

Az extrém száraz időjárás hatása az *Achnanthydium minutissimum* és *Achnanthydium eutrophilum* egyedszámára (Sebes-Körös, Körösszakál)

Kókai Zsuzsanna^{1,2}, Török Péter³, Bácsi István², T-Krasznai Enikő¹, B-Béres Viktória¹

¹Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi felügyelőség, 4025 Debrecen, Hatvan u. 16.

²Debreceni Egyetem TEK-TTK Hidrobiológiai Tanszék, 4010 Debrecen, Pf. 57.

³MTA-DE Biodiverzitás Kutatócsoport, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

Kivonat: A 2012-es év nyara és az ősz rendkívül száraz volt Magyarországon, aminek köszönhetően hazai vízfolyásaink vízhozama, ill. vízszintje jelentősen csökkent. Vizsgálataink során arra a kérdésre kerestük a választ, miként befolyásolta a 2012-es év extrém száraz időjárása – és az ezzel együtt járó vízhozam csökkenés és tápanyag-dúsulás – a Sebes-Körös (Körösszakál) *Achnanthydium minutissimum* és *A. eutrophilum* populációinak dinamikáját. A két *Achnanthydium* taxon minél pontosabb határozása azért fontos, mert eltérő ökológiai állapotú vizek indikátor fajai. Eredményeink alapján elmondható, hogy míg az *A. minutissimum* egyedszám-változása pozitívan korrelált a vízhozammal és negatívan a nitrát-koncentrációval, addig az *A. eutrophilum* esetében az előzőekkel ellentétes tendenciát figyeltünk meg. Eredményeink rávilágítanak arra, hogy még egy stabilan jó ökológiai állapottal jellemezhető vízfolyás kovaalga-közössége is feltűnően érzékenyen reagálhat a szélsőséges időjárási viszonyok okozta vízhozam csökkenésre és az ezzel szorosan összefüggő tápanyag-koncentrációra.

Kulcsszavak: perifiton fajösszetétel, guild, extrém száraz időjárás, Sebes-Körös

Bevezetés

Napjainkban a bevonatalkotó fotoszintetizáló szervezetek közül az egyik leggyakrabban vizsgált élőlénycsoportot a kovaalga alkotják. Rendkívül széles körben elterjedtek - megtalálhatóak az arktikus, a mérsékelt övi és trópusi régiókban egyaránt - (Sorayya et al., 2012; Weckström és Korhola, 2001), emellett fontos szerepet töltenek be mind a vízfolyások (Hering et al., 2006; Kireta et al., 2012; Wu et al., 2009), mind a tavak (Bolla et al., 2010; Chetelat et al., 2010; Weckström és Korhola, 2001) anyagforgalmában és oxigéntermelésében. Bár pontos határozásuk a jelenleg gyakorlatban használt fénymikroszkópos vizsgálatokkal (1000-1600× nagyítás) nem minden esetben lehetséges (*Gomphonema parvulum*-komplex, *Achnanthydium minutissimum*-komplex, *Encyonopsis microcephala*-komplex; Morales et al., 2001), más bentikus algacsoportokhoz képest mégis viszonylag egyszerű az identifikálásuk (Kireta et al., 2012; MSZ EN 13946:2003).

Passy (2007) a taxonómiai ismeretekre és az egyes kovaalga életformátípusokra (mozgékony, kolóniaképző, csőszerű kocsonyaburokkal rendelkező, nyéllel rögzült, pionír) támaszkodva – figyelembe véve az egyes taxonok zavarástűrését és a tápanyag ellátottságot – három ökológiai guildet (alacsony profilú, magas profilú, mozgékony) hozott létre, melyet Rimet és Bouchez (2012) egy negyedik, planktonikus guilddel egészített ki (1. táblázat). Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy a Passy által megalkotott guildek jól reflektálnak a környezet fizikai-kémiai változásaira (Passy, 2007; Berthon et al., 2011; Stenger-Kovács et al., 2013). Mivel a guildekbe történő csoportosítás jellemzően genusok alapján történik, így bár az *Achnanthydium minutissimum* és *A. eutrophilum* tápanyagigénye eltérő, mégis mindkét taxon az alacsony profilú guild tagjának tekinthető.

1. táblázat: Az egyes ökológiai guildek zavarással szemben mutatott érzékenysége (+ ellenáll a zavarásnak, - zavarást kevésbé tűri) és a tápanyag-ellátottság (+ magas, - alacsony) Berthon et al. 2011 nyomán

Table 1 Resistance of ecological guilds to the disturbance (+ high, - low) and the nutrient enrichment (+ high, - low) according to Berthon et al. 2011

	Zavarástűrés	Tápanyag-ellátottság	Jellemző taxonok
Alacsony profilú	+	—	<i>Achnanthydium</i> , <i>Amphora</i> , <i>Cocconeis</i> , <i>Cymbella</i>
Magas profilú	—	+	<i>Aulacoseira</i> , <i>Fragilaria</i> , <i>Gomphonema</i>
Mozgékony	—	+	<i>Navicula</i> , <i>Nitzschia</i> , <i>Surirella</i>

Az elmúlt évtizedekben, elsődlegesen a klímaváltozástól adódóan hazánkban is egyre gyakoribbak a szélsőséges időjárási viszonyok (szélsőségesen száraz, valamint szélsőségesen csapadékos nyarak a kontinentális régióban, valamint az ezzel együtt járó vízhozam ingadozások). A bevonatalkotó kovaalga közösségek faj és guild-összetételének rendszeres monitorozása lehetőséget teremthet a klímaváltozással együtt járó változások feltárására is.

A 2012-es év nyara és az ősz (július - szeptember) extrém száraz volt Magyarországon (www.met.hu; www.vizugy.hu). Ezen nagyon száraz időjárásnak köszönhetően hazai vízfolyásaink vízhozama, ill. vízszintje jelentősen csökkent. Ezt a jelenséget lehetett megfigyelni a Sebes-Körös (síksági, nagy vízgyűjtő területű, közepes folyó) körösszakáli mintavételi pontján is, mely helyzete miatt (magyar-román országhatáron történő átlépést követő első mintavételi pont) kiemelt fontosságú.

Anyag és módszer

A Sebes-Körösből (Körösszakál, pozíció: N: 47° 00' 41,95" E: 21° 36' 25,68") származó bevonatminták gyűjtése az MSZ EN 13946:2003 szabványnak megfelelően, egy vegetáció perióduson keresztül (2012. április-szeptember, havi mintavételek) kövekről történt.

A bevonatmintákat a mintavétel helyszínén Lugol-oldattal tartósítottuk, majd forró hidrogén-peroxidos roncsolást követően tartós preparátumot készítettünk belőlük. A gyantába ágyazott mintákat Leica DMRB kutatómikroszkóppal, 1000-1600×-os nagyításon, olajimmerziós lencsével vizsgáltuk, amíg legalább 400 valvát meg nem határoztunk (MSZ EN 14407:2004). Az össz-nitrogén az MSZ 12750-20:1972, az össz-foszfor az MSZ EN ISO 6878:2004, míg a klorofill-

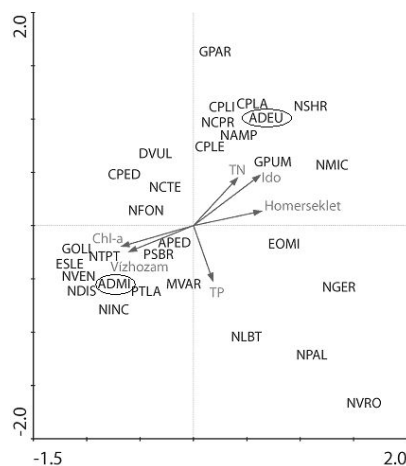
tartalom mérése az MSZ ISO 10260:1993 szabványok alapján a TIKTVF Mérőállomás (Regionális Mérőközpont) laboratóriumában történt. A vízhozam adatokat az Országos Vízügyi Főigazgatóság bocsátotta rendelkezésünkre.

A kovaalga közösség fajösszetételének, mennyiségi viszonyainak, illetve a kiemelten fontos környezeti háttérváltozóknak (TN, TP, vízhozam, klorofill-a, idő, hőmérséklet) az összefüggését kanonikus korrespondencia-elemzés (CCA) segítségével vizsgáltuk.

Az *Achnanthydium minutissimum* fajkomplexbé tartozó két *Achnanthydium* faj (*A. minutissimum* és *A. eutrophilum*) elkülönítését Potapova és Hamilton 2007-es munkája alapján végeztük.

Eredmények

A CCA elemzés azt mutatta meg, hogy az április-szeptemberi mintavételek alkalmával mely domináns (dominancia ≥ 5) és szubdomináns ($1 \leq \text{dominancia} < 5$) taxonok megjelenését és gyakoriságát befolyásolta a vízhozam és a klorofill-tartalom (GOLI, ESLE, NVEN, NTPT, **ADMI**, NDIS, NINC, PTLA, PSBR, APED), illetve a TN, az idő és a hőmérséklet (CPLA spp., **ADEU**, GPAR, GPUM, NCPR, NSHR, NAMP, NMIC) (1. ábra).

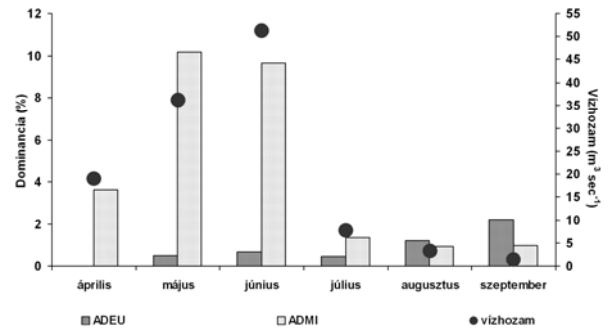


1. ábra: A fitobiosz közösségek és környezeti háttérváltozók kapcsolata. Relatív fajgyakoriság adatokon alapuló kanonikus korrespondencia-elemzés (CCA). Az 1. és 2. tengely kumulatív fajvariációjára rendre 34,9 és 57,8 volt. Jelmagyarázat: A fajok rövidítésére az OMNIDIA Program által is alkalmazott és ott kidolgozott kódokat használtuk, az *Achnanthydium minutissimum* (ADMI) és *Achnanthydium eutrophilum* (ADEU) OMNIDIA kódját bekarikáztuk.

Figure 1 Relations of species composition of diatom assemblages and environmental variables displayed by CCA based on relative species abundances. Cumulative species variances of the first and second axis were 34.9 and 57.8 respectively. The abbreviation of taxa were used four letter OMNIDIA codes. Codes of *Achnanthydium minutissimum* (ADMI) and *A. eutrophilum* (ADEU) are highlighted in circles.

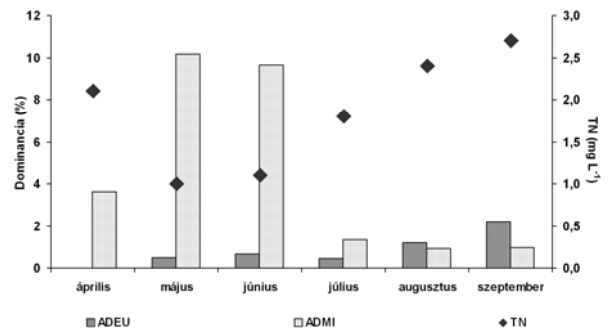
A Sebes-Körös kovaalga közösségének fajösszetételét a körösszakáli mintavételi helyen elsődlegesen a vízhozam változások (tavasz végi vízhozam emelkedés, nyáron drasztikus vízhozam csökkenés) és az ezzel szorosan összefüggő TN tartalommal bekövetkező változások befolyásolták (1. ábra). Míg az *Achnanthydium minutissimum*, s hozzá hasonlóan például az *Encyonema silesiacum* és *Planothidium lanceolatum*, relatív gyakoriságának emelkedése a vízhozam növekedésével (május-június, 2. ábra) mutatott pozitív összefüggést, a TN tartalommal pedig negatívan korrelált, addig az *Achnanthydium eutrophilum* (mellette pl. *Navicula schroeteri* var. *schroeteri*, *Nitzschia microcephala*) a

TN tartalom emelkedésével (július-szeptember, 3. ábra) korrelált pozitívan.



2. ábra: Az *Achnanthydium minutissimum* (ADMI) és *Achnanthydium eutrophilum* (ADEU) taxonok dominanciájának változása a vízhozam függvényében.

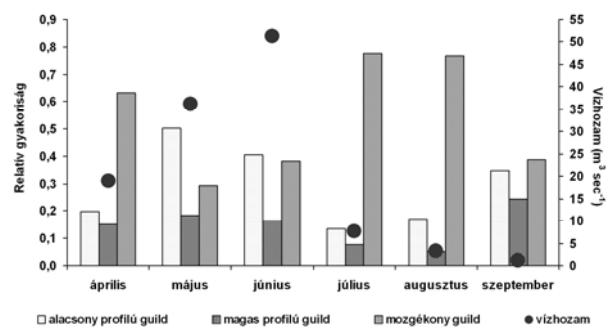
Figure 2 Changes of dominances of *Achnanthydium minutissimum* (ADMI) and *Achnanthydium eutrophilum* (ADEU) as a function of water discharge.



3. ábra: Az *Achnanthydium minutissimum* (ADMI) és *Achnanthydium eutrophilum* (ADEU) taxonok dominanciájának változása a TN függvényében.

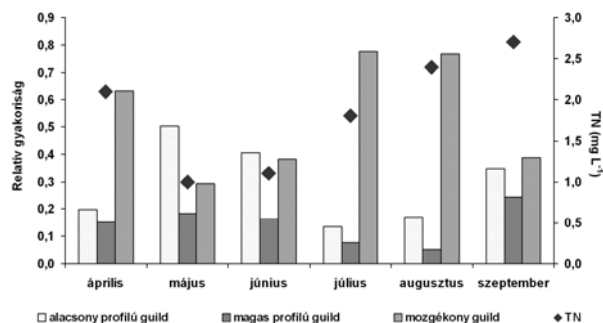
Figure 3 Changes of dominances of *Achnanthydium minutissimum* (ADMI) and *Achnanthydium eutrophilum* (ADEU) as a function of TN.

A guildok egymáshoz viszonyított arányai is jelentősen változtak a fizikai és kémiai változók függvényében. Míg az alacsony profilú guildbe tartozó taxonok össz-relatív gyakorisága alacsony TN tartalom és magas vízhozam mellett érte el a maximumát, addig a mozgékony és a magas profilú guildbe tartozó taxonoké alacsony vízhozam és magas TN tartalom mellett volt a legmagasabb. Emellett azonban kiemelni, hogy az alacsony profilú guild össz-relatív gyakorisága szeptemberre is megemelkedett, köszönhetően az *Achnanthydium eutrophilum* és *Cocconeis placentula* fajoknak, melyek szemben más alacsony profilú taxonokkal, a TN tartalom növekedését tolerálták, azzal mutattak pozitív korrelációt (4. és 5. ábra).



4. ábra: Az egyes guildekbe tartozó taxonok össz.-relatív gyakoriságának változása a vízhozam függvényében.

Figure 4 Changes of relative abundance of taxa belonging to certain guilds as a function of water discharge.



5. ábra: Az egyes guildekbe tartozó taxonok össz.-relatív gyakoriságának változása a TN függvényében.

Figure 5 Changes of relative abundance of taxa belonging to certain guilds as a function of TN.

Diskusszió

A szélsőséges időjárási viszonyok az arktikus területek mellett a kontinentális régióban is jól megfigyelhető változásokat idézhetnek elő az egyes élőlényközösségek összetételében. A közép-európai nagyobb vízfolyások esetében ezek szélsőségesen magas, illetve alacsony vízhozamot indukálhatnak, mely „zavaró” hatásából adódóan együtt jár a kovaalg közösség összetételének megváltozásával is (Ács et al., 2003; Ács et al., 2006).

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a közösség összetételét, valamint a guildok arányát leginkább a vízhozam és azzal szoros összefüggésben a tápanyagtartalom (TN) bekövetkező változások befolyásolták. A 2012-ben tapasztalt szélsőséges időjáráshoz kapcsolódó jelenségekre az általunk vizsgált és kiemelt két faj különböző módon reagált: az *Achnanthydium minutissimum* taxonok aránya a vízhozam emelkedésével együtt végbemenő TN értékek csökkenésével emelkedett, valamint a vízhozam lecsökkenését követő magas TN tartalom mellett relatív gyakoriságuk drasztikusan csökkent. Ezzel szemben azonban, ahogy nőtt a TN értéke és csökkent a vízhozam, úgy nőtt az *Achnanthydium eutrophilum* relatív gyakorisága.

Összhangban az Ács és munkatársai (2006) által a Dunán megfigyelttel, az *Achnanthydium minutissimum* relatív gyakorisága a vízhozam emelkedésével többszörösére nőtt, majd a vízhozam drasztikus lecsökkenésével a taxon gyakorisága is tizedére esett vissza. Gottschalk és Kahlert (2012) 73 svéd tó vizsgálatánál azt tapasztalta, hogy az *Achnanthydium minutissimum* formakör relatív gyakorisága, mely esetében a sejtek átlagos szélessége 2,2-2,8 µm volt, a tápanyagszegény tavakban volt a legnagyobb. A 2,8 µm-nél szélesebb *Achnanthydium minutissimum* formakörbe tartozó egyedek relatív gyakorisága a tápanyagszegény és tápanyagban gazdag területeken közel azonos (~0,033-0,038) volt. A mi eredményeink is azt mutatják, hogy az *Achnanthydium minutissimum* (szélesség 1.5-3.3 µm, lineáris-lándzsa alak) a tápanyagban szegényebb, az *Achnanthydium eutrophilum* (szélesség 2.1-4.4, rombold forma) tápanyagdúsabb környezetben fordult elő nagy relatív gyakorisággal. Ezekkel az eredményekkel összhangban áll De Fabricius és munkatársainak (2003) munkája, akik a Cuarto folyó vizsgálatok során azt tapasztalták, hogy az *Achnanthydium minutissimum* relatív gyakorisága az alacsonyabb nitrát- és nitrit-tartalmú folyószakaszokon volt magasabb. A Potapova és Hamilton (2007) által leírtak is azt támasztják alá, hogy az

Achnanthydium eutrophilum, az *Achnanthydium minutissimum* ellentétben, elsősorban a tápanyagban gazdagabb élőhelyeken fordul elő nagyobb mennyiségben. Továbbá tapasztalataink jól összevethetők Berthon és munkatársai (2011) eredményeivel is, akik megfigyelései szerint az *Achnanthydium eutrophilum* erős korrelációt mutat a TN tartalom változásával, ezért a tápanyagdús, közepes minőségű vizek idikátorfajának tekinthető.

Az *Achnanthydium* fajok az első kolonizálók közé tartoznak, melyek életstratégiájuknak köszönhetően nagyon gyorsan képesek nagy mennyiségben elszaporodni (Passy, 2007). Elsősorban ezért kerülhetett mindkét *Achnanthydium* faj az alacsony profilú guildbe.

Vizsgálataink során – Passy (2007) eredményeihez hasonlóan – az alacsony profilú guildbe tartozó taxonok legnagyobb relatív gyakoriságát a legmagasabb vízhozam és legalacsonyabb TN koncentráció mellett figyeltük meg. Azonban szemben Passy (2007) illetve Berthon és munkatársai (2011) által tapasztaltakkal, bár az ebbe a típusba tartozó számos taxon (többek között *Achnanthydium minutissimum*, *Amphora pediculus*, *Encyonema silesiacum*, *Planothidium lanceolatum*) relatív gyakorisága a vízhozammal pozitív korrelációt, míg a TN-tartalommal negatív korrelációt mutatott, addig bizonyos taxonok gyakorisága (pl. ADMI) a TN-koncentrációval korrelált pozitívan.

Konklúzió

A Passy (2007) által megkülönböztetett három guild, mivel az eddigi eredmények alapján úgy tűnik, jól reflektál a környezet fizikai-kémiai változásaira, további vizsgálatokkal kiegészítve akár a biomonitorozás során is rendkívül fontos többlet információt szolgáltathat. Ugyanis – szemben a legtöbb esetben legalább faji szintű határozáson alapuló jelenlegi minősítési rendszerrel – általában „csak” genus szintű határozást igényel.

Azonban a fent bemutatott eredmények a következőkre hívják fel a figyelmet: Mivel adott genus, vagy akár fajkomplex - jelen esetben *Achnanthydium minutissimum*-komplex - különböző taxonjai eltérő ökológiai igényekkel rendelkezhetnek, így felmerül a kérdés, hogy a két *Achnanthydium* faj továbbra is azonos guildbe tartozzon-e. Ez a probléma kiküszöbölhető lehetne – sokkal szélesebb körű vizsgálatokra alapozva – vagy a guildok számának növelésével, vagy egy-egy guild alcsoportokra bontásával.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a TIKTVF Mérőállomás munkatársainak, akik segítségünkre voltak a mintavételek és a fizikai-kémiai paraméterek megmérése során, valamint az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak, hogy a vízhozam adatokat rendelkezésünkre bocsátotta. Munkánk és a kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú *Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program* című kiemelt projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával (B-Béres Viktória, Kókai Zsuzsanna, Török Péter), a Bolyai János Posztdoktori Ösztöndíj (Bácsi István, Török Péter), a Debreceni Egyetem Belső Kutatási Pályázat (Bácsi István), valamint az OTKA PD 100192 pályázat (Török Péter) támogatásával valósult meg.

Irodalom

Ács, É., K. Szabó, K. T. Kiss & F. Hindák, 2003. Benthic algal investigations in the Danube river and some of its main tributaries from Germany to Hungary. *Biologia, Bratislava* 58/4: 545-554.

- Ács, É., K. Szabó, Á. K. Kiss, B. Tóth, Gy. Záray & K. T. Kiss, 2006. Investigation of epilithic algae on the River Danube from Germany to Hungary and the effect of a very dry year on the algae of the River Danube. *Archiv für Hydrobiologie. Supplementband* 158/3: 389-417.
- Berthon, V., A. Bouchez & F. Rimet, 2011. Using diatom life-forms and ecological guilds to assess organic pollution and trophic level in rivers: a case study of rivers in south-eastern France. *Hydrobiologia* 673: 259-271.
- Bolla, B., G. Borics, K. T. Kiss, M. N. Reskóné, G. Várbiro & É. Ács, 2010. Recommendations for ecological status assessment of lake Balaton (largest shallow lake of central Europe), based on benthic diatom communities. *Vie Milieu* 60/3: 1-12.
- Chetelat, J., L. Cloutier & M. Amyot, 2010. Carbon sources for lake food webs in the Canadian High Arctic and other regions of Arctic North America. *Polar Biology* 33: 1111-1123.
- De Fabricius, A. L. M., N. Maidana, N. Gómez & S. Sabater, 2003. Distribution patterns of benthic diatoms in a Pampean river exposed to seasonal floods: the Cuarto River (Argentina). *Biodiversity and Conservation* 12: 2443-2454.
- Gottschalk, S. & M. Kahlert, 2012. Shifts in taxonomical and guild composition of littoral diatom assemblages along environmental gradients. *Hydrobiologia* 694: 41-56.
- Hering, D., R. K. Johnson & A. Buffagni, 2006. Linking organism groups – major results and conclusions from the STAR project. *Hydrobiologia* 566: 109-113.
- Kireta, A. R., E. D. Reavie, G. V. Sgro, T. R. Angradi, D. W. Bolgrien, B. H. Hill & T. M. Jicha, 2012. Planktonic and periphytic diatoms as indicators of stress on great rivers of the United States: Testing water quality and disturbance models. *Ecological Indicators* 13: 222-231.
- Morales, E. A., P. A. Siver & F. R. Trainor, 2001. Identification of diatoms (Bacillariophyceae) during ecological assessments: comparison between light microscopy and scanning electron microscopy techniques. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 151: 95-103.
- MSZ EN 13946:2003: Water quality. Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. (Vízminőség. Útmutató folyók bentikus kovamoszatjainak általános mintavételéhez és mintaelőkészítéséhez.)
- MSZ EN 14407:2004: Vízminőség. Útmutató szabvány folyóvizékből vett minták bentikus kovamoszatjainak azonosításához, számlálásához és értékeléséhez.
- Passy, S. I., 2007. Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany* 86: 171-178.
- Potapova, M. & P. B. Hamilton, 2007. Morphological and ecological variation within the *Achnanthydium minutissimum* (Bacillariophyceae) species complex. *Journal of Phycology* 43: 561-575.
- Rimet, F. & A. Bouchez, 2012. Life-forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 406: 01.
- Sorayya M., S. Aishah & B. M. Sapiyan, 2012. Supervised and Unsupervised Artificial Neural Networks for Analysis of Diatom Abundance in Tropical Putrajaya Lake, Malaysia. *Sains Malaysiana* 41/8: 939-947.
- Stenger-Kovács, C., E. Lengyel, L. O. Crossetti, V. Üveges & J. Padišák, 2013. Diatom ecological guilds as indicators of temporally changing stressors and disturbances in the small Torna-stream, Hungary. *Ecological Indicators* 24: 138-147.
- Weckström, J. & A. Korhola, 2001. Patterns in the distribution, composition and diversity of diatom assemblages in relation to ecoclimatic factors in Arctic Lapland. *Journal of Biogeography* 28: 31-45.
- Wu, N., T. Tang, X. Qu & Q. Cai, 2009. Spatial distribution of benthic algae in the Gangqu River, Shangri-la, China. *Aquatic Ecology* 43: 37-49.
- www.met.hu
www.vizugy.hu

Effects of extremely dry weather on the individual number of *Achnanthydium minutissimum* and *Achnanthydium eutrophylum* in the River Sebes-Körös at Körösszakál

Kókai Zs., Török P., Bácsi I., T-Krasznai E., B-Béres V.

Abstract: The summer and autumn was extremely dry in the year of 2012 in Hungary, therefore the water discharge and water level of rivers decreased significantly in comparison with previous years. The main aim of this study was to investigate, how affect the extremely dry weather and the inherent water discharge decrease and nutrient enrichment the dynamics of *Achnanthydium minutissimum* and *Achnanthydium eutrophylum* in the river of Sebes-Körös at Körösszakál. The exact identification of this two *Achnanthydium* species is important, because they are indicator species of waters with different ecological status. Our results show, that the individual number of *A. minutissimum* correlated positively with water discharge and negatively with nitrate concentration, while opposite tendencies were observed in the case of *A. eutrophylum*. The results highlight that the diatom assemblage of a river with stable good ecological status could react remarkably sensitively to decreasing water discharge and the concomitant nutrient enrichment caused by extreme weather circumstances.

Keywords: species composition of periphyton, guild, extremely dry weather, river Sebes-Körös