a kagylók jelentősebb mennyiségben fogyasztottak, mint *Selenastrum capricornutum*-ból, mely valószínűleg morfológiai okokra vezethető vissza. A tisztítási ráta 24 °C-on volt a legjelentősebb, nagyobb volt, mint 15 és 8 °C-os hőmérsékleten. A nagyobb méretű állatok algafogyasztása mindkét algakultúra esetén szignifikánsan ($p < 0,005$) jelentősebb volt (90 ± 31 ml ind⁻¹ h⁻¹), mint a kisebb kagylóké (41 ± 14 ml ind⁻¹ h⁻¹).

Az algák denzitása a Balatonvízben pozitív korrelációt (Pearson: $R = 0,680$, $p < 0,005$) mutatott a kagylók által kifiltrált algamennyiséggel, ugyanakkor nem volt ilyen összefüggés az alga biomassa tekintetében.

A Balatonban a 2005. évben is sikertelenek voltak a tízlábú rák (*A. astacus*) visszafogási kísérletek. Valószínű, hogy a hatalmas vízterületre behelyezett 3500 rák egyedsűrűsége az elvándorlás és a ragadozók okozta nagy mortalitás miatt oly mértékben felhígult, hogy a csapdába kerülés valószínűsége gyakorlatilag a nullával vált azonossá.

A kisebb vízfolyások, így a vizsgált két patak (Eger-patak Kapolcs és Monostorapáti között és a balatonfüredi Siske-patak) azonban jó élőhelynek bizonyultak, a betelepített, illetve bekerült rákok (*A. astacus*) viszonylag nagy egyedsűrűséget értek el. Az egészen kis példányok a vízterületen történő saját szaporodásra utalnak.

A Gyöngyös-patakból fogott, és tesztelt 16 jelzőrák (*P. leniusculus*) közül 4 fertőzött volt *A. astaci*-val, a Csónakázó tóból fogott 11 tesztelt állat egyike sem volt fertőzött, valószínű ez utóbbihoz az is hozzájárult, hogy egysejtű *Vorticella sp.*-val volt bevonva a rákok páncélja, s ez megakadályozhatta a rákpestis okozója (*A. astaci*) rajzó spóráinak megtelepedését.

Következtetések, javaslatok

1. A parti kőszórás bevonatában élő állatvilág regenerálódási jeleket mutat a vízszint emelkedése következtében, de lényeges átrendeződés is végbement.
2. A vándorkagyló lényeges előretörése tapasztalható az emelkedett vízszint mellett.
3. A vándorkagyló dominanciája következtében befolyásolta a szediment szén- és nitrogén tartalmát.
4. A vándorkagyló jelentősen hozzájárul a Balaton algamennyiségének alakulásához.
5. A Nyugat-magyarországi vízgyűjtőkről származó amerikai jelzőrákok (*P. leniusculus*) egy része rákpestissel (*A. astaci*) fertőzött, és nem tanácsos ezeket a vízgyűjtőket a Balaton vízgyűjtőjével mesterséges kapcsolatba hozni.

Irodalom

- Balogh Cs. és Muskó I. B. (2004) A vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) populációdinamikája balatoni hínárosban. - Hidrol. Közl. 84: 14-16.
- Balogh Cs., I. B. Muskó L. G-Tóth and L. Nagy. The effect of water level fluctuation on zebra mussels in Lake Balaton (Hungary). – Hydrobiologia, benyújtott dolgozat.
- Bence M. és Muskó I. B. (2004) Új pontokáspi faj, a telepes hidroidpolip (*Cordylophora caspia*) megjelenése a Balatonban. - Hidrol Közl. 84: 20-22.
- Gifford, D. J. (1993) Consumption of protozoa by copepods feeding on natural microplankton assemblages. - In: Kemp P. F., Sherr E. B. and J. J. Cole (eds.): Handbook of methods in aquatic microbial ecology. Lewins Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo: 723-731.
- G.-Tóth L., Muskó I. B., Balogh Cs., Németh P. és Kiszely P. (2005) A nyíltvíz és a parti öv gerinctelen állatvilágának kutatása. A Balaton kutatásának 2004. évi eredményei. (Szerk.: Mahunka S. és Banczerowski J.) MTA Budapest, p. 75-83.
- G.-Tóth L., Muskó I. B., Szalontai K. és Langó Zs. (1999) Az eutrofizáció hatása a planktonikus és bentikus gerinctelen állatvilág táplálkozására, produkciójára és anyagforgalmára a Balatonban.– A Balaton kutatásának 1998-as eredményei. (Szerk.: Salánki J. és Padisák J.) Kiadja: MTA Veszprémi Területi Bizottsága a Miniszterelnöki Hivatal anyagi támogatásával, Veszprém, 1999, p. 76-80.
- Kiszely P. (2004) Signal crayfish in Hungary – a vector of *Aphanomyces* - doomed future for *Astacus* in the Danube catchment area. – Crayfish News 26: 6-7.
- Muskó I. B., Balogh Cs., Varga É. és Tóth Á. P. (2005) Gerinctelen állatok szezonális dinamikája a Balaton köves parti zónájában az aszályos 2003. évben, különös tekintettel néhány pontokáspi inváziós fajra. - Hidrol. Közlöny 85 (6): 7-9.
- Muskó I. B., Cs. Balogh, Á. P. Tóth, É. Varga and Gy. Lakatos. Reaction of the littoral macroinvertebrates to the water level fluctuation of Lake Balaton (Hungary). – Hydrobiologia, benyújtott dolgozat.
- Muskó I. B. and Bakó B. (2005) The density and biomass of *Dreissena polymorpha* living on submerged macrophytes in Lake Balaton (Hungary). – Arch. Hydrobiol. 162: 229-251.