

- Keresztessy K. (1993): Faunistical Research on Hungarian Protected Fish Species. – Landscape and Urban Planning, 27, 115-122.
- Keresztessy K. (1995): The Situation of Threatened Fishes in Hungary. – 7th European Ecological Congress, Budapest, Proceedings, 51.
- Keresztessy K. (1996): Threatened freshwater fish in Hungary. – Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe (ed. A. Kirchhofer, D. Hefti) /Advances in Life Sciences/ Birkhauser. Basel-Boston-Berlin p. 73-77.
- Keresztessy K. (1998a): Endangered Freshwater Fishes of Hungary. – XVIII. International Congress of Genetics, Beijing, China, Proceedings, 175.
- Keresztessy K. (1998b): A víztér-típológia és a halfajok előfordulásának összefüggései. – Új kihívások a mezőgazdaság számára az EU-csatlakozás tükrében. XXVII. Óvári Tudományos Napok, Mosonmagyaróvár, 1998. szeptember 29-30. Proceedings, I/89-94.
- Keresztessy K. (2000a): Veszélyeztetett hazai halfajok.– Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem, Debrecen, p. 130.
- Keresztessy K. (2000b): Halvédelem Magyarországon. – 105-142. p. In: Faragó S. (szerk.): Gerinces állatfajok védelme, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron, 2000. p. 294.
- Lelek, A. (1987): Threatened Fishes of Europe. – (Vol 9, The Freshwater Fishes of Europe). Aula-Verlag Wiesbaden, p. 342.
- Abstract:** We have been carried out fishfaunistical research in Répce (under Hővej). Altogether 13 fish species were collected of which 4 are protected (*Gobio gobio*, *Romanogobio akbipinnatus*, *Rhodeus sericeus* and *Cobitis elongatoides*). *Rutilus rutilus*, *Rhodeus sericeus* and *Cobitis elongatoides* were present in higher individual numbers. Compared to the previous period, the conservation values decreased in this period. Before the technical planning of the reconstruction a biological research was carried out and the final construction drawings are to be realized based on the results of the examinations and the biological recommendations. Restoring the natural hydrology state the reproduction, nutritional chance of the native fish species will improve.
- Keywords:** restoration, fishfaunistical research, protected f
- Lovassy S. (1927): Magyarország gerinces állatai és gazdasági vonatkozásai. – Természettudományi Társulat, Budapest, p. 895.
- Mihályi F. (1954): Revision der Süßwasserfische von Ungarn und der angrenzenden Gebieten in der Sammlung des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Museums.–Ann. Hist. Nat. Mus. Hung., 5, 433-454.
- Pintér K. (1989): Magyarország halai.–Akadémiai Kiadó, Bp., p. 202.
- SOLVEX Környezet- és Vízgazdálkodási Tervező és Kivitelező Kft.: Répce, Rábca menti területek, vizes élőhelyek helyreállítása, vízelátása - I/II. ütem (I ütem: 21+375 - 38+952) Részletes megvalósítási tanulmány
- SOLVEX Környezet- és Vízgazdálkodási Tervező és Kivitelező Kft.: Répce, Rábca menti területek, vizes élőhelyek helyreállítása, vízelátása - II/II. ütem (II ütem: 0+000 - 21+375) Részletes megvalósítási tanulmány
- Unger E. (1919): Magyar édesvízi halhatározó. – Országos Halászati Egyesület, Budapest, p. 80.
- Vásárhelyi I. (1961): Magyarország halai írásban és képekben. – Borsodi Szemle Könyvtára, Miskolc, 135 p.
- Vutsikits Gy. (1918): A Magyar Birodalom Állatvilága. Fauna Regni Hungariae. – Budapest, p. 42.
- Winemiller, K.O.-Rose, K.A. (1992): Patterns of life-history diversification in North American fishes : implications for population regulation.– Can. J. Fish Aquat. Sci., 49, 2196-2218.

## Fitobenton közösségek összetételének változása a mesterséges aljzat minősége, az idő és a mélység függvényében

Kócai Zsuzsanna<sup>1</sup>, Vári Ágnes<sup>2</sup>, Boros Gergely<sup>2,3</sup>, Tóth Viktor<sup>2</sup>, Tátrai István<sup>2†</sup>, Görgényi Judit<sup>4</sup>, B-Béres Viktória<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem TEK-TTK Hidrobiológiai Tanszék, 4010. Debrecen, Pf. 57.

<sup>2</sup>MTA Ökológiai Kutatóközpont BLI, 8237. Tihany, Klebelsberg K. u. 3

<sup>3</sup>Department of Zoology, Miami University, Oxford, Ohio, U.S.A.

<sup>4</sup>MTA Ökológiai Kutatóközpont BLI, Tisza-kutató Osztály, 4026. Debrecen, Bem-tér 18/c

<sup>5</sup>Iszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi felügyelőség, 4025. Debrecen, Hatvan u. 16.

**Kivonat:** Munkánk során a Major-tó perifitonjának (teljes fitobentosz és kovaalga) időben, ill. vertikálisan bekövetkező változásait kísértük figyelemmel kétfajta mesterséges aljzaton. A mintavételi időtől és a mélységtől függetlenül minden esetben kovaalga-dominanciát tapasztaltunk. A teljes fitobentosz minőségi (taxonszám, relatív gyakoriság) vizsgálatának eredményei alapján elsősorban az egyazon időben vett minták képeztek egységet; a mennyiségi (algaszám L<sup>-1</sup>) adatok értékelésénél azonban nem lehetett ilyen „egyszerű” tendenciát kimutatni: míg egyes esetekben a mintavétel ideje, addig máskor a mélység, ill. az aljzat minősége volt a meghatározó. A kovaalga vizsgálatok eredményei egyértelmű *Achnanthyidium minutissimum* dominanciát mutattak. A kovaalga közösség összetétel elsősorban a mintavétel idejétől függött. A makrofita levelek egyenletlenségét jobban imitáló durva felületű aljzat taxonszáma az esetek több, mint 70%-ban magasabb volt, mint a sima felületű aljzaté.

**Kulcsszavak:** perifiton, mélység-, idő-, aljzat függés, Major-tó.

### Bevezetés

A sekély, kontinentális állóvizekben két stabil állapot váltja, válthatja egymást (Scheffer et al., 1993), melyek kialakulását, stabilitását számos abiotikus (Sand-Jensen és Søndergaard, 1981; Chambers és Kalff, 1985a,b; Twilley et al. 1985; Scheffer és van Nes, 2007) és biotikus (Phillips et al., 1978; Jeppesen et al., 1991; Jeppesen et al. 1997; Lauridsen et al., 2003; Roberts et al., 2003) tényező befolyásolja.

Szemben a zavaros vízü állapottal, melyet a fitoplankton fajok dominanciája jellemez, az ún. tiszta vízü állapot alatt a különböző hínárfajok borítása nő meg. A tiszta vízü állapot kialakulása, fluktuációja, tartóssága jelentősen befolyásolja a vízi ökoszisztéma összetételét, s nagyban hozzájárul a fitoplankton taxonok okozta vízvirágzások visszaszorulásához (Scheffer et al., 1993).

A szubmerz makrofita fajok kifejlődését, egyedszám-növekedését, elsődlegesen árnyékoló hatása miatt, jelentős mértékben akadályozhatja a növényeken kialakuló perifiton

bevonat (Sand-Jensen és Søndergaard, 1981; Roberts et al., 2003). Az érett perifiton réteg kialakulásához min. 3-4 hétre van szükség (MSZ EN 13946: 2003), azonban már a két hetes bevonat, melynek folyóban végzett kolonizációs kísérletek alapján a fajgazdagsága, és a diverzitása ilyenkor az egyik legmagasabb (Ács et al., 2000), is képes gátolni a makrofita fajok kolonizációját, az egyedek kifejlődését (Roberts et al., 2003).

Vizsgálatainkat a Kis-Balaton Vízügyi Rendszerhez tartozó Major-tavon végeztük, ahol megfigyeléseink szerint rendszeresen előfordul a szubmerz makrofita közösség összeomlása, melyet fitoplankton dominancia követ (Tátrai et al., 2009). Munkánk során elsődlegesen arra kerestük a választ, (i) milyen összetételű perifiton réteg alakulhat ki a tóban, és a bevonat mennyiségét és minőségét hogyan befolyásolja (ii) az idő; (iii) az aljzat minőség; (iv) továbbá a mélység.

## Bevezetés

A sekély, kontinentális állóvizekben két stabil állapot váltja, válthatja egymást (Scheffer et al., 1993), melyek kialakulását, stabilitását számos abiotikus (Sand-Jensen és Søndergaard, 1981; Chambers és Kalff, 1985a,b; Twilley et al.1985; Scheffer és van Nes,2007) és biotikus (Phillips et al.,1978; Jeppesen et al.,1991; Jeppesen et al.1997; Lauridsen et al.,2003; Roberts et al.,2003) tényező befolyásolja.

Szemben a zavaros vízü állapottal, melyet a fitoplankton fajok dominanciája jellemez, az ún. tiszta vízü állapot alatt a különböző hínárfajok borítása nő meg. A tiszta vízü állapot kialakulása, fluktuációja, tartóssága jelentősen befolyásolja a vízi ökoszisztéma összetételét, s nagyban hozzájárul a fitoplankton taxonok okozta vízvirágzások visszaszorulásához (Scheffer et al., 1993).

A szubmerz makrofita fajok kifejlődését, egyedszám-növekedését, elsődlegesen árnyékoló hatása miatt, jelentős mértékben akadályozhatja a növényeken kialakuló perifiton bevonat (Sand-Jensen és Søndergaard, 1981; Roberts et al., 2003). Az érett perifiton réteg kialakulásához min. 3-4 hétre van szükség (MSZ EN 13946: 2003), azonban már a két hetes bevonat, melynek folyóban végzett kolonizációs kísérletek alapján a fajgazdagsága, és a diverzitása ilyenkor az egyik legmagasabb (Ács et al., 2000), is képes gátolni a makrofita fajok kolonizációját, az egyedek kifejlődését (Roberts et al., 2003).

Vizsgálatainkat a Kis-Balaton Vízüvédelmi Rendszerhez tartozó Major-tavon végeztük, ahol megfigyeléseink szerint rendszeresen előfordul a szubmerz makrofita közösség összeomlása, melyet fitoplankton dominancia követ (Tátrai et al., 2009). Munkánk során elsődlegesen arra kerestük a választ, (i) milyen összetételű perifiton réteg alakulhat ki a tóban, és a bevonat mennyiségét és minőségét hogyan befolyásolja (ii) az idő; (iii) az aljzat minőség; (iv) továbbá a mélység.

## Anyag és módszer

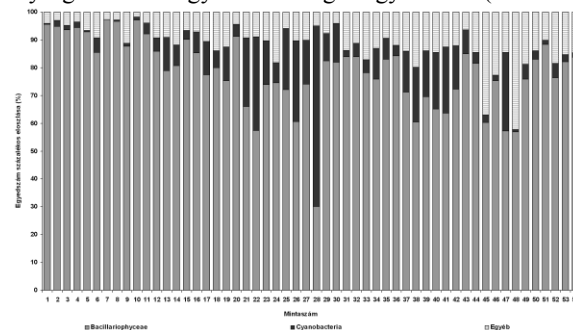
A Kis-Balaton Vízüvédelmi Rendszer kísérleti medencéjében, a Major-tavon, durva (polipropilén, IBICO) és sima (Ref. 01495, APLI, Spanyolország) felületű mesterséges aljzatokat helyeztünk ki 0-80 cm-es mélységekben 2010-ben (06.22.; 07.06.; 07.20.; 08.03.; 08.18.; 09.01.; 09.16.).

A Lugol-oldattal tartósított perifiton mintákat kétféle módon dolgoztuk fel: teljes bevonat, és kovaalga vizsgálattal. Ezek elvégzése előtt a bevonatot desztillált vízzel (10 ml) lemostuk a lemezokról, majd az így kapott mintákat kétfelé osztottuk. A teljes bevonat vizsgálatát Utermöhl-módszerrel (1958) (Olympus CKX31 mikroszkóp, 400x nagyítás), míg a bevonatalakító kovaalgák meghatározásához a minta feltárását (forró hidrogén-peroxidos eljárás), a preparátum készítését (Styrax beágyazó gyanta), valamint az identifikálást (Leica DMRB mikroszkóp, 1000-1600x nagyítás) az MSZ EN 13946:2003, az MSZ EN 14407:2004 alapján végeztük.

## Eredmények

A teljes perifiton vizsgálata során összesen 164 algataxont sikerült azonosítani, melynek 31%-a a Bacillariophyceae osztályba tartozott. Az egyes mintákban 30% és 97% közt mozgott a kovaalgák aránya (1. ábra). A megtalált taxonok jelenlétét, ill. ezek egyedszámát figyelembe véve elmondható, hogy az egyazon időben vett minták taxonösszetétele nagyobb hasonlóságot mutat, mint akár az egyazon felületen, ill. egyazon mélységben vett mintáké (1. ábra).

Összehasonlítva a kétféle aljzattípuson létrejött bevonat egységnyi felületre vonatkoztatott egyedszámát a mélység és az idő függvényében, mindkét típus esetében a júniusi és a szeptember eleji mintákban volt a legalacsonyabb az átlagos értékük (2a. ábra). Általános érvényű tendencia nem mutatható ki a két aljzat esetében; azonban míg a sima felületen a 40 cm-es, addig a durva felületű aljzaton a 20 cm-es mélységben volt nagyobb az átlagos egyedszám (2b. ábra).

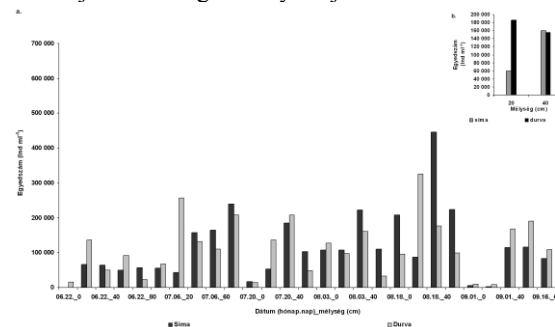


1. ábra. A kovaalgák (*Bacillariophyceae*), a cianobaktériumok (*Cyanobacteria*) és egyéb algataxonok aránya (%) a mintákban.

Figure 1. Percentage of diatoms (*Bacillariophyceae*), *Cyanobacteria* and other algal taxa in the samples.

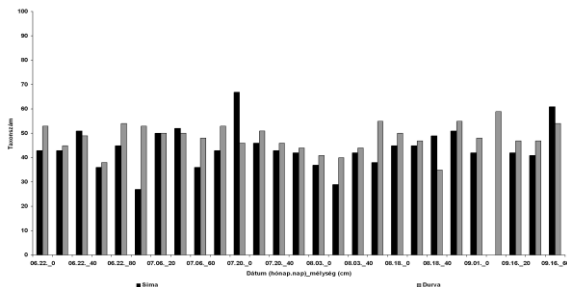
Ugyanazon bevonatminták felhasználásával tartós preparátumokat is készítettünk az egyes kovaalga taxonok pontos azonosítására. Vizsgálataink során összesen 171 taxont azonosítottunk. Adott mintavételeknél, azonos mélységekben, a sima és durva felületek összehasonlítása, az esetek 77 %-ában nagyobb volt a durva aljzatok bevonatának taxonszáma (4-49 %-kal) (3. ábra).

Míg a június végi- júliusi mintákban az Achnanthes rendbe tartozó taxonok aránya átlagosan ~50% (22-94%) volt, addig a később vett mintákban alig haladta meg, vagy el sem érte a 30%-ot (4., 5. ábra). Július végén a *Navicula cryptotenella* és a *Nitzschia amphibia* gyakorisága növekedett, augusztusban pedig az *Amphora pediculus* volt nagyszámban megfigyelhető a mintákban (6. ábra). Augusztustól csaknem minden esetben kisebb volt az Achnanthes, mint az egyéb (Bacillariales, Naviculares, Thalassiosiphales) rendbe tartozó taxonok aránya (4. ábra), továbbá augusztus második felétől az Achnanthes rendet, a korábbi *Achnantheidium minutissimum* formakörbe tartozó taxonok dominanciájától (5. ábra) eltérően, leginkább a *Cocconeis placentula* taxonok képviselték (6. ábra). Összességében elmondható, hogy a bentikus kovaalga-közösség taxonösszetételét elsősorban a mintavételi időpont, ill. kisebb mértékben az aljzat minősége befolyásolja.



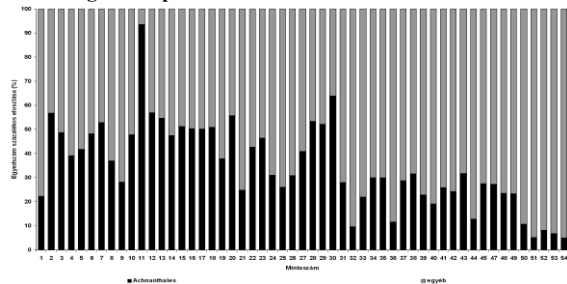
2. ábra. Egyedszám eloszlás ( $\text{Ind ml}^{-1}$ ) a mesterséges aljzat függvényében (a); Átlagos egyedszám ( $\text{Ind ml}^{-1}$ ) 20 és 40 cm-en a mesterséges aljzat függvényében (b)

**Figure 2** Changes of cell number (Ind ml<sup>-1</sup>) on different artificial substrates (a); Changes of average cell number (Ind ml<sup>-1</sup>) in depth of 20 and 40 cms on different artificial substrates (b)



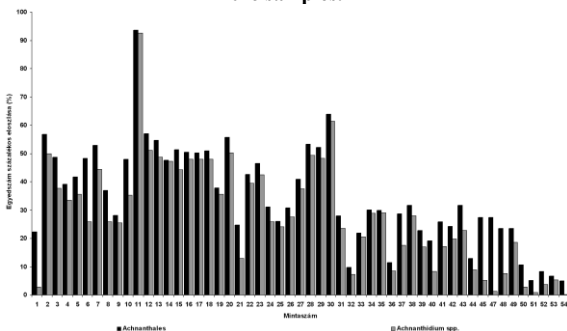
**3. ábra** Adott mintavételi időpontokban, adott mélységekben identifikált taxonok száma a kétféle (sima, durva) mesterséges aljzaton.

**Figure 3.** Number of identified taxa at given sampling dates, in given depth on different artificial substrates.



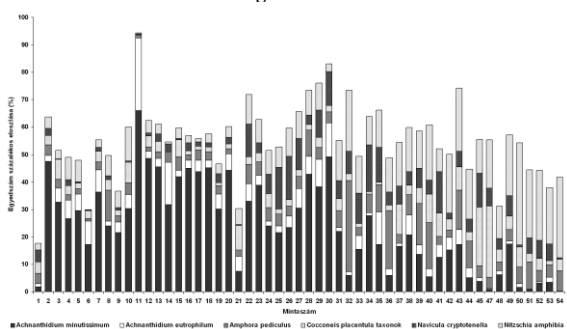
**4. ábra** Az Achnanthes ill. egyéb kovaalga rendek mintánkénti százalékos eloszlása

**Figure 4.** Percentage of Achnanthes and other diatom's orders in the samples.



**5. ábra.** Az Achnanthes, valamint az Achnanthyidium taxonok százalékos eloszlása

**Figure 5.** Percentage of Achnanthes order and Achnanthyidium genera



**6. ábra** Az *Ach. minutissimum*, *Ach. eutrophilum*, *Am. pediculus*, *C. placentula*, *Na. cryptotenella* és *Ni. Amphibia* taxonok százalékos eloszlása.

**Figure 6.** Percentate of *Ach. minutissimum*, *Ach. eutrophilum*, *Am. pediculus*, *C. placentula*, *Na. cryptotenella* and *Ni. amphibia* taxa.

#### Diszkusszió

A szubmerz makrofita fajokon kialakuló perifiton réteg, elsődlegesen annak árnyékoló hatása, sok más abiotikus és biotikus tényezővel együttesen (Scheffer et al., 2001; Jeppesen et al., 2005; Scheffer és van Nes, 2007), fontos szerepet játszik abban, mennyi ideig tart az egyes vízterekben a tiszta vízű állapot (Roberts et al., 2003). A perifiton közösség összetétele többek között szoros összefüggésben van mind az expozíciós idővel (Ács et al., 2000; Roberts et al., 2003), mind pedig az aljzat minőségével (Danilov és Ekelund, 2001; Záray et al., 2005; Kröpfel et al., 2006).

Munkánk során a vizsgálati ideje alatt egyértelmű kovaalga dominanciát mutattunk ki a Major-tó perifiton összetételében. Eredményeinket összevetve Ács és munkatársai (2000), valamint Záray és munkatársai (2005) vizsgálataival, elmondható, hogy az említett kutatócsoportok is Bacillariophyta dominanciát tapasztaltak mind a Velencei-, és Mogan-tóban (Záray et al., 2005), mind pedig a Dunában (Ács et al., 2000). Roberts és munkatársai (2003) eredményeivel ellentétben, aki HPLC-analízis segítségével 2000 és 2001 június végén, valamint július elején a Müggelsee perifitonjában zöldalga dominanciát írtak le, a Major-tóban egy minta kivételével (július 20., 60 cm-es mélység, durva felületű aljzat) minden esetben 50%-ot jelentősen meghaladta a kovaalga aránya. Hasonlóan ahhoz, amit Havens és munkatársai (1999) az Okeechobee-tóban tapasztaltak, a Major-tóban a kovaalga taxonokon kívül a cianobaktériumok egyedszáma volt viszonylag magas.

Szemben más vízterekkel (Danilov és Ekelund, 2001; Kröpfel et al., 2006) a Major-tó kovaalga közösségének összetételét nem elsősorban az aljzat minősége, hanem a mintavétel időpontja befolyásolta. Míg a június végi július eleji mintákban az Achnanthes rendbe tartozó taxonok aránya átlagosan ~50 % (23-93 %) volt, addig a később vett mintákban nem érte el 30 %-ot. A rendbe tartozó *Achnanthyidium minutissimum* az első kolonizáló taxonok közé tartozik (Brown és Austin, 1973; Stockner és Shortreed, 1976; Korte és Blinn, 1983), mely jól tűri a zavarást (Peterson és Hoagland, 1998), magas növekedési rátával rendelkezik (McCormick, 1996), valamint kedvezően kolonizálja a mesterséges aljzatokat (Tippett, 1970; Siver, 1977; Shortreed et al., 1985; Lay és Ward, 1987; Eulin és LeCohu, 1998). Azonban meg kell jegyezni, hogy a szubmerz makrofita levelek felszíni egyenetlenségét jobban imitáló durva felszíni mesterséges aljzaton az esetek 73%-ban magasabb volt a taxonszám, mint a sima felületű aljzatokon.

#### Köszönetnyilvánítás

Ez úton szeretnénk köszönetet mondani Dr. Sabine Hiltnek az ötletekért és a durva felületű fóliáért. Továbbá köszönettel tartozunk dr. Ács Évának és dr. Grigorszky Istvánnak a határozásban nyújtott segítségért, és dr. Török Péternek a statisztikai elemzéseikért.

#### Irodalom

- Ács, É., K. T. Kiss, K. Szabó & J. Makk, 2000. Short-term colonization sequence of periphyton on glass slides in a large river (River Danube, near Budapest). *Algological Studies* 100: 135-156.
- Brown, S.-D. & A. P. Austin, 1973. Spatial and temporal variation in periphyton and physico-chemical conditions in the littoral of a lake. *Archives of Hydrobiology* 71: 183-232.
- Chambers, P. A. & J. Kalff, 1985a. The influence of sediment composition and irradiance on the growth and morphology of *Myriophyllum spicatum*. *Aquatic Botany* 22: 253-264.
- Chambers, P. A. & J. Kalff, 1985b. Depth distribution and biomass of submersed aquatic macrophyte communities in relation to Secchi depth. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic sciences* 42: 701-709.
- Danilov, R. A. & N. G. A. Ekelund, 2001. Comparison of usefulness of three types of artificial substrata (glass, wood and plastic) when

- studying settlement patterns of periphyton in lakes of different trophic status. *Journal of Microbiological Methods* 45: 167-170.
- Eulin, A. & R. LeCohu, 1998. Epilithic diatom communities during the colonization of artificial substrates in the River Garonne (France). Comparison with the natural communities. *Archives of Hydrobiology* 143: 79-106.
- Havens, K. E., A. D. Steinman, H. J. Carrick, J. W. Louda, N. M. Winfree & E. W. Baker, 1999. Comparative analysis of Lake Periphyton communities using high performance liquid chromatography (HPLC) and light microscope counts. *Aquatic Sciences* 61: 307-322.
- Jeppesen, E., J. P. Jensen, M. Søndergaard, T. Lauridsen, L. J. Pedersen & L. Jensen, 1997. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water-depth. *Hydrobiologia* 342(343): 151-164.
- Jeppesen, E., M. Søndergaard, J. P. Jensen, K. Havens, O. Anneville, L. Carvalho, M. F. Coveney, R. Deneke, M. Dokulil, B. Foy, D. Gerdeaux, S. E. Hampton, K. Kangur, J. Köhler, S. Körner, E. Lammens, T. L. Lauridsen, M. Manca, R. Miracle, B. Moss, P. Nöges, G. Persson, G. Phillips, R. Portielje, S. Romo, C. L. Schelske, D. Straile, I. Tátrai, E. Willén & M. Winder, 2005. Lake responses to reduced nutrient loading- an analysis of contemporary data from 35 European and North American long term studies. *Freshwater Biology* 50: 1747-1771.
- Jeppesen, E., P. Kristensen, J. P. Jensen, M. Søndergaard, E. Mortensen & T. L. Lauridsen, 1991. Recovery resilience following a reduction in external phosphorus loading of shallow eutrophic Danish lakes: duration, regulating factors and methods for overcoming resilience. *Memorie dell' Instituto Italiano di Idrobiologia* 48: 127-148.
- Korte, V. L. & D. W. Blinn, 1983. Diatom colonization of artificial substrates in pool and riffle zones studied by light and scanning electron microscopy. *Journal of Phycology* 19: 332-341.
- Kröpfel, K., P. Vladár, K. Szabó, É. Ács, A. K. Borsodi, Sz. Szikora, S. Caroli & Gy. Zárny, 2006. Chemical and biological characterisation of biofilms formed on different substrata in Tisza river (Hungary). *Environmental Pollution* 144: 626-631.
- Lauridsen, T. L., J. P. Jensen, E. Jeppesen & M. Søndergaard, 2003. Response of submerged macrophytes in Danish lakes to nutrient loading reductions and biomanipulation. *Hydrobiologia* 506/509: 641-649.
- Lay, J. A. & A. K. Ward, 1987. Algal community dynamics in two streams associated with different geological regions in the southeastern United States. *Archives of Hydrobiology* 108: 305-324.
- McCormick, P. V., 1996. Resource competition and species coexistence in freshwater benthic algal assemblages. In: Stevenson, R. J., M. L. Bothwell & R. L. Lowe (eds), *Algal Ecology, Freshwater Benthic Ecosystems*. Academic Press, New York: 229-252.
- MSZ EN 13946:2003: Water quality. Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. (Vízminőség. Útmutató folyók benthikus kovamoszatjainak általános mintavételéhez és minta-előkészítéséhez).
- MSZ EN 14407:2004: Water quality. Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. (Vízminőség. Útmutató szabvány folyóvizékből vett minták benthikus kovamoszatjainak azonosításához, számlálásához és értékeléséhez).
- Peterson, C. G. & K. D. Hoagland, 1990. Effects of wind-induced turbulence and algal mat development on epilithic diatom succession in a large reservoir. *Archives of Hydrobiology* 118: 47-68.
- Phillips, G. L., D. Eminson & B. Moss, 1978. A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated fresh waters. *Aquatic Botany* 4: 103-126.
- Roberts, E., J. Kroker, S. Körner & A. Nicklisch, 2003. The role of periphyton during the re-colonization of a shallow lake with submerged macrophytes. *Hydrobiologia* 506-509: 525-530.
- Sand-Jensen, K. & M. Søndergaard, 1981. Phytoplankton and epiphyte development and their shading effect on submerged macrophytes in lakes of different nutrient status. *Internationale Revue gesamten Hydrobiologie* 66(4): 529-552.
- Scheffer, M., S. H. Hopper, M.-L. Meijer, B. Moss & E. Jeppesen, 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 257-279.
- Scheffer, M. & E. H. van Nes, 2007. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven climate, nutrients, depth and lake size. *Hydrobiologia* 584: 455-466.
- Scheffer, M., S. Carpenter, J. A. Foley, C. Folke & B. Walker, 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413: 591-596.
- Shortreed, K. S., A. C. Costella & J. G. Stockner, 1984. Periphyton biomass and species composition in 21 British Columbia lakes: seasonal abundance and response to whole-lake nutrient additions. *Canadian Journal of Botany* 62: 1022-1031.
- Siver, P. A., 1977. Comparison of attached diatom communities on natural and artificial substrates. *Journal of Phycology* 13: 402-406.
- Stockner, J. G. & K. S. Shortreed, 1976. Autotrophic production in Carnation Creek, a coastal rainforest stream on Vancouver Island, British Columbia. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 33: 1553-1563.
- Tátrai, I., G. Boros, Á. I. György, K. Mátyás, J. Korponai, P. Pomogyi, M. Havasi & T. Kucserka, 2009. Abrupt shift from clear to turbid state in a shallow eutrophic, biomanipulated lake. *Hydrobiologia* 620: 149-161.
- Tippett, R., 1970. Artificial surfaces as a method of studying populations of benthic algae in fresh water. *British Phycological Journal* 5: 187-199.
- Twilley, R. R., W. M. Kemp, K. W. Staver, J. C. Stevenson & W. R. Boynton, 1985. Nutrient enrichment of estuarine submersed vascular plant communities. I. Algal growth and effects on production of plants and associated communities. *Marine Ecology Progress Series* 23: 179-191.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. V. Limnol.* 9: 113-118.
- Zárny, Gy., K. Kröpfel, K. Szabó, Gy. Taba, É. Ács, B. Berlinger, M. Dogan, B. Salih & A. Akbulut, 2005. Comparison of freshwater biofilms grown on polycarbonate substrata in Lake Velence (Hungary) and Lake Mogan (Turkey). *Microchemical Journal* 79: 145-148

### Changes of the phytobenton community's composition depending on quality of artificial substrates, time and depths

Kókai Zsuzsanna<sup>1</sup>, Vári Ágnes<sup>2</sup>, Boros Gergely<sup>2,3</sup>, Tóth Viktor<sup>2</sup>, Tátrai István<sup>2†</sup>, Görgényi Judit<sup>4</sup>, B-Béres Viktória<sup>5</sup>

<sup>1</sup>University of Debrecen, Department of Hydrobiology, P.O. Box 57, Debrecen, H-4010. Hungary

<sup>2</sup>Balaton Limnological Research Institute of the HAS, Klebelsberg K. str. 3, Tihany, H-8237. Hungary

<sup>3</sup>Department of Zoology, Miami University, Oxford, Ohio, U.S.A.

<sup>4</sup>Hungarian Academy of Sciences Centre for Ecological Research, Balaton Research Institute Tisza River Research, Bem sq. 18/c, Debrecen, H-4026. Hungary

<sup>5</sup>Environmental Protection, Nature Conservation and Water Authority, Trans-Tiszanian Region, Hatvan str. 16, Debrecen, H-4025. Hungary

**Abstract:** We investigated the effects of time and depths on phytonbenton community (total phytobenton and diatoms) on different artificial substrates in Lake Major. Regardless of time, depths and quality of substrates dominance of diatom taxa were observed. Total phytobenton community's composition collected at the same time was much more similar to one other than community's composition collected from the same depths or from the same artificial substrates. The changes of cell number was much more complicated: there were not clear dependency observed on time, depths or artificial substrates. *Achnanthes minutissimum* dominance was showed during analysis of diatoms. The composition of diatom community was much more time dependent than artificial substrate quality or depth dependent. The number of taxa was higher in most cases (more than 70%) on artificial substrates with rough surface (imitating macrophyte leaves) than on artificial substrates with smooth surface.

**Keywords:** periphyton community, depth, time, quality of artificial substrate, Lake Major