

Az izsáki Kolon-tó mikrobiológiai felmérése

Mentes Anikó*, Szabó Attila*, Jurecska Laura*, Tugyi Nóra**, Somogyi Boglárka*, Csitári Bianka*, Vörös Lajos**, Boros Emil**, Felföldi Tamás*

* ELTE Mikrobiológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c. (E-mail: meaqaat@gmail.com)

** MTA ÖK Balatoni Limnológiai Intézet, 8237 Tihany, Klebelsberg Kuno utca 3.

Kivonat

A Kiskunsági Nemzeti Park legnagyobb tőzeges síklápjja az izsáki Kolon-tó, amelynek természetes fejlődését az 1930-as években megkezdődött lecsapolások és mezőgazdasági beavatkozások szakították félbe. Ezen a területen az emberi és a geológiai hatások együttes mivolta különböző flórát alakított ki, a tóban területenként más-más növénytársulás jellemző. A Kolon-tó geológiájáról, növényzetéről és állatvilágáról számos információ áll rendelkezésünkre, azonban az itt megtalálható bakteriális közösségek összetételéről nincsenek ismereteink. Kutatásunk során a Kolon-tó egy nyíltvízi részét (kotrás) és három különböző növényzet (nádas, rencés, tündérrózsás) által uralt belső tavacsáját vizsgáltuk meg. Célunk az volt, hogy kiderítsük, a törészek eltérő növényzete milyen hatással van az itt található mikrobiális élővilágra. A baktériumközösségek összetételét a 16S riboszómális RNS gén elemzésén alapuló molekuláris biológiai módszerrel, az újgenerációs DNS-szekvenálás segítségével tártuk fel. A mért kémiai és fizikai tulajdonságok hasonlóságának ellenére a különböző növényzetű tavacsák eltérő bakteriális összetétellel rendelkeztek, feltételezhetően a makrovegetáció különbözősége miatt.

Kulcsszavak

Kolon-tó, 16S riboszómális RNS gén, növényi eredetű szerves anyagok

Microbiological survey of Lake Kolon (Izsák, Hungary)

Abstract

The largest freshwater marsh of the Kiskunság National Park is Lake Kolon, its natural succession was interrupted by agricultural interventions which started in the 1930s. In this area, the flora was developed by the combined effects of different human and geological impacts, this way Lake Kolon can be divided into areas on the basis of the dominant macrovegetation. There are a lot of information available about the geology, fauna and flora of Lake Kolon, however the composition of the bacterial community is unknown. Therefore, the major pelagic part (open-water area) of Lake Kolon and three little inner ponds associated with different vegetation (reed, bladderwort, water-lily) were studied. Our aim was to reveal the impact of different macrovegetation on the composition of the microbial community. Composition of the bacterial community was determined based on the analysis of the 16S ribosomal RNA gene using a molecular biological method (next-generation DNA sequencing). Despite the similarities of the measured chemical and physical parameters, the inner ponds had different bacterial communities, probably due to differences in their macrovegetation.

Keywords

Lake Kolon, 16S ribosomal RNA gene 16S riboszómális RNS gén, organic matters from vegetation

BEVEZETÉS

A planktonikus baktérium közösségek fontos szerepet töltenek be a tavi ökoszisztémákban, azonban a bakterio-plankton összetétele a különböző környezeti feltételek miatt tavanként, sőt akár törészenként is eltérő lehet. A bakteriális közösséget befolyásolhatja a pH, hőmérséklet, tápanyagok mennyisége, só koncentráció, UV sugárzás mértéke, trofitás mértéke, azonban a tényezők listája közel sem teljes (Sige 2005). Számos publikációt találunk a szakirodalomban, ahol az előbb említett tényezők hatását vizsgálják ezen szervezetekre, azonban kevés ismeretünk van arról, hogy a különböző lebomló növényi anyagok hogyan befolyásolják a bakteriális közösség összetételét; továbbá eddig ezeket főleg vertikálisan vizsgálták meg különböző tavakban, azonban horizontális mintázatokról kevés tanulmányban esik szó (Wu és társai 2007).

Kutatásunk során a Duna-Tisza közének egyik legnagyobb édesvízi tőzeges síklápját, az izsáki Kolon-tavat vizsgáltuk meg, amelynek neve a latin colu (mocsár) szóból eredeztethető (Császi 2003). A Kolon-tavon négy különböző mintavételi helyet jelöltünk ki, amelyek között

egy nyíltvízi (kotrás mintavételi hely) és három, eltérő vízinövény borítottsággal jellemezhető víztér szerepelt. A mesterségesen kialakított nyílt vízfelületeken ugyanis területenként más-más növénytársulás alakult ki: az első mintavételi helyünkön a nád (*Phragmites australis*) dominált, a másodikon a közönséges rence (*Utricularia vulgaris*), a harmadik mintavételi helyen pedig a tündérrózsás (*Nymphaea alba*) uralkodott. A Kolon-tó keletkezéséről, limnogeológiájáról (Molnár és társai 1979, Mádl-Szőnyi és Tóth, 2009, Sümegei és társai 2011), flórájáról (Molnár 2008, 2009) és faunájáról (Németh és Vadász 2008, Vadász és társai 2008a és b, Halmos és társai 2010, Keresztessy és társai 2012) már számos publikáció látott napvilágot, azonban a tó bakteriális közössége szinte teljesen ismeretlen. Ezért célunk volt az itt élő mikrobiális közösség összetételének és mennyiségi viszonyainak megismerése mikroszkópos és molekuláris biológiai módszerekkel.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az izsáki Kolon-tavon (46°46'N 19°20'E) 2014. november 18-án történt a mintavétel. Az alapvető vízkémiai

paramétereket a helyszínen mértük RBR XRX-420 CTD+ és WTW MultiLine P 8211 multiméterekkel. A laboratóriumi mérések során meghatároztuk a fototróf szervezetek számára alapvető fontosságú tápelemek koncentrációját: az összes nitrogén (TN) koncentrációt *Eaton és társai (2005)* szerint, az oldott reaktív foszfor (SRP), valamint az összes foszfor (TP) koncentrációt *Murphy és Riley (1962)*, valamint *Mackereth és társai (1989)* szerint. A víz barna színét, melyet az oldott huminanyagok kölcsönöznek a víznek, Pt-egységben (mg Pt l^{-1}) adtuk meg Shimadzu UV-160A spektrofotométerrel 440 nm-en mért abszorbancia értékek alapján (*Cuthbert és del Giorgio 1992*). A szervesszén koncentrációját Elementar High TOC szervesszén analizátorral mértük *V.-Balogh és társai (2009)* szerint. Az összes szerves szén (TOC) koncentráció méréséhez szűretlen víz szolgált. Az oldott szerves szén (DOC) koncentráció analízisét 0,4 μm pórusméretű 450 °C-on előzetesen kiizzított GF-5 üvegszálalás filteren szűrt vízmintákból végeztük

A pigment analízis és a mikroszkópos vizsgálatok részletes leírását *Tugyi és társai (2016)* közleményében adjuk meg. A vízminták bakteriális közösségének azono-

sítása nagyfelbontású amplitikon szekvenálással történt a 16S rRNS gén alapján (*Szabó és társai 2015*). A főkomponens és klaszteranalízist a Past program (*Hammer és társai 2001*) segítségével végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A minták kódját, a mért fizikai-kémiai paramétereket és mikroszkópos eredményeket az 1. táblázat tartalmazza. A bakteriális közösség nemzetség szintű taxonómiai eloszlása az 1. ábrán látható. A mintákat az 1. táblázatban feltüntetett paraméterek alapján főkomponens (2. ábra) és az újgenerációs DNS-szekvenálás során kapott eredmények alapján klaszteranalízis segítségével is összehasonlítottuk (3. ábra).

A minták változatos bakteriális összetétellel rendelkeztek, bennük a Proteobacteria törzs Alphaproteobacteria, Betaproteobacteria, Gammaproteobacteria és Deltaproteobacteria osztályai, a Chlorobi törzs Chlorobia osztálya, a Bacteroidetes törzs Flavobacteriia osztálya, az Actinobacteria törzs Actinobacteria osztálya valamint a Bacteria OD1 és OP3 candidatus törzsek tagjai domináltak.

1. táblázat. A Kolon-tó limnológiai jellemzői és mikroszkópos adatai (A: abundancia, *: c-bakterioklorofill; n.a.: nincs adat)
Table 1. Limnological characteristics and microscopic data of Lake Kolon (A: abundance, *: bacteriochlorophyll-c; n.a.: no data)

	Kotrás (K)			Nádas (N)			Rencés (R)			Tündérrózsás (T)		
Mélység (m)	0,1	1,0	1,8	0,1	0,1	0,5	1,0	0,1	1,0	2,0		
Hőmérséklet (°C)	9,8	9,7	9,6	9,9	9,0	8,9	9,0	9,8	9,0	8,9		
pH	7,48	7,62	7,69	7,11	7,10	7,26	6,88	7,81	7,55	7,29		
Fajlagos elektromos vezetőképesség ($\mu\text{S/cm}$)	482	494	466	388	510	523	769	423	382	363		
O ₂ telítettség (%)	63,7	62,6	62,3	30,3	33,2	30,7	3,9	29,5	21,2	21,7		
Platina-szín koncentráció (mg/l)	124	126	123	163	210	204	272	163	158	154		
Összes nitrogén koncentráció (mg/l)	1,17	1,19	1,18	1,78	1,33	1,24	1,78	1,75	1,11	1,32		
Összes foszfor koncentráció ($\mu\text{g/l}$)	29,5	20,7	23,9	40,2	14,6	30,5	80,8	27,1	25,9	25,3		
Oldott reaktív foszfor koncentráció ($\mu\text{g/l}$)	2,97	3,19	3,17	4,44	4,21	3,16	13,1	2,96	4,28	3,76		
Összes szerves szén koncentráció (mg/l)	20,8	22,5	24,3	29,4	28,3	28,0	32,6	25,4	21,3	22,4		
Oldott szerves szén koncentráció (mg/l)	20,4	21,5	20,5	23,2	27,8	25,8	30,1	20,9	19,2	19,8		
a-klorofill koncentráció ($\mu\text{g/l}$)	5,96	7,09	5,25	21,7	6,67	7,15	67,7*	9,93	5,96	5,10		
Pikocianobaktérium A (10^4 sejt/ml)	2,86	1,43	2,54	n.a.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		
Pikoecukarióta alga A (10^5 sejt/ml)	<0,01	0,22	0,24	n.a.	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,37	0,22		
Bakterioklorofill tartalmazó baktérium A (10^4 sejt/ml)	53,1	58,2	39,8	n.a.	46,1	41,2	278,7	<0,01	74,3	51,1		
Összbaktérium A (10^6 sejt/ml)	1,91	2,86	2,09	2,21	1,11	2,06	6,82	2,67	2,65	2,11		

Nemzetség szinten a Kolon-tó kotrásából (K) 0,1 m-ről vett mintában a *Sporichthyaceae* (Actinobacteria) és a *Bdellovibrionaceae* (Proteobacteria) tenyésztésbe nem vont képviselői, az 1,0 m-ről vett mintában a mikroaerofil *Reyranella* (Proteobacteria, Pagnier és társai 2011), 1,8 m-en pedig a *Crenothrix* vasbaktérium nemzetség (Proteobacteria, Cohn, 1870) tagjai domináltak.

A rencésből (R) 0,1 m-ről vett mintában a szigorúan aerob *Fluviicola* (Bacteroidetes, O'Sullivan és társai 2005) és a *Flavobacterium* (Bacteroidetes, Bergey és társai 1923), 0,5 m-en az *Acidimicrobiaceae* család (Actinobacteria) tenyésztésbe nem vont képviselői és a *Fluviicola* nemzetség, valamint 1,0 m-en a Bacteria OD1 klád tenyésztésbe nem vont tagjai, az anaerob zöld kénbaktérium *Chlorobium* (Bacteroidetes, Imhoff, 2003) és a mikroaerofil, kemolitotróf *Gallionella* vasbaktérium (Proteobacteria, Brenner és társai 2005b) nemzetség képviselői domináltak.

A tündérrózsásból (T) vett mintákban főként két taxon, a fakultatív anaerob kemoorganotróf *Limnohabitans* (Proteobacteria, Kasalicky és társai 2010)

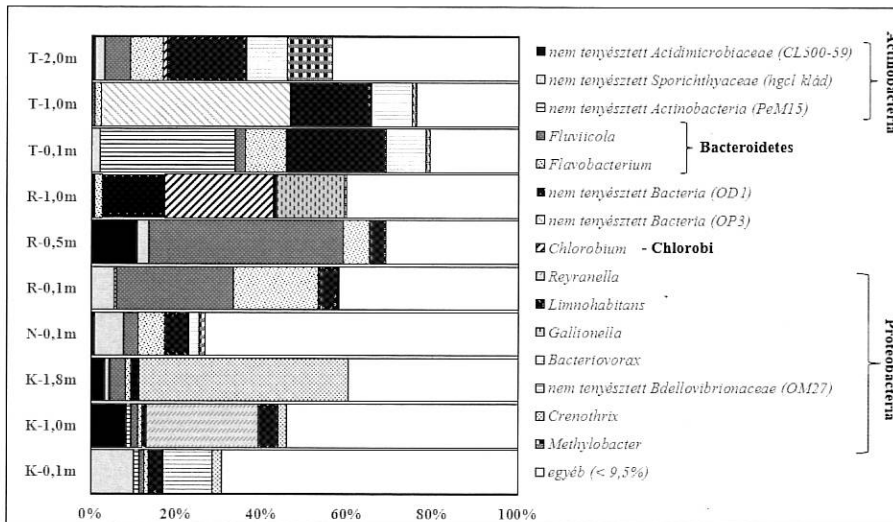
és *Bacteriovorax* (Proteobacteria, Baer és társai 2000) nemzetségek tagjai domináltak, ezen kívül a 0,1 m-ről vett mintában nem tenyésztett Actinobacteria, 1,0 m-en pedig a Bacteria OP3 klád tenyésztésbe nem vont tagjai, továbbá 2,0 m mélyen a szigorúan aerob, metanotróf *Methylobacter* (Proteobacteria, Brenner és társai 2005a) nemzetség tagjai töltöttek be domináns szerepet a közösségben.

A nemzetségek között kiemeljük a *Limnohabitans* taxont, amely képviselői elsősorban alga-eredetű szubsztrátokat használnak fel az anyagcseréjükhez, azaz képesek közvetlenül az autotróf elsődleges termelés szerves anyagait hasznosítani (*Jezbera és társai 2012*). A diagramból jól látszik, hogy szinte minden mintában jelen voltak, különösen a tündérrózsásokban játszottak meghatározó szerepet a bakteriális közösségben.

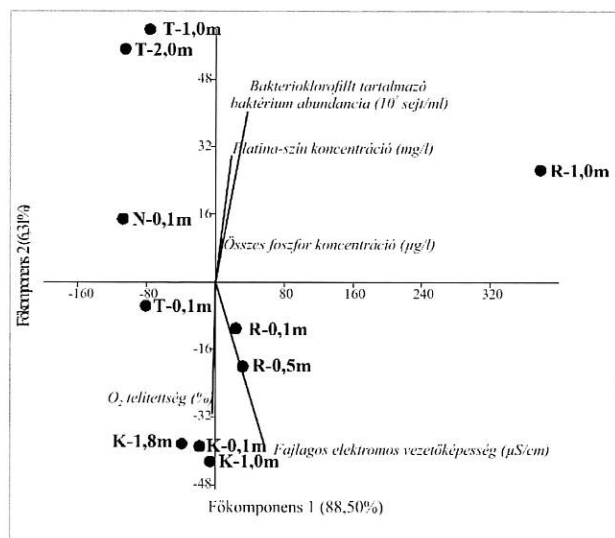
A mintákat a mért környezeti paraméterek alapján elvégzett főkomponens analízis (2. ábra) és a szekvencia adatok alapján elvégzett klaszteranalízis segítségével összehasonlítva (3. ábra) megállapítható, hogy a bakteriális közösség összetétele és az általunk mért környezeti

paraméterek között nem volt egyértelmű összefüggés. A legtöbbször azok a minták rendelkeztek egymáshoz hasonló bakteriális közösséggel, amelyeket ugyanazon növényzet uralta. Ezt jól alátámasztja, hogy a felszíni minták (T-0,1m, K-0,1m, R-0,1m) a mért környezeti paraméterek alapján ugyan nagyon hasonlóak voltak, azonban a bakteriális közösségük meglehetősen különbözött. A mért környezeti paraméterek alapján a rencés 1,0 m-ről vett mintája különült el legjobban, ahol nagyon

alacsony volt az oxigén koncentrációja, továbbá a többi mintákhoz képest itt volt található a legtöbb mennyiségben foszfor; a bakteriális közösség is itt volt a leegkülönbözőbb, összetételében domináns szerepet kapnak a fonalas zöldbaktériumok, valószínűsíthetően az anaerob körülmények miatt. Ezenkívül a kotrás 1,8 m-ről vett mintájának bakteriális közössége is - a mért környezeti paraméterek hasonlóságának ellenére - elkülönült a többi mintától.



1. ábra. A Kolon-tó bakterioplankton közösségének taxonómiai összetétele nemzetség szinten a 16S rRNS gén alapján
 Figure 1. Taxonomic composition of bacterioplankton communities in Lake Kolon at the genus level based on the 16S rRNA gene

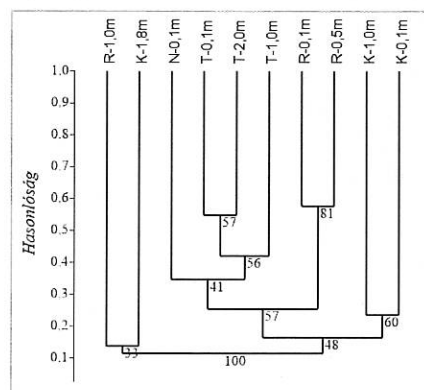


2. ábra. A mért környezeti paraméterek elemzése főkomponens analízissel

Figure 2. Principal component analysis of the measured environmental parameters

Mindezek alapján feltételezhető, hogy az anaerob viszonyokat leszámítva nincs konkrét összefüggés a mért környezeti paraméterek és a bakteriális közösségek összetétele között. A közösségek összetételében megfigyelt különbségek magyarázhatóak a különböző növényekből származó szubsztráttal. A mintákban mért mérsékelt a-klorofill koncentráció értékek mellett ugyanis jelentős volt a minták saját színe (1. táblázat), ami a tavacszkákat körülvevő, illetve a bennük található alámerülő

(szubmerz) makrofítonból származó oldott szénformák nagy mennyiségének köszönhető.



3. ábra. A DNS-szekvenálás eredményének elemzése klaszteranalízissel (Bray-Curtis hasonlósági index alapján)
 Figure 3. Cluster analysis of the results of DNA sequencing (based on Bray-Curtis Similarity Index)

KÖVETKEZTETÉSEK

- (1) A mért kémiai és fizikai tulajdonságok hasonlóságának ellenére a különböző növényzetű tavacszkák eltérő bakteriális összetétellel rendelkeztek.
- (2) A különböző tavacszkák bakteriális összetétele nemcsak a növényzet minőségétől függött, hanem bizonyos esetekben vertikálisan is eltérő volt, akár a növényzet árnyékoló hatása (pl. tavorózsák levelei) miatt, mivel az UV sugárzás befolyásolja nemcsak a növényi bomló szerves anyagok minőségét, hanem az élő szervezetekre is gátló hatással bír (V.-Balogh és társai 2009).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást az OTKA PD 112449 és K 116275 pályázatok támogatták. Felföldi Tamás és Somogyi Boglárka munkáját a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János kutatói ösztöndíja segítette. A kutatás során használt műszerek beszerzését a KMOP-4.2.1/B-10-2011-0002 és TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0030 pályázatok támogatták. A szerzők köszönetüket fejezik ki Szabó Tímeának és Németh Baláznak a mintavételek és a minták feldolgozása során nyújtott segítségükért.

IRODALOM

Baer, M.L., Ravel, J., Chun, J., Hill, R.T., Williams, H.N. (2000). A proposal for the reclassification of *Bdellovibrio stolpii* and *Bdellovibrio starrii* into a new genus, *Bacteriovorax* gen. nov. as *Bacteriovorax stolpii* comb. nov. and *Bacteriovorax starrii* comb. nov., respectively. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **50**, 219-224.

Bergey, D.H., Harrison, F.C., Breed, R.S., Hammer, B.W., Huntoon, F.M. (1923). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. – Williams & Wilkins, Baltimore.

Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Garrity, G.M. (szerk) (2005a). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed., vol. 2, The Proteobacteria. Part B – Springer-Verlag, New York, NY. pp. 258-259.

Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Garrity, G.M. (szerk.) (2005b). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed., vol. 2, The Proteobacteria. Part C – Springer-Verlag, New York, NY. pp. 880-888.

Császi, N.I. (2003). Zorborolja településneveinek vizsgálata. *Névtani értesítő*, 52-57.

Cuthbert, I. D., P. del Giorgio (1992). Toward a standard method of measuring colour in freshwater. *Limnol. Oceanogr.*, **37**, 1319-1326.

Cohn, F. (1870). Über den Brunnenfaden (*Crenothrix polyspora*) mig Bemerkungen ber die mikroskopische analyse des Brunnenwassers. *Beitrage zur Biologie der Pflanzen.*, **1**, 108-131.

Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Rice, E.W., Greenberg, A.E., Franson, M.A.H. (szerk) (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. – American Public Health Association, Washington, DC.

Halmos, G., Karcza, Zs., Németh, Á., Csörgő, T. (2010). The migratory fattening of the barn swallow *Hirundo rustica* in Hungary. *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.*, **56**, 73-87.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electron.*, **4**, 1-9.

Imhoff, J.F. (2003). Phylogenetic taxonomy of the family Chlorobiaceae on the basis of 16S rRNA and fmo (Fenna–Matthews–Olson protein) gene sequences. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **53**, 941-951.

Jezbera, J., Jezberová, J., Koll, U., Horňák, K., Šimek, K., Hahn, M.W. (2012). Contrasting trends in distribution of four major planktonic betaproteobacterial groups along a pH gradient of epilimnion of 72 freshwater habitats. *FEMS Microbiol. Ecol.*, **81**, 467-479.

Kasalicky, V., Jezbera, J., Šimek, K., Hahn, M.W. (2010). *Limnohabitans planktonicus* sp. nov. and *Limnohabitans parvus* sp. nov., planktonic betaproteobacteria isolated from a freshwater reservoir, and emended description of the genus *Limnohabitans*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **60**, 2710-2714.

Keresztessy, K., May, K., Weiperth, A. Vad, Cs.F., Farkas, J. (2012). Hosszú távú halfaunisztikai vizsgálatok és a veszélyeztetett lápi póc populációbiológiája a Duna-Tisza köze két Ramsari területén. *Pisces Hung.*, **6**, 47-54.

Mackereth, F. J. H., Heron, J. & Talling, J.F. (1989). Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association Scientific Publication, pp. 84-90.

Mádl-Szőnyi, J., Tóth, J. (2009). A hydrogeological type section for the Duna-Tisza Interfluve, Hungary. *Hydrogeol. J.*, **17**, 961-980.

Molnár, B., Iványosi Szabó, A., Fényes, J. (1979). A Kolon-tó kialakulása és limnogeológiai fejlődése. *Hidrol. Közl.*, **12**, 549-560.

Molnár, Zs. (2008). A Duna-Tisza köze és a Tiszántúli növényzete a 18-19. század fordulóján II.: Szikések, lösz- és homokvidékek, legelők, sáncok, szántók és parlagok. *Bot. Közl.*, **95**, 39-63.

Molnár, Zs. (2009). A Duna-Tisza köze és a Tiszántúli fontosabb vegetációtípusainak holocén kori története: irodalmi értékelés egy vegetáció kutató szemszögéből. *Kanitzia*, **16**, 93-118.

Murphy, J., Riley, J.P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, **27**, 31-36.

Németh, Á., Vadász, Cs. (2008). First record of the Zitting Cisticola (*Cisticola juncidis* Rafinesque, 1810) in Hungary. *Opusc. Zool. (Budapest)*, **37**, 89-90.

O'Sullivan, L.A., Rinna, J., Humphreys, G., Weightman, A.J., Fry, J.C. (2005). *Fluviicola taffensis* gen. nov., sp. nov., a novel freshwater bacterium of the family *Cryomorphaceae* in the phylum 'Bacteroidetes'. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **55**, 2189-2194.

Pagnier, I., Raoult, D., La Scola, B. (2011). Isolation and characterization of *Reyranella massiliensis* gen. nov., sp. nov. from freshwater samples by using an amoeba co-culture procedure. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **61**, 2151-2154.

Sigee, D.C. (2005). *Freshwater Microbiology*. – Wiley, Chichester, England.

Sümegei, P., Molnár, M., Jakab, G., Persaits, G., Majkut, P., Páll, D.G., Gulyás, S., Jull, A.J.T., Töresik, T. (2011). Radiocarbon-dated paleoenvironmental changes

on a lake and peat sediment sequence from the central Great Hungarian Plain (Central Europe) during the last 25,000 years. *Radiocarbon*, **53**, 85-97.

Szabó, A., Korponai, K., Somogyi, B., Vörös, L., Jurecska, L., Márialigeti, K., Felföldi, T. (2015). Egy asztatikus szikes tó planktonikus mikrobaközösségének taxonómiai és funkcionális genomikai analízise. *Hidrol. Közl.*, **95**, 73-76.

Tugyi, N., Vörös, L., Boros, E., Felföldi, T., Márialigeti, K., Máthé, I., Somogyi, B. (2016). Szélsőséges környezeti paraméterek formálta mikrobiális közösség egy helioterm tóban (Medve-tó, Szováta). *Hidrol. Közl.*, (ezen száma)

Vadász, C., Német, Á., Karcza, Z., Loránt, M., Biró, C., Csörgő, T. (2008a). Study on breeding site fidelity of *Acrocephalus warblers* in Central Hungary. – *Acta*

Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae. **54**: 167-175.

Vadász, C., Német, Á., Biró, C., Csörgő, T. (2008b). The effect of reed cutting on the abundance and diversity of breeding passerines. *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.*, **54**, 177-188.

V.-Balogh, K., Németh, B., Vörös, L. (2009). Specific attenuation coefficients of optically active substances and their contribution to the underwater ultraviolet and visible light climate in shallow lakes and ponds. *Hydrobiologia*, **632**, 91-105.

Wu, Q.L., Zwart, G., Wu, J., Kamst-van Agterveld, M.P., Liu, S. Hahn, M.W. (2007). Submersed macrophytes play a key role in structuring bacterioplankton community composition in the large, shallow, subtropical Taihu Lake, China. *Environ. Microbiol.*, **9**, 2765-2774.

A SZERZŐK



MENTES ANIKÓ Biológus, MSc diplomáját az Eötvös Loránd Tudományegyetemen szerezte 2014-ben. Jelenleg az ELTE Biológia Doktori Iskola hallgatója. A „Lokális szénkörforgalom folyamatai bomló növényi anyagok dominálta tavakban” című doktori kutatását az ELTE Mikrobiológiai Tanszék Genomikai laboratóriumában végzi.

SZABÓ ATTILA Biológus, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Mikrobiológiai Tanszékén a Genomikai Laboratórium munkatársa. Kutatási területe a különféle környezetekben előforduló mikrobaközösségek feltárása, kapcsolatrendszerük vizsgálata. Elsősorban genomikai, metagenomikai módszerekkel és az ezekkel kapott adatok bioinformatikai és statisztikai elemzésével foglalkozik.

JURECSKA LAURA Környezetkémikus, PhD fokozatát szennyvíz-technológiai témában szerezte az ELTE Analitikai Kémiai Tanszékén. Jelenleg az ELTE Mikrobiológiai Tanszékének tudományos munkatársa, ahol klasszikus vízanalitikai és gázkromatográfias mérésekkel járul hozzá a környezeti mikrobiológiai kutatásokhoz.

TUGYI NÓRA Tudományos segédmunkatárs, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet. Másodéves PhD hallgató a Biológia Doktori Iskolában, az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Kutatási területek: a heterotróf baktériumok szerepének vizsgálata sekély tavakban, valamint az aerob anoxigenikus fotoheterotróf baktériumok elterjedésének, szerepének vizsgálata hazai vizekben.

SOMOGYI BOGLÁRKA Tudományos munkatárs, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet. PhD fokozatát 2011-ben szerezte meg az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, hidrobiológia szakterületen. Kutatási területe a fotoautotróf és heterotróf mikroorganizmusok dinamikájának és kapcsolatrendszerének vizsgálata természetes vizekben. Kiemelten foglalkozik pikoalga törzsek izolálásával,

tenyésztésével, ökofiziológiai vizsgálatával illetve molekuláris filogenetikai azonosításával.

CSITÁRI BIANKA Környezettan alapszakon, majd környezettudomány mesterszakon végzett az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Diplomamunkáját az ELTE Mikrobiológiai Tanszékén írta, Felföldi Tamás témavezetésével, melynek témája: fenolos vegyületek mikrobiológiai lebontásának vizsgálata természetes és mesterséges környezetekben. Tanulmányait az ELTE Környezettudományi Doktori Iskola hallgatójaként folytatja, kutatási témája a hazai szikes tavak nitrogén-körforgalmának feltárása.

VÖRÖS LAJOS Limnológus, algológus, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet. Kutatja a felszíni vizek eutrofizációját, a vízgyűjtőterület és a befogadó kapcsolatát. Limnológiai, algológiai kutatásai kiterjednek a Balatonon kívül természetes és mesterséges sekély és mély tavakra valamint extrém élőhelyekre, mint a Kárpát-medence szikes tavai és az Erdélyi Sívídek hipersós vizei.

BOROS EMIL Tudományos munkatárs, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet. Az Eurázsiai szikes, sós vizekkel és sekély tavakkal kapcsolatos limnológiai kutatások képezik fő tevékenységét. Ezen belül kiemelt témája az anyagforgalmi és trofikus kapcsolatok, a mezozooplankton, a makrogerinctelen és vízmadár közösségek kutatása, melyben közel 20 éves szakmai tapasztalata van. Emellett elsősorban tavak, vizes- és füves élőhelyek természetvédelmével, kezelésével és helyreállításával is foglalkozik, melyben több mint 25 éves gyakorlati tapasztalattal rendelkezik.

FELFÖLDI TAMÁS Biológus, PhD fokozatát az Eötvös Loránd Tudományegyetem Mikrobiológiai Tanszékén szerezte meg, az ELTE adjunktusa, a Genomikai Laboratórium vezetője. Jelenlegi kutatási területe természetes vizes élőhelyek mikrobiális ökológiáját és gerinctelenek molekuláris taxonómiáját öleli fel, amiket új fajok leírása egészíti ki.