

ELŐZETES JELENTÉS A KESZTHELYI, TIHANYI ÉS KENESEI NÁDASOK EPIFITA BAKTÉRIUMNÉPESSÉGEINEK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATAIRÓL

FARKAS ISTVÁN, SZILÁGYI FERENC és TÓTH LÁSZLÓ

ELTE, Mikrobiológiai Tanszék, Budapest; Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont,
Budapest

A Balatonnak mint nagy kiterjedésű sekély vizű tónak a litorális öve viszonylag igen terjedelmes, ugyanis a medernek (a fenéküledékben gyökerező) makrovegetációval benőtt területeit is ehhez a parti sávhoz tartozónak tekinthetjük (LENZ 1928, RUTTNER 1940 cit in SEBESTYÉN 1943). A Balaton-szegély nagyobb felületet elfoglaló növény szövetkezetei a nádasok (*Phragmitetum*) a parti övezet, de az egész tó anyagcseréjének is integráns elemei, amelyek mind fizikai-kémiai környezetüket tekintve, mind biológiai karakterisztikáikat illetően élesen különböznek a valódi parttól (eulitorál; SEBESTYÉN 1943), de ugyanakkor a nyílt víztől is.

FELFÖLDY és TÓTH (1957) a *Fontinalis antipyretica* és a *F. hypnoides* vízimohák elterjedése és TÓTH (1960a) a nagy kiterjedésű, de felépítésében heterogén balatoni nádasok fenológiai vizsgálatai során igazolták, hogy az egységesnek tűnő balatoni nádasok valójában jellegzetesen eltérő „típusokra” különíthetők, amit korábban már MESCHKAT (1934) továbbá ENTZ és SEBESTYÉN (1940) is feltételeztek, bár számukra e nádasok pontos struktúrcönológiai adatai még nem álltak rendelkezésre. MESCHKAT (1934) balatoni vizsgálatai még a nagy kiterjedésű zárt nádasok horizontális inhomogenitására is felhívták a figyelmet: a nyílt víz közvetlen hatása alatt álló viszonylag zavarosabb vizű külső nádas-szegélyt megkülönböztette az átlátszó, „tiszta” vízzel jellemezhető belső, part felőli nádasállománytól. FELFÖLDY és TÓTH (1957) szerint a *Fontinalis* a kiterjedt nádasoknak abban a zónájában él, ahol a külső nádasrészek még elegendő O_2 -t tartalmazó vize a belső nádasrészek szabad CO_2 tartalmú vizével keveredik, ami gyakorlatilag éppen a Meschkat-féle „zavaros” és „tiszta” vizű nádas határzónájában észlelhető. TÓTH (1960b) a *Fontinalis antipyretica* tömeges előfordulása alapján „Scirpo-*Phragmitetum fontinalosum*”-ként megjelölt nádas-típus ökológiájára vonatkozóan adatokat is közölt. Eszerint az összefüggő nádasokban a nyílt víztől a part felé haladva az egyre erőteljesebb mikrobiális lebontó folyamatok hatására az oxigén és a karbonáttartalom fokozatosan csökken, majd a karbonát eltűnik és megjelenik a szabad széndioxid. Abban a zónában, ahol a *Fontinalis*-t találjuk, a Balaton nyílt vizének kémiai és fizikai hatása megszűnik. A zárt állományú balatoni nádasokban a víz fizikai és kémiai paraméterei horizontálisan és vertikálisan is változnak.

(ENTZ 1981). Összehasonlításként megállapítjuk, hogy a Fertő-tó magyarországi nádasainak vizében a Balatonon tapasztalt vízkémiai dinamikát nem lehetett megfigyelni (TÓTH és SZABÓ 1962).

A nádasokban, ahol a vízmozgás nem túl erős, a nádszálak vízalatti felületét vastag élőbevonat borítja. A bevonatot alkotó biota tagjai (baktériumok, moszatok, fonalférgék, evezőlábú rákok, tegzesek stb.) egymás között és a náddal is bonyolult közösségi anyagcserét valósítanak meg, melynek résztörténeteit ma még csak nagyon kevésbé ismerjük. A bevonat felépítésének leírását MESCHKAT (1934), ENTZ és SEBESTYÉN (1942), továbbá SEBESTYÉN (1963) közlik. SEBESTYÉN (1963) a bevonat vertikális (vízmélységtől függő) zonációjáról és rétegzettségéről is említést tesz. IHAROS (1964) a nádszálak bolyhos bevonatában élő Tardigradák fajainak vertikális, továbbá a nádas egészére vonatkoztatott horizontális előfordulását és populációdinamikáját a nádas különböző zónáiban jellegzetesen változó fizikai (fényerősség, áramlás) és kémiai (oxigén) paraméterek hatásával magyarázta.

Általánosan ismert a nádasok ún. szűrőhatása is, a nádason átáramló víztömegek N- és P tartalma jelentősen csökken, lebegő vagy oldott szervesanyagok degradálódnak (LESENYEI és SZABÓNÉ 1953, TÓTH 1972, 1981, OLÁH et al. 1977, KOVÁCS et al. 1979, LAKATOS 1979, DOBOLYI és mtsi 1980), mikrobataralmuk alacsonyabb értéket mutat (LESENYEI és SZABÓNÉ 1953) és több-kevesebb mérvű, de sokoldalú öntisztuláson mennek keresztül. Ma már az is nyilvánvaló, hogy a nádasnak mint hatalmas szűrőmechanizmusnak a működéséért elsősorban is az óriási felületet képviselő vízalatti nádszálerdő epifita mikrobaközössége a felelős.

Célunk a balatoni nádasok ezen epifita baktériumflórájának összehasonlító vizsgálata volt. A közelmúltban elkezdett, de hosszabb időre tervezett munka eddig elért eredményeiből a leglényegesebbeket foglaltuk össze.

Vizsgálati anyag és módszerek

Mintavételre két alkalommal, 1980. okt. 1-én és okt. 28-án került sor. Nádmintákat a Balaton három, különböző termelékenységgű területéről (Balatonkenese, Bozsai-öböl és a Keszthelyi-öböl) gyűjtöttünk.

A nádmintákat minden esetben a nyílt víz felőli oldalról, a nádasba 4–5 m-re csónakkal behatolva vettük. A mintavételhez a nádszálak vízalatti részét steril olló- és csipesz segítségével kb. 10 cm-es darabokra vágtuk, majd előzetesen sterilizált és a helyszínen balatonvízzel megtöltött, nem légmentesen zárt kémcsövekben, hűtőtáskában szállítottuk. Minden mintavételi helyen idős (ún. avas) és fiatal nádat gyűjtöttünk. A minták egy része kb. 20–30 cm-el a vízfelszín alatt, más része kb. 10–20 cm-el az iszapfelszín felett kimetszett nádszálszövetet tartalmazott. A nádmintákat feldolgozásig, melyre a mintavételt követő 36 órán belül került sor, +4 °C-on hűtőszekrényben tároltuk.

A náddarabkákat steril csapvízben háromszor mostuk, amivel a feltehetően csak lazán tapadt szervezeteket igyekeztünk eltávolítani. Ezután a nád-szár bevonatából aszeptikus körülmények között kaparékot vettünk, amiből hígítási sorozatot készítettünk. Négy féle táptalajon terítettünk. Nutrient agaron (COWAN és STEEL 1965), keményítő-kazein agaron (WAKSMAN 1961), glükózzal kiegészített ISP M-9-es alaptáptalajon (PRIDHAM és GOTTLIEB 1948) és élesztőkivonattal dúsított szintetikus agaron (SZABÓ 1974). Az inokulált lemezeket 28 °C-on 6 napig inkubáltuk, majd a kolóniák denzitását tekintve az alkalmasokról, nem szelektív alapon sorozatban izoláltunk. A leoltott telepeket a lemezeléshez használtéval azonos összetételű ferde táptalajra vittük át. Így módon 2126 izolátumhoz jutottunk. Ezeket +4 °C-on hűtőszekrényben tároltuk. A továbbiakban nutrient agaron gyűjteményünkéből valódi baktériumokra szelektáltunk és a későbbi vizsgálatokból kirekesztettük mindazokat az izolátumokat, melyek vagy nem baktériumnak bizonyultak, vagy mint az nagyon sok esetben kiderült, csekély továbbtenyészhetőségük folytán mesterséges táptalajokon nem voltak fenntarthatók. A három mintavételi helyről így összesen 1147 baktérium-típusú tenyészetünk maradt (Balatonkeneséről 232, a Bozsai-öbölből 223 és a Keszthelyi-öbölből 692).

Ezekután — először is az azonos mintavételi helyekről származók között — kulturális-morfológiai alapon viszonylag durva csoportosítást és további szelekciót hajtottunk végre. Ezúttal a balatonkenesei mintából 13, a Bozsai-öböléből 24, míg a Keszthelyi-öbölben gyűjtött anyagból 59 olyan izolátumot távolítottunk el, amelyek tipizálásra nem voltak alkalmasak, ill. egyik hasonlósági izolátum-csoportba sem voltak besorolhatók. Ezek minden valószínűség szerint azt a szorványos baktériumflórát képviselték, amelynek tagjait nem tekinthettük a nádszálbevonat tipikus bennszülött alakjainak. Mindhárom miliőre vonatkozóan az izolátumok számos hasonlósági csoportját különítettük el, majd ezeket miliók közötti viszonylatban is összehasonlítva, az azonosnak minősített csoportokat is összevontuk és tagjaikból csoport-reprezentáns törzseket szelektáltunk. Így összesen 190 izolátumunk ill. reprezentatív tözcsünk maradt, melyek 20 hasonlósági csoportban oszlottak meg. Azokkal, melyek laboratóriumi körülmények között stabilan fenntarthatóknak bizonyultak, a nemzetközi gyakorlatban általánosan elterjedt és az ELTE Mikrobiológiai Tanszékén rutinszerűen alkalmazott eljárásokat követve, az 1-es táblázatban bemutatott tesztekkel valósítottuk meg.

1981. júl. 8. és 10. között a Bozsai-öböl zárt állományú nádasában a nádas keresztmetszetének három jellemző zónájában (Hydrocharis-zóna, Fontinalis-zóna, a nádas nyílt víz felőli szegélye) és a nádas előtti nyílt vízben naponta kétszer (6³⁰-kor és délután 14⁰⁰ órakor) helyszíni és laboratóriumi vízkémiai méréseket végeztünk. (Megj.: A vizsgálati program ideje alatt többnyire szélsémd volt.)

A víz pH-ját, oxigéntelítettségét és hőmérsékletét Aquachek terepmű-

szerrel, átlátszóságát Secchi koronggal a helyszínen mértük. A vízmintákból a lebegőanyag mennyiségét, az oldott reaktív foszfor, $\text{NH}_4\text{-N}$, az $\text{NO}_2\text{-N}$, CO_3^{2-} , a HCO_3^- és az összes oldott vas koncentrációját, a permanganátos kémiai oxigénfogyasztást (KOI_{Mn}) FELFÖLDY (1980), az a-klorofill és a feopigment mennyiségét TETT et al. (1977) szerint határoztuk meg. A vízminták oldott szerves szén tartalmát Beckman szerves szén elemző készülék segítségével mértük.

Eredmények megbeszélése

Amíg a Balaton nyíltvízi baktériumközössége *Micrococcus*-ok dominanciájával jellemezhető (KOTSIS és munkatársai 1982), addig a nádszál bevonatában elsősorban is a Gram-negatív pálcikák a sokkal gyakoribbak (1. táblázat).

Ez a tény arra utal, hogy a nádszár mikrobiotájában a nagyobb ellenállóképességű, biokémiailag potensebb alakok kerülnek előtérbe. Az 1. táblázat adataiból az is leolvasható, hogy a glükóz fermentatív lebontására mindhárcm milióból a törzseknek több mint 50%-a bizonyult képesnek. Azt jelenti ez, hogy ezek az epifita közösségek a víz átmeneti oxigénhiánya vagy alacsony oxigén tenzió esetén is akcióképesek maradhatnak. Feltehetően a nádbevonat belső rétegeit állandóan mikroaerofilek népesítik be és itt az anaerobiozis is gyakori lehet. A nád baktériumflórájának sajátos közösségi anyagcseréjére utal az a megfigyelésünk, hogy számos kitenyésztett törzs hosszabb időn át laboratóriumi körülmények között nem tartható fenn és megakadályozhatatlannul kipusztul. Nyilván természetes partnereik nélkül kihalásra ítélték.

A három összehasonlított balatoni nádas epifita baktériumpopulációinak összetétele korántsem azonos. A Balaton különböző medencéiben már szembetűnő az epifita baktériumközösségeknek a lokális trofikus viszonyok diktálta differenciálódása, ami tagjaik eltérő biokémiai teljesítőképességében és ökológiai toleranciájában is megmutatkozik. Az eltérések azonban nemcsak a felmért tulajdonságok szórása, hanem az izolált típusok, valójában rendszertani értelemben vett fajok és változatok relációjában is észlelhetők. Folyamatban levő taxonómiai analízisek szerint egyes típusok mindhárom nádasban, mások csak kettőben, ismét mások csak egyben fordulnak elő. Példaként említjük meg, hogy a 10 percen át tartó 80 °C-os hőkezelés tolerálása, továbbá a 45 °C-on tanúsított növekedési aktivitás alapján olyan baktérium-típusokat különíthettünk el, amelyek mind a tihanyi, mind a kenesei nádasokban előfordultak, de Keszthely térségében már egyáltalán nem.

A három tanulmányozott nádasrégió mindegyikében az epifita baktériumközösségeket általában néhány típus ill. faj nagy tömegű populációi alkotják. Minden valószínűség szerint elsősorban is ezek lehetnek az átáramló víz kémiai és biológiai öntisztulásáért a felelősek. Vizsgálatainkat a jövőben ezekre a fajokra kell összpontosítanunk.

Az összehasonlításra került baktériumflórák eltérő biokémiai és ökológiai potenciáljába mélyebb bepillantást nyerhetünk az 1. táblázat adatait szemügyre véve. Így pl. látható, hogy amíg a kenesei törzsek 21%-a és a tihanyiak 22%-a bizonyult csak mozgásképesnek, addig a kemotaktikus ingerekre potenciálisan a keszthelyi törzseknek 66%-a reagálhat sejtjeik aktív vándorlásával. Összefügghet ez azzal, hogy a Keszthelyi-öböl erősebben szennyezett és nagyobb trofitásfokú vízében a mikrobák gyakrabban lehetnek kitéve intenzív pozitív és negatív kémiai ingerhatásoknak, ami befolyással lehet a csillósok szelekciójára.

Izolátumaink teljesítőképességét és toleranciaskáláját tekintve közöttük eredetüknek (Balatonkenesétől Keszthely irányában) megfelelően bizonyos tendencia érvényesülése figyelhető meg. A Bozsai-öböl izolátumai a keneseiekénél, a keszthelyiek pedig mindkettőhöz viszonyítva hatékonyabb biokémiai aktivitással és az ökológiai faktorok szélesebb tolerancia skálájával jellemezhetők. Jól bizonyítják ezt az alábbi adatok (az egyes tesztekben pozitív eredményt mutató törzsek %-a Balatonkenese, Bozsai-öböl és Keszthely viszonylatában): proteolitikus-(zselatináz-) aktivitás: 50%, 59%, 72%; Arginin hidrolízis: 38%, 37%, 52%; Kazeáz aktivitás: 48%, 62%, 64%; Glükóz oxidatív lebontása: 44%, 56%, 74%; Glükóz fermentatív lebontása: 58%, 59%, 82%; Foszfátáz aktivitás: 67%, 72%, 86%; Savtermelés NH_4 -só + glükóz médiumban: 53%, 66%, 76%; Növekedés 11% NaCl jelenlétében: 27%, 41%, 44%; Növekedés 10 °C-on: 77%, 88%, 98%; stb. Mindebből azt a határozott következtetést lehet levonni, hogy milyen arányban nő a Balaton valamely régiójában a víz terhelése különböző szenny-anyagokkal, úgy nő ott a nádasok epifita baktériumflórájának is a biokémiai aktivitása és toleranciája.

Említést érdemel, hogy megfigyeléseink szerint az előző évekből visszamaradt avas és a fiatal nád epifita baktériumai sem azonosak. Egyes baktériumok úgy látszik csak meghatározott állapotú és korú nádszálakat népesítenek be.

Vizsgálataink egyik fontos feladata ezen epifita közösségek faji struktúrájának felderítése. Számítógépes analízisek bevonásával ez a munka jelenleg folyamatban van.

A Bozsai-öböl nádasában végzett vízkémiai vizsgálataink eredményei (2. táblázat) alapján megállapítható volt, hogy a nádasban, a parttól a nyílt víz felé haladva, a víz oldott reaktív foszfor, HCO_3^- és szerves szén koncentrációja, valamint átlátszósága fokozatosan csökkent. Ez a tendencia az $\text{NH}_4\text{-N}$, a $\text{NO}_2\text{-N}$ és az összes oldott vas koncentrációja, továbbá a permanganátos oxigénfogyasztás tekintetében is érvényesült. A nádas vizének oxigéntelítettsége, lebegőanyag, a-klorofill és CO_3^{2-} koncentrációja, továbbá hőmérséklete a parttól a nyílt víz felé haladva általában nő. Jellemző, nádaskeresztmetszet szerinti változás a feopigment koncentrációjában már nem állapítható meg.

Számos vízminőségi jellemző tekintetében (pH, oxigéntelítettség, átlát-

1. táblázat

Balatoni nádasok epifita mikróbaközösségeiből izolált és szelektált 148 reprezentatív baktérium törzs összehasonlító vizsgálatának eredményei

Tesztek	Mintavételi helyek											
	Balatonkenese				Bozsai-öböl				Keszthely			
	+	%	±, -	%	+	%	±, -	%	+	%	±, -	%
Gram-reakció*	11	17	8(47)	12(71)	5	16	8(19)	25(59)	17	34	0(33)	0(66)
Sejtalak: pálcika	37	56	29	44	21	66	11	34	30	60	20	40
Sejtalak kokkusz, ill. kokkoid	29	44	37	56	11	34	21	66	20	40	30	60
Zselatináz aktivitás	33	50	33	50	19	59	13	41	36	72	14	28
Keményítő hidrolízis	29	44	37	56	9	28	23	72	23	46	27	54
Arginin hidrolízis	25	38	41	62	12	37	20	63	26	52	24	48
Eszkulin hidrolízis	25	38	41	62	11	34	21	66	38	76	12	24
Metilénkék redukció	22	33	44	67	7	22	25	78	12	24	38	76
Citrát hasznosítás	19	29	47	71	4	13	28	87	9	18	41	82
Kataláz teszt	52	79	14	21	27	84	5	16	40	80	10	20
Mozgásképeség	14	21	52	79	7	22	25	78	33	66	17	34
Kazeáz aktivitás	32	48	34	52	20	62	12	38	32	64	18	36
Voges—Proskauer teszt	9	14	57	86	5	16	27	84	15	30	35	70
Nitrát redukció ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$)	11	17	55	83	7	22	25	78	6	12	44	88
Denitrifikáció ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$)	0	0	66	100	0	0	32	100	1	2	49	98
Tirozin bontás	38	58	28	42	14	44	18	56	24	48	26	52
Indol termelés	3	5	63	95	1	3	31	97	4	8	46	92
Glükóz ox. lebontása	29	44	37	56	18	56	14	44	37	74	13	26
Glükóz ferm. lebontása	38	58	28	42	19	59	13	41	41	82	9	18
Növ. Mac Conkey agaron	20	30	46	70	8	25	24	75	11	22	39	78
Oxidáz teszt	43	65	23	35	26	81	6	19	39	78	11	22
Kénhidrogén termelés	0	0	66	100	2	6	30	94	2	4	48	96
Foszfátáz aktivitás	44	67	22	33	23	72	9	28	43	86	7	14
Savtermelés (TSI agar)	10	15	56	85	1	3	31	97	15	30	35	70
Savtermelés (NH_4 -só+glükóz)	35	53	31	47	21	66	11	34	38	76	12	24
Savtermelés (tápleves+glük.)	27	41	39	59	13	41	19	59	31	62	19	38
Gázképzés (TSI agar)	1	2	65	98	0	0	32	100	2	4	48	96
Gázképzés (tápleves+glük.)	1	2	65	98	1	3	31	97	2	4	48	96
Ureáz aktivitás	1	2	65	98	1	3	31	97	0	0	50	100
Anorganikus N értékesítés	13	20	53	80	10	31	22	69	5	10	45	90
NaCl tolerancia (3%)	46	70	20	30	23	72	9	28	40	80	10	20
NaCl tolerancia (7%)	24	36	42	64	17	53	15	47	29	58	21	42

NaCl tolerancia (11%)	18	27	48	73	13	41	19	59	22	44	28	56
Növekedés 10 °C-on	51	77	15	23	28	88	4	12	49	98	1	2
Növekedés 37 °C-on	43	65	23	35	16	50	16	50	40	80	10	20
Növekedés 45 °C-on	5	8	61	92	5	16	27	84	0	0	50	100
Hőkezelés (60 °C)	50	76	16	24	26	81	6	19	34	68	16	32
Hőkezelés (80 °C)	4	6	62	94	5	16	27	84	0	0	50	100
Na-propionát értékesítés	25	38	41	62	10	31	22	69	6	12	44	88
Fenilalanin dezamináció	3	5	63	95	0	0	32	100	10	20	40	80

* *Megjegyzés:* Ebben az esetben külön tüntettük fel a Gram-variábilis (±) és zárójelben a Gram-negatív (—) törzsek számát és %-át.

2. táblázat

A Bozsai-öböl térségében, különböző nádas övezetekben és a nyílt vízben mért vízminőségi jellemzők adatai

	Időpont	Hydrocharis zóna	Fontinalis zóna	Nádas széle	Nyílt víz
Vízmélység (cm)					
1981.07.08.	6 ³⁰	20	60	120	250
	14 ⁰⁰	20	60	120	250
07.09.	6 ³⁰	20	60	120	250
	14 ⁰⁰	20	60	120	250
07.10.	6 ³⁰	20	60	120	250
Lebegőanyag (g · m⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	6,4	2,3	2,1	8,6
	14 ⁰⁰	151,0	4,1	5,4	6,6
07.09.	6 ³⁰	3,6	2,7	4,3	19,2
	14 ⁰⁰	2,0	5,6	6,8	7,9
07.10.	6 ³⁰	3,3	4,3	5,2	15,2
Vízhőfok (°C)					
1981.07.08.	6 ³⁰	15,3	19,4	19,4	19,4
	14 ⁰⁰	20,5	21,4	21,7	21,7
07.09.	6 ³⁰	16,9	21,0	21,2	21,6
	14 ⁰⁰	20,5	23,4	23,4	23,5
07.10.	6 ³⁰	18,3	21,5	21,9	22,2
pH					
1981.07.08.	6 ³⁰	7,70	7,83	8,25	8,59
	14 ⁰⁰	8,08	8,66	8,66	8,65
07.09.	6 ³⁰	7,60	8,36	8,35	8,53
	14 ⁰⁰	9,00	8,71	8,71	8,75
07.10.	6 ³⁰	7,58	8,00	8,17	8,56
Secchi átlátszóság (cm)					
1981.07.08.	6 ³⁰	fá	fá	fá	74
	14 ⁰⁰	fá	fá	80	80
07.09.	6 ³⁰	fá	fá	fá	60
	14 ⁰⁰	fá	fá	98	80
07.10.	6 ³⁰	fá	fá	fá	72
Oxigéntelítettség (%)					
1981.07.08.	6 ³⁰	0	4	74	126
	14 ⁰⁰	65	130	110	115
07.09.	6 ³⁰	0	82	83	107
	14 ⁰⁰	65	128	130	120
07.10.	6 ³⁰	0	35	52	104
Oldott szerves szén (μg · m⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	11,0	10,0	9,3	9,3
	14 ⁰⁰	9,3	8,3	9,0	8,3
07.09.	6 ³⁰	11,0	9,0	9,3	8,3
	14 ⁰⁰	10,5	8,3	8,0	8,0
07.10.	6 ³⁰	10,5	9,0	10,5	8,3

2. táblázat folyt.

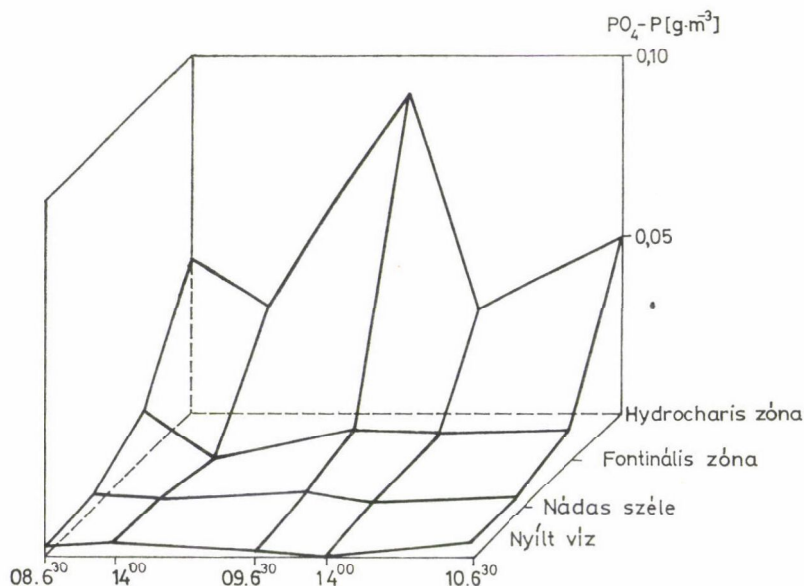
	Időpont	Hydrocharis zóna	Fontinalis zóna	Nádas széle	Nyílt víz
Oldott reaktív P (g · m ⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	0,043	0,014	0,004	0,002
	14 ⁰⁰	0,030	0,000	0,003	0,004
07.09.	6 ³⁰	0,091	0,009	0,005	0,002
	14 ⁰⁰	0,030	0,008	0,002	0,000
07.10.	6 ³⁰	0,052	0,009	0,004	0,005
NH₄-N (g · m ⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	0,037	0,032	0,051	0,003
	14 ⁰⁰	0,052	0,047	0,027	0,000
07.09.	6 ³⁰	0,077	0,013	0,015	0,027
	14 ⁰⁰	0,024	0,017	0,017	0,000
07.10.	6 ³⁰	0,037	0,014	0,037	0,032
NO₂-N (g · m ⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	0,009	0,022	0,018	0,012
	14 ⁰⁰	0,000	0,000	0,000	0,000
07.09.	6 ³⁰	0,017	0,007	0,018	0,000
	14 ⁰⁰	0,000	0,000	0,000	0,000
07.10.	6 ³⁰	0,022	0,018	0,023	0,014
CO₃²⁻ (g · m ⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	0,0	0,0	0,0	18,0
	14 ⁰⁰	0,0	9,0	15,0	15,0
07.09.	6 ³⁰	0,0	12,0	15,0	30,0
	14 ⁰⁰	21,0	12,0	12,0	15,0
07.10.	6 ³⁰	0,0	1,8	3,0	18,0
HCO₃⁻ (g · m ⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	259,3	244,0	231,8	195,2
	14 ⁰⁰	256,2	210,5	192,2	192,2
07.09.	6 ³⁰	253,2	204,4	170,8	146,4
	14 ⁰⁰	192,2	210,5	213,5	207,4
07.10.	6 ³⁰	244,0	222,0	213,5	180,0
a-klorofill (mg · m ⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	3,6	1,7	1,3	4,2
	14 ⁰⁰	3,9	4,4	6,5	5,3
07.09.	6 ³⁰	0,0	1,3	0,6	3,5
	14 ⁰⁰	0,0	0,2	0,8	3,1
07.10.	6 ³⁰	0,4	0,9	0,0	4,0
Feopigment (mg · m ⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	9,1	4,7	4,6	10,0
	14 ⁰⁰	25,2	4,3	2,4	4,0
07.09.	6 ³⁰	4,9	3,7	4,4	10,0
	14 ⁰⁰	5,7	6,2	5,1	3,2
07.10.	6 ³⁰	3,3	3,4	3,6	3,8
KO₁Mn (g · m ⁻³)					
1981.07.08.	6 ³⁰	10,2	5,2	6,0	6,4
	14 ⁰⁰	20,2	3,6	6,6	6,7
07.09.	6 ³⁰	7,0	5,7	5,6	6,0
	14 ⁰⁰	6,8	6,4	6,0	6,2
07.10.	6 ³⁰	9,9	6,1	7,4	7,0

2. táblázat folyt.

	Időpont	Hydrocharis zóna	Fontinalis zóna	Nádas széle	Nyílt víz
Összes oldott vas ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) 1981.07.08.	6 ³⁰	0,030	0,000	0,004	0,004
	14 ⁰⁰	0,032	0,000	0,008	0,008
07.09.	6 ³⁰	0,042	0,014	0,006	0,003
	14 ⁰⁰	0,021	0,004	0,009	0,010
07.10.	6 ³⁰	0,034	0,008	0,012	0,005

szóság, oldott reaktív foszfor, CO_3^{2-} , HCO_3^- , $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, vízhőfok) jelentős napszakos ingadozásokat is mértünk. Ezek amplitudója a parttól a nyílt víz felé haladva rohamosan csökken. A napi ritmus oka, a szervesanyag termelés és lebontás dinamikájának eltérésében keresendő. Nappal, az intenzív fotoszintézis következtében a víz HCO_3^- koncentrációja csökken, oxigéntelítettsége, pH-ja, CO_3^{2-} koncentrációja pedig nő. Az erős biogén mézskiválás a víz átlátszóságát is csökkenti. Éjszaka a szervesanyag lebontó folyamatok dominálnak, az oxigéntelítettség csökken, széndioxid termelődik és ezt követően a víz pH-ja is lecsökken. A biogén mész egy része újra oldatba megy, a HCO_3^- koncentrációja megnő és a víz átlátszósága fokozódik.

A nádas nagyon élénk aktivitású, nemcsak térben, hanem időben is gyorsan változó, nagyon reakcióképes biológiai rendszer. Érdekes, hogy a nádasból



1. ábra. A $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentráció tér-idő diagramja a Bozsai-öböl nádas keresztmetszetére vonatkoztatva. A nádasból a nyílt vízbe az oldott reaktív foszfor mérhető mennyiségben nem jut ki

a nyílt vízbe az oldott reaktív foszfor mérhető mennyiségben nem jut ki (1. ábra), az ammónia és nitrit áramlása a nyílt víz irányába csak éjszaka lehetséges. Az oldott reaktív foszfor áramlásának egyrészt az élőlények oldott reaktív foszfor felvétele másrészt a fotoszintézis során a CO_2 felvétel hatására keletkező CaCO_3 csapadék foszfát megkötő képessége szab gátat.

A jövőben a Balaton-víznek a „nádas-szűrőben” kialakult biológiai és kémiai öntisztulási mechanizmusát részleteiben kísérreljük meg felderíteni.

IRODALOM

- COWAN, S. T., STEEL, K. J.: Manual for the Identification of Medical Bacteria. Univ. Press Cambridge (1965).
- DOBOLYI, E., JOLÁNKAI, G., TÓTH, L.: A Balaton vízminősége és a környezet hatása. VITUKI közlemények 27, 256 A Balaton kutatása és szabályozása (1980).
- ENTZ, B.: A Balaton parti övében és a vízfenék élővilágában az utóbbi évtizedekben bekövetkezett változások állattani vonatkozásai és az ezzel kapcsolatos fizikai és kémiai vizsgálatok a Balatonban. A Balaton kutatás újabb eredményei II. VEAB monográfia, Veszprém 16, 143 (1981).
- ENTZ, G. és SEBESTYÉN, O.: A Balaton élete. Magy. Biol. Kut. Munk. 12, 1 (1940).
- ENTZ, G. és SEBESTYÉN, O.: A Balaton élete. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest (1942).
- FARKAS, L., SZILÁGYI, F. and TÓTH, L.: Comparative investigations on epiphytic bacterial communities of reeds (Lake Balaton). Ann. Univ. Sci. Budapest. de R. Eötvös. Sect. Biol. 22—23 (1983).
- FELFÖLDY, L.: A biológiai vízminősítés. Vízügyi Hidrobiológia 9. Vízügyi Dokumentációs és Továbbképző Intézet. Budapest (1980).
- FELFÖLDY, L. és TÓTH, L.: Fontinalis antipyretica és F. hypnoides a Balatonban. Annal. Biol. Tihany 24, 335 (1957).
- IHAROS, GY.: A balatoni nádasok bevonatának Tardigradái. Állattani Közl. 51, 49 (1964).
- KOTSIS, I. FEHÉR, E. és CZIRÁKI, R.: A Balaton nyílt vize baktériumnépeességének összetételéről. MTA Biol. Oszt. Közl. 25, 246 (1982).
- KOVÁCS, M., TÓTH, L., SIMON, T.-né, DINKA, M., PODANI J.: A balatoni nádpusztulás feltételezhető okai. MHT Országos Vándorgyűlés, Keszthely, III. A. 3. (1979).
- LAKATOS, GY.: A Balaton tihanyi térségében végzett élőbevonat (biotekton) vizsgálatok. MHT Országos Vándorgyűlés, Keszthely III. A. 13. (1979).
- LESENYEI, J. és SZABÓNÉ, M. M. K.: A Balaton szennyezettségének vizsgálata. Hidrol. Közl. 33, 134 (1953).
- MESCHKAT, A.: Der Bewuchs in der Röhrichten des Plattensees. Arch. Hydrobiol. 27, 436 (1934).
- OLÁH, J., O.-TÓTH, E. és TÓTH, L.: A Balaton foszfor anyagcseréje. MTA Biol. Oszt. Közl. 20, 111 (1977).
- PRIDHAM, T. G., GOTTLEB, D.: The utilization of Carbon Compounds by some actinomycetales as an Aid for Species Determination. J. Bact. 56, 107 (1948).
- SEBESTYÉN, O.: A parti öv jelentősége a tó életében. Magyar Biol. Kut. Munk. 15, 301 (1943).
- SEBESTYÉN, O.: Bevezetés a limnológiába. Akadémiai Kiadó, Budapest (1963).
- SZABÓ, I. M.: Microbial Communities in a Forest-Rendzina Ecosystem. Akadémiai Kiadó, Budapest (1974).
- TETT, P., KELLY, M. G., HORNBERGER, G. M.: Estimation of chlorofyll-a and pheophytin-a in methanol. Limnol. Oceanogr. 22, 579 (1977).
- TÓTH, L.: Phytozoologische Untersuchungen über die Röhrichte des Balaton-Sees. Annal. Biol. Tihany 27, 209 (1960a).
- TÓTH, L.: A Fontinalis antipyretica L. cenológiai szerepe a Balaton nádasában. Hidrol. Közl. 2, 164 (1960b).
- TÓTH, L.: Reeds control eutrophication of Balaton Lake. Water Res. 6, 1533 (1972).
- TÓTH, L.: A Kis-Balaton védőrendszer funkciójának biztosításával kapcsolatos hidrobiológiai megjegyzések. VITUKI közlemények, 30, 43 VITUKI Tudományos Napok (1981).
- TÓTH, L. és SZABÓ, E.: Botanikai és környezettani vizsgálatok a Fertő tó nádasában. Hidrológiai Tájékoztató, Budapest 129 (1962).
- WAKSMAN, S. A.: The Actinomycetes I—II. Williams and Wilkins Co. Baltimore (1961).