

A Balaton befolyóinak ökológiai állapota a bevonatalkotó kovaalgák alapján

Stenger-Kovács Csilla, Bíró Petra, Soróczki-Pintér Éva, Királykúti Ildikó, Padisák Judit

Pannon Egyetem, Analitikai, Környezettud. és Limnológiai Int., Limnológia Intézeti Tanszék, H-8201. Veszprém, Pf. 158.

Kivonat:

2004 és 2005 között 16 balatoni befolyó élőbevonat mintavételére került sor. A bevonatot alkotó kovaalgák összetételének kialakulásában meghatározó szerepet játszott a KOIps, a hőmérséklet és a NO₂-N. A vízfolyások többsége közepes illetve jó állapotúnak bizonyult. A befolyók közül a legjobb állapotban a Pécsely patak (kiváló vagy jó állapotot mutatott a legkevésbé kielégítő pedig a Hévíz-Páhoki-csatorna volt. Ez utóbbi azonban speciális típust képvisel, amelyre az index nem alkalmazható. A vízhozam növekedésével a patakok ökológiai állapota romlott, amely tág tűrésű fajok megjelenését és ezáltal a fajszám és diverzitás értékek növekedését is eredményezte.

Kulcsszavak:

kovaalga, kisvízfolyások, IPS, ökológiai állapot, vízhozam, Víz Keretirányelv.

Bevezetés és célkitűzések

A kisvízfolyások kovaalgáinak vizsgálata az EU Víz Keretirányelvének (EC, 2000) bevezetésével egyre fontosabbá válik.

Hazánkban a kisvízfolyások bevonatalkotó algáinak vizsgálata sohasem volt számottevő, ezért kevés tudás áll rendelkezésre ezen víztípusok kovaalga flórájáról, összetételéről és a fajok ökológiai jellemzőiről. Az első florisztikai munkák Szemes (1931, 1957, 1962) és Cholnoky (1933) nevéhez fűződnek, akik elsősorban forrásvizek kovaalga flóráját tárták fel. A Balaton befolyóinak (Pécsely-patak, Aszófői-séd) mikrovegetáció vizsgálatáról Tamás (Kol és Tamás, 1955; Tamás, 1957) közölt adatokat. 2000-ben e két patak újbóli florisztikai felmérését és összehasonlító vizsgálatát végezték el Pór és mtsi (2000) valamint Sára és mtsi. (2000). A Balaton-felvidéki sédeken mennyiségi vizsgálatokra először 2002-ben (Kovács és mtsi., 2004) került sor.

A kovaalgákon alapuló első ökológiai állapotbecsléssel és a VKI erre vonatkozó elveivel foglalkozó tanulmányok ezután születtek (Ács és mtsi., 2004b; Kovács és mtsi, 2005).

A Balaton vízminőségében a befolyók alapvető szerepet töltenek be, ezért ezek állapotának megfelelő biztonsággal történő megítéléséhez és annak nyomán követéséhez rendszeres, mennyiségi vizsgálatokat kell végezni.

Anyag és módszer

2004. júniustól októberig 16 vízfolyás (Burnót-patak, Lovasi-séd, Csopaki-séd, Szőlősi-séd, Pécsely-patak, Egervíz, Tapolca-patak, Kétőles-patak, Lesence-patak, Edericsi-patak, Hévíz-Páhoki-csatorna, Zala, Nyugati-övcatorna, Rigó-csatorna, Pogányvölgyi-patak, Köröshegyi-séd) havonkénti mintavételére került sor a vízfolyások torkolat előtti szakaszáról. Három patak (Egervíz, Pécsely-patak, Tapolca-patak) esetén egész éves havonkénti mintavételt végeztünk. Összesen 86 mintát dolgoztunk fel.

A vízfolyások tipológiai besorolásukat tekintve a 3-as (Burnót-patak, Lovasi-séd, Csopaki-séd, Szőlősi-séd, Pécsely-patak), 9-es (Tapolca-patak, Kétőles-patak, Lesence-patak), 10-es (Egervíz), 11-es (Zala), 21-es (Rigó-csatorna, Köröshegyi-séd) illetve a 22-es (Nyugati-övcatorna, Pogányvölgyi-patak) típusba tartoznak. A Hévíz-Páhoki csatorna egyik típusba sem sorolható.

A bevonat mintákkal párhuzamosan vízmintákat is gyűjtöttünk, így 12 különböző fizikai és kémiai paraméter meghatározására is sor került (Soróczki-Pintér és mtsi., 2006). A patakok vízhozam adatait a KÖDUVIZIG bocsátotta rendelkezésünkre.

A minták roncsolására a forró hidrogén-peroxidos módszert alkalmaztuk (Ács és mtsi., 2004) és a tisztított vázakat Zrax© gyantába (törésmutató: 1,7) ágyasztuk. A fénymikroszkópos vizsgálat során minden mintában minimálisan 400 valvát számoltunk meg és faj- vagy annál alacsonyabb szintig határoztunk. Az eredményekből relatív gyakoriságot számoltunk. A határozáshoz a következő irodalmakat használtuk fel: Krammer és Lange-Bertalot (1991-2000), Lange Bertalot (1995-2005) és Lange-Bertalot (2000-2003).

Az IPS folyóvízi kovaalga index értékeit és a fajok autökológiai jellemzőit az OMNIDIA 4.1 szoftverrel alkalmazásával (Lecoite és mtsi, 2003) adtuk meg. A vízfolyások kovaalga összetételének összehasonlítására cluster-analízist, a kovaalga összetétel kialakulásában szerepet játszó környezeti paraméterek azonosításra CCA-t (kanonikus korrespondencia analízis) végeztünk a Syntax (Podani, 2000) programmal. Pearson-korrelációt és Shannon-diverzitást számoltunk.

Eredmények és értékelés

A balatoni befolyók kovaalga flórája és összetétele

A 86 balatoni befolyó mintában összesen 230 kovaalga fajt azonosítottunk. A minták átlagos fajszáma 25 ± 5 volt. Az átlagos diverzitás $3,0 \pm 0,7$, az egyenletesség $0,6 \pm 0,1$ volt. A 2002-ben gyűjtött minták is hasonló átlagos diverzitással (3,3) és egyenletességgel (0,75) rendelkeztek (Kovács és mtsi., 2004). A befolyók leggyakoribb fajainak többek között az *Achnanthydium minutissimum*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Nitzschia amphibia* és a *Navicula confervacea* mutatkoztak. Ezek a fajok olyan neutrofil vagy alkalofil fajok, melyek az eutróf vizek jellemzői. A *Nitzschia amphibia* és a *Navicula confervacea* az α -mezozonák prób vizekre, a többi a β -mezozonák prób vizekre jellemző. Oxigén-igényük közepes vagy magas. Ez utóbbi két faj a korábbi vizsgálatokban (Kovács és mtsi., 2004) nem találták dominánsnak, a többit viszont igen. Olyannyira, hogy a *Cocconeis placentula* és a *Rhoicosphenia abbreviata*, a torkolatra jellemző domináns fajokként szerepeltek Kovács és mtsi. (2004) munkájában.

Összehasonlítva a vízfolyások kovaalga összetételét elmondható, hogy az júliustól októberig folyamatosan változik. A cluster-analízis alapján júliusban két nagyobb csoportot tudunk elkülöníteni (1. ábra). Az egyik csoportot a Szőlősi-séd, Lesence-patak, Hévíz-Páhoki-csatorna, Pogányvölgyi-patak, Edericsi-patak, Tapolca-patak, Kétőles-patak és a Zala alkotta. A másik csoportban a Csopaki-séd, Pécsely-patak, Egervíz, Köröshegyi-séd, Rigó-csatorna és Burnót-patak található. Az első csoport három domináns fajjal jellemezhető: *Achnanthydium mi-*

nutissimum, *Amphora pediculus* és a *Cocconeis placentula*. A második csoportban a *Cocconeis placentula* jelenlétének aránya már kisebb. A Lovasi-séd, illetve a Nyugati-övcatorna elkülönült ezektől a csoportoktól. A Lovasi-séd domináns fajai az *Amphora veneta* és a *Navicula cryptotenella* voltak. Az *Amphora veneta* eutróf, α -mezo-poliszaprób vizekben található meg, oxigénigénye közepes. A *Navicula cryptotenella* faj pedig β -mezo-szaprób vizekre jellemző az eutrofizációval szemben toleráns faj. A Nyugati-övcatornára pedig az *Achnanthes hungarica* és a *Cyclotella meneghiniana* dominanciája volt jellemző. Mindkét faj alacsony oxigénigényű, az első a hipereutróf a második az eutróf vizek jellemző faja.

Augusztusban némileg átalakult a kép (2. ábra). A Szőlősi-séd, Lesence-patak, Edericsi-patak, Tapolca-patak, Kétőles-patak és a Zala továbbra is egy csoportot alkotott, de hozzájuk csatlakozott még a Köröshegyi-séd és a Rigó-csatorna. A másik csoportban a Csapaki-séd, Pécsely-patak, Egervíz, és Burnót-patak megmaradt és kiegészültek a Lovasi-séddel illetve a Pogányvölgyi-patakkal. Ebben a hónapban a Nyugati-övcatorna sajátos összetételével szintén elkülönült a többi pataktól, s más jelleget mutatott a Hévíz-Páhoki-csatorna is a vízfolyást uraló *Navicula confervacea* fajjal. A Hévíz-Páhoki-csatorna a következő két hónapban is megtartotta ezen jellegét: elkülönült a többi vízfolyástól (3. ábra).

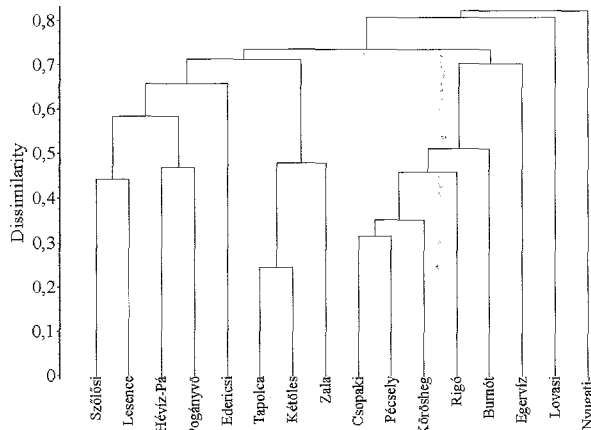
Augusztusban némileg átalakult a kép (2. ábra). A Szőlősi-séd, Lesence-patak, Edericsi-patak, Tapolca-patak, Kétőles-patak és a Zala továbbra is egy csoportot alkotott, de hozzájuk csatlakozott még a Köröshegyi-séd és a Rigó-csatorna. A másik csoportban a Csapaki-séd, Pécsely-patak, Egervíz, és Burnót-patak megmaradt és kiegészültek a Lovasi-séddel illetve a Pogányvölgyi-patakkal. Ebben a hónapban a Nyugati-övcatorna sajátos összetételével szintén elkülönült a többi pataktól, s más jelleget mutatott a Hévíz-Páhoki-csatorna is a vízfolyást uraló *Navicula confervacea* fajjal. A Hévíz-Páhoki-csatorna a következő két hónapban is megtartotta ezen jellegét: elkülönült a többi vízfolyástól (3. ábra).

Októberben négy patak, az Edericsi-patak, Lovasi és Csapaki-séd illetve az Egervíz elkülönülését figyelhetjük meg. Az Edericsi-patak uralkodó fajai a *Fragilaria ulna*, *Fragilaria capucina* és a *Cymbella cistula* voltak. Ezek a fajok közepes vagy magas oxigén igényűek. A *Fragilaria ulna* az eutrofizációval szemben toleráns, a *Fragilaria capucina* mezotróf a *Cymbella cistula* pedig eutróf faj. A Csapaki-séd domináns faja a *Navicula sublucidula*, az Egervízé a *Fragilaria ulna* var. *acus* volt. Mindkét faj a mezozabrób vizekre jellemző. A Lovasi-sédben a *Gomphonema parvulum* és a *Nitzschia paleaceae* volt domináns. Ezek a fajok fakultatív illetve obligált N-heterotróf fajok, melyek eutróf illetve alfa-mezo-poliszaprób vizekben gyakoriak.

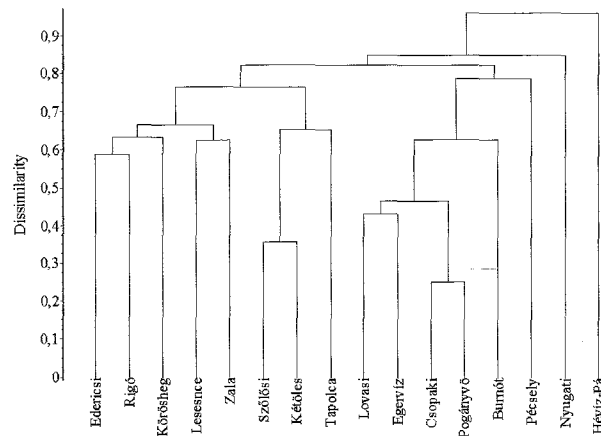
A balatoni befolyók kovaalga összetételét meghatározó környezeti paraméterek

A CCA analízis azt mutatta, hogy a balatoni befolyók kovaalga összetétele valamint a mért fizikai és kémiai paraméterek között szoros kapcsolat van. A korreláció az első tengelyen 0,81 a második tengelyen pedig 0,70. A kovaalga összetételt leginkább meghatározó tényezők a KOI_{ps} , a hőmérséklet és a NO_2^- -N voltak (4. ábra). Szerepet játszik még a NO_3^- -N, ásványi-N, az összes táp-

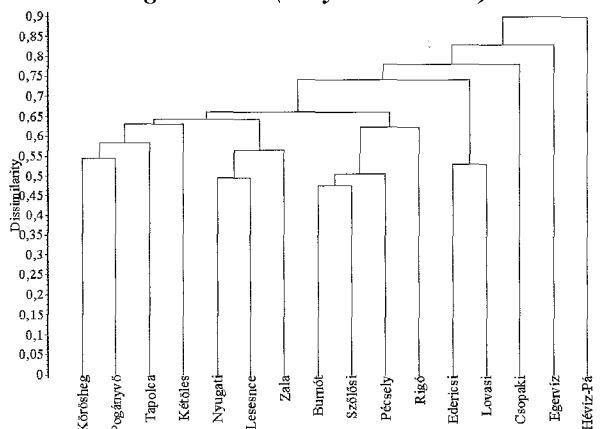
anyagterhelés és az NH_4^+ -N is. A vezetőképesség, TP és a pH elhanyagolható szerepű tényezők voltak, holott ezek olyan "robosztus" változók, melyek nagy térbeli léptékben meghatározóak lehetnek (Kovács és mtsi., 2006; Stenger-Kovács és mtsi., 2007; Stenger-Kovács és Padisák, megjelenés alatt).



1. ábra: A balatoni befolyók dendogramja 2004 júliusban (Bray-Curtis index).



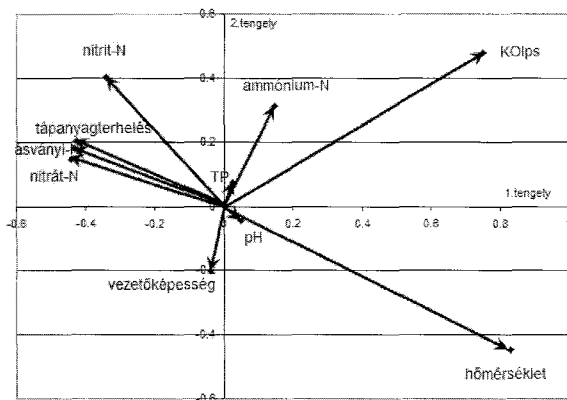
2. ábra: A balatoni befolyók dendogramja 2004 augusztusban (Bray-Curtis index)



3. ábra: A balatoni befolyók dendogramja 2004 októberben (Bray-Curtis index)

Az IPS index értékeit 2,3 (Hévíz-Páhoki-csatorna októberben) és 18,8 (Pécsely-patak februárban) közöttinek találtuk. Az átlagos IPS érték $13,0 \pm 3,0$ volt, ami hozzávetőlegesen megfelel a közepes és jó állapot határának. Szembetűnő, hogy általában az őszi minták IPS értéke alacsonyabb (amit a 2006-os vizsgálatok is alátámasztanak [Ács és mt-

si., 2007]), de néhány esetben (Kétöles-patak, Lesence-patak, Nyugati-övcatorna, Rigó-catorna és a Kőröshegyi-séd esetében) augusztusi mintákra volt jellemző az alacsony IPS érték. A vízfolyások tipológiai besorolását és az ennek megfelelő IPS-re vonatkozó határértékeket (van Dam és mtsi., 2005) figyelembe véve a legjobb ökológiai állapotban a Pécsely-patak volt: egész évben kiváló illetve jó minősítést kapott.



4. ábra: CCA analízis - a kovaalga összetétel meghatározó fizikai és kémiai paraméterek

A befolyók ökológiai állapota az IPS kovaalga index alapján

A Rigó-catorna illetve a Pogányvölgyi-patak állapota is 4 hónapon át jónak mutatkozott. A többi vízfolyás állapota ezeknél gyengébb volt, ami összhangban van a 2006-ban végzett vizsgálatokkal (Ács és mtsi., 2007). A Hévíz-Páhoki-catorna 3 hónapban is rossz minősítést kapott, ami viszont nem feltétlenül mutatja a vízfolyás rossz ökológiai állapotát, hiszen ez egy speciális típusú (melegvíz forrásból táplált) mesterséges vízfolyás, amire valószínűleg nem alkalmazható közvetlenül az IPS index.

Az IPS index szignifikáns korrelációt mutatott a vízfolyások hőmérsékletével, tápanyagterhelésével, a kémiai oxigénigénnyel, az ortofoszfáttal, a nitrát-nitrogénnel, az ásványi nitrogénnel és a pH-val (1. táblázat). 2006-os vizsgálatokban a nitrátot és a szervesanyag terhelést találták a legmeghatározóbbnak a kovaalga indexek értékeinek és az ökológiai állapotnak az alakulásában (Ács és mtsi., 2007).

1. táblázat: Az IPS kovaalga index korrelációja a fajszámmal, diverzitással, egyenletességgel és a fizikai és kémiai paraméterekkel (n=71; *p<0,1%, **p<1%).

	IPS
fajszám	-0.09
diverzitás	-0.18
egyenletesség	-0.16
ortofoszfát-P	-0.30**
KOI _{ps}	-0.36**
nitrit-N	0.16
ammónium-N	-0.16
nitrát-N	0.35**
ásványi-N	0.34**
TP	0.16
P terhelés	0.16
tápanyagterhelés	0.40*
pH	0.34**
vezetőképesség	0.02
víz hőmérséklet	-0.41*

Megvizsgáltuk, hogy a vízhozam változása milyen hatással van a vízfolyások ökológiai állapotára, valamint hogy ez jelentkezik-e az IPS értékekben. Egyértelműen elmond-

ható, hogy az adott hónap vízhozam átlaga és mediánja is szoros, negatív (-0,60; -0,57) korrelációt mutatott az IPS értékekkel, azaz a vízhozam csökkenése az IPS értékek növekedésével jár együtt (2. táblázat). Ez valószínűleg azzal magyarázható, hogy az esős, nagyobb vízhozamú hónapokban a vízfolyás sokkal több tápanyagot szállít, a nitrát bemosódása megnövekedett illetve az IPS indexszel szoros összefüggést mutató paraméterek (1. táblázat) is megváltoznak. De az adott hónap vízhozam maximuma is összefüggést mutatott (-0,46; p < 1 %) a vízfolyás állapotával.

A vízhozam átlag változásának hatása egyértelműen megmutatkozott a vízfolyások fajszám és diverzitás értékeiben is (2. táblázat). A vízhozam növekedésével, mind fajszám, mind a diverzitás nőtt. Itt szembesülhetünk azzal, hogy adott helyen a fajszám illetve diverzitás növekedése nem jelent feltétlenül jelent kedvező irányú változást, hiszen itt valószínűleg a megnövekedett tápanyagtartalom biztosítja számos tág toleranciájú "gyom" faj megjelenését.

2. táblázat: A vízhozam korrelációja az IPS kovaalga indexszel, a fajszámmal és a diverzitással (n= 34; *p<0,1%, **p<1%)

	IPS	fajszám	diverzitás
vízhozam	átlag	-0.60*	0.54*
	medián	-0.57*	0.46**
	max	-0.46**	0.44**

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a BALÖKO (NKFP 3B/022/2004) támogatta.

Irodalom

- Ács, É., Barreto, S., Beszterci, B., Borics, G., Fehér, G., Grigorszky, I., Kiss, K.T., Makk, J., Pelyhe, T., Schmidt, A., Szabó, K., Vörös, L. (2004a): Algológiai praktikum. Szerk.: Ács É. & Kiss, K.T. ELTE Eötvös Kiadó, Bp.
- Ács, É., Borics, G., Kiss, G., Reskóné, Nagy, M., Várbíró, G., Kiss, K. T. (2007): Fitobenton vizsgálatok tanulságai a Balaton és vízfolyásai patakjainak példáján. MHT XXV. Országos Vándorgyűlés. Tata, 2007. július 4-5. pp. 1-27. <http://www.hidrologia.hu/ovgytata/25/7szekcio/250700.htm>
- Ács, É., Szabó, K., Tóth, B. & Kiss, K. T. (2004b): Investigation of benthic algal communities, especially diatoms of some Hungarian streams in connection with reference conditions of the Water Framework Directive. Acta Botanica Hungarica 46: 255-277.
- Cholnoky, B. (1933): Analytische Benthos-Untersuchungen. III. Die Diatomeen einer kleinen Quelle in der Nähe der Stadt Vác. Archiv für Hydrobiologie 26: 207-254.
- EC Parliament and Council, (2000): Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. European Commission PE-CONS 3639/1/100 Rev 1, Luxembourg.
- Kol, E., Tamás, G. (1955): A Pécsely-patak mikrovegetációja. Annal. Biol. Tihany 22: 87-105.
- Kovács, C., Kahlert, M., Padisák, J. (2006): Benthic diatom communities along pH and TP gradient in Hungarian and Swedish streams. Journal of Applied Phycology 18: 105-117.
- Kovács, C., Kiss, Z., Padisák, J. (2004). Balaton környéki kis vízfolyások diatomáinak florisztikai és mennyiségi vizsgálatai. Hidr. Közl. 84:65-68.
- Kovács, C., Padisák, J., Ács, É. (2005): A bevonatlakó kovaalgák alkalmazása a hazai kisvízfolyások ökológiai minőségében. Hidr. Közl. 85:64-68.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991-2000): Bacillariophyceae 1.-4. Teil: Naviculaceae. In: Pascher A (ed.) Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1-4. Gustav Fischer Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Lange-Bertalot, H., (2000-2003): Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 1-4. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggel.
- Lange-Bertalot, H. (1995-2005): Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Vol. 1-15. Koeltz Scientific Books. Königstein.
- Lecoimte, C., Coste, M., Prygiel, J. (1993): "OMNIDIA" software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. Hydrobiologia 269/270: 509-513.
- Podani, J. (2000): Introduction to the exploration of multivariate biological data. Backhuys, Leiden. 407 pp.
- Pór, G., Sára, Z., Padisák, J., Grigorszky, I., Borbély, Gy. (2000): Előzetes vizsgálatok az Aszfóli-séd kovaalgák felméréséhez. Hidr. Közl. 80: 377

- Sára, Z., Pór, G., Padisák, J., Grigorszky, I., Borbély, Gy. (2000): Az Örvényesi-séd (Pécsely-patak) kovaalgáinak összehasonlító vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny* 80: 380-382.
- Soróczki-Pintér, É., Királykúti, I., Kovács, Z., Padisák, J. Varanka, I. (2006): Balatoni befolyók vízkémiai jellegének vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny* 86: 113-115.
- Stenger-Kovács, C., Buczkó, K., Hajnal, É., Padisák, J. (2007): Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) developed in Hungary. *Hydrobiologia* 589: 141-154.
- Stenger-Kovács, C., Padisák, J. (megjelenés alatt): Tavaink ökológiai állapotának minősítése a bevonatlakó kovaalgák alapján. Somlyódy L., Simonffy Z. (szerk.): A fenntartható vízgazdálkodás tudományos meg-

- alapozása az EU Víz Keretirányelv hazai végrehajtásának elősegítésére, BME Vízi Közmű és Környezetm. Tanszék Kiadványa
- Szemes, G. (1931): A kádártai források Diatomaceái. *Annal. Biol. Tihany* 4: 320-341.
- Szemes, G. (1957): Quantitative Analyse der Benthos-Bacillariophyceen in den Quellengebieten von Tapolcafü. *Annal. Biol. Tihany* 7: 203-255.
- Szemes, G. (1962): Die Kieselalgen des Quellegebietes und des Quellensees von Tapolcafü. *Annal. Biol. Tihany* 22: 61-193.
- Tamás, G. (1957): Az Aszófői Séd kovamoszatai. *Annal. Biol. Tihany* 24: 133-154.
- Van Dam, H., Padisák, J., Kovács, C. (2005): ECOSURV BQE Report Phytobenthos. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. <http://www.eu-wfd.info/ecosurv/report/B2%20Phytobenthos%20res.pdf>

Diatom based ecological status assessment of the some streams belonging to catchment of Lake Balaton

Stenger-Kovács, Cs. – Bíró, P. - Soróczki-Pintér, É. – Királykúti, I. – Padisák, J.

- Abstract:** In 2004 and 2005 benthic diatom samples were collected in some permanent inflows of Lake Balaton. The diatom composition of the streams correlated primarily by COD, water temperature and nitrite. Most of the streams were moderate or good ecological status according to their IPS values. Pécsely-stream was characterized with the best water quality (good or excellent status), while Hévíz-Páhoki-channel with the worst water quality. This channel is unique since it is primarily fed by hot springs For such streams, IPS cannot be applied for status assessment. The ecological status of the streams decreased with the increase of the discharge. Tolerant species appeared and, parallel, the diversity and the species number increased.
- Keywords:** diatoms, IPS, ecological status, discharge, Water Framework Directive.