

CELLULOZBONTÓ AKTINOMICETÁK A KESZTHELYI-ÖBÖLBN ÉS A „ZALA-HATÁS” BAKTERIOLÓGIAI INDIKÁCIÓJÁNAK KÉRDÉSE

FARKAS ISTVÁN

ELTE, Mikrobiológiai Tanszék, Budapest

A Balaton eutrofizációjának okait kutatva ma már általánosan elfogadott az a tény, hogy e folyamatért főleg a különböző forrásokból (így a tó vízgyűjtő területén a talajok fokozódó műtrágyázásából) származó szervesetlen növényi tápanyagok, ezek közül is elsősorban két elem, a nitrogén és a foszfor, ill. ezek könnyen hozzáférhető vegyületei tehetők felelőssé.

A Balatont érő táp-, ill. szennyanyag terhelések elsősorban is a Keszthelyi-öbölre koncentrálódnak. PÁSZTÓ (1974, cit. in KOVÁCS 1977) szerint a szennyvízterhelés mértéke a tó különböző területein eltérő, de legnagyobb a Keszthelyi-öbölben. Hasonlóan ugyanitt éri el a balatoni algaprodukciónak is a maximumát (HERODEK és TAMÁS 1974, HERODEK 1977). A Zala folyó és a Balaton nyugati medencéjébe torkolló más vízbefolyások és csatornák szerves hordalékának ásványosításában — vagyis az algaprodukciónak szükséges tápelem-regenerálásban — adekvát biokémiai kapacitású mikroflórák vehetnek részt. Ezek tagjai között a cellulóz, kitin, zsírok, aromás vegyületek stb. degradálására képes fajok különös fontosságúak, ezért vizsgálatainkat fokozatosan valamennyire kiterjesztjük.

A következőkben egyrészt adatokat szándékozunk szolgáltatni a Keszthelyi-öböl és a Zala-torkolat cellulózbontó baktériumflórájának speciesz-szintű ismeretéhez, másrészt éppen ezekkel a szervezetekkel kapcsolatban a Zala vizének a Keszthelyi-öböl víztestében érvényesülő sajátos és a torkolattól számított növekvő távolsággal arányosan csökkenő hidrobiológiai hatása bakteriológiai indikálhatóságának lehetőségeire mutatunk rá.

Feltétlenül megjegyzésre érdemes itt, hogy a Keszthelyi-öbölnek az ún. Büdös-árok betorkolásához közeli térségéből származó vízmintákat könnyen hasznosítható C-forrást nem tartalmazó agarközegen lemezelve agarolitikus baktériumok gyakori előfordulását is sikerült kimutatnunk. Figyelemreméltó lelet ez, mivel tudomásunk szerint az agar depolimerizációjára képes, agaráztermelő és egyébként nagyon ritka mikrobákat hazai vizeinkből még egyáltalán nem detektáltak! Kitenyésztésüket tiszta kultúrákban és folyamatos fenntartásukat laboratóriumi körülmények között mind ez ideig sajnos még nem sikerült megoldanunk.

Vizsgálati anyag és módszerek

Az első mintavételre 1979. júl. 10-én került sor, amikor csakis vízmintákat gyűjtöttünk, mégpedig steril pipettával, 30 cm-el a vízfelszín alól, helyileg közvetlenül a Zala-torkolatból, továbbá a Balatonból, a Zala beömlésétől számított kb. 200 és 400 m távolságokra.

A második mintavételezés alkalmával (1979. szept. 5-én) a fenéküledék felszíni rétegéből sterilizált Ekman-féle mintavevő készülékkel már iszapmintákat gyűjtöttünk egyrészt közvetlenül a Zala-torkolatból, másrészt a Keszthelyi-öböl középrégiójából, a torkolattól kb. 3 km távolságra. A steril Erlenmeyer-ekbe gyűjtött és hűtött vizsgálati anyag feldolgozása a mintavételt követő 24 órán belül megtörtént.

A minták hígítási sorozataiból cellulózzal plusz élesztőkivonattal gazdagított, ill. ezzel párhuzamosan csak cellulózzal kiegészített ISP M-9-es szintetikus alaptáptalajon (PRIDHAM és GOTTLIEB 1948) szuperficiális inokulálással lemeztünk.

A tápközeg összetétele a következő volt:

A. PRIDHAM-GOTTLIEB törzsoldat	
CuSO ₄ · 5 H ₂ O	0,64 g
FeSO ₄ · 7 H ₂ O	0,11 g
MnCl ₂ · 4 H ₂ O	0,79 g
ZnSO ₄ · 7 H ₂ O	0,15 g
Deszt. víz	100,0 ml
B. Ásványi só alapagar	
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,64 g
KH ₂ PO ₄	2,38 g
K ₂ HPO ₄ · 3 H ₂ O	5,65 g
MgSO ₄ · 7 H ₂ O	1,00 g
A oldat	1,0 ml
Agar (Difco)	15,0 g
Deszt. víz	1000,0 ml
pH = 6,8—7,0	

Sterilizálás: 1,2 atm, 121 °C, 15 perc.

A komplett táptalaj a háromféle cellulóz (CM-52: Servacel, MN-300: Mache-rey and Nagel, α-cellulóz: Sigma) egyikét 1%-os végkoncentrációban tartalmazta. Az élesztőkivonat (Difco) 0,5%-os mennyiségben került felhasználásra. Az inokulált lemezeket sötétben, 28 °C-on inkubáltuk. Általánosságban megállapítható volt, hogy a közvetlenül a Zala-torkolatból származó víz, ill. iszapminták csíraszama lényegesen magasabb, mint a torkolattól távolabb vett mintáké. A folyó közvetlen betorkolásánál rendkívül intenzív mikrobiológiai tevékenység folyik, mely jellegében, mint majd láthatjuk, még erősen a folyó baktériumközösségének vonásait viseli.

Az inkubációs idő letelte után csak azokat a kolóniákat izoláltuk, melyek körül világos cellulolitikus zóna volt megfigyelhető. Mivel a cellulolitikus hatás lassan bontakozik ki, ezért az izolálásokra csak 3—6 hét után került sor. A

cellulolízis gyorsaságát egyébként az alkalmazott cellulóz típusa erősen befolyásolja. Az izoláláskor az egyes kolóniákat a terítésnél alkalmazottal azonos összetételű ferde táptalajra oltottuk át. Újraterítéssel és reizolálásokkal végrehajtott tisztításuk után megállapítható volt, hogy a torkolat közvetlen térségéből előkerült cellulózbontók túlnyomó többsége a *Streptomyces* genusba tartozott. Ezért további vizsgálatainkat is ezekre összpontosítottuk.

A víz és fenéküledék mintákból összesen 186 cellulózbontó törzset izoláltunk. Részletes vizsgálatokat 64 *Streptomyces* törzsszel folytattunk. Valamennyi diagnosztizálását az ISP standard módszerek, előírt táptalajok és diagnosztikai nomenklátúra (SHIRLING és GOTTLIEB 1966) alkalmazásával eszközöltük. Speciesz-szintű identifikálásukhoz a nemzetközi gyakorlatban elterjedt különböző kulcsokat (HÜTTER 1967, NONOMURA 1974, SZABÓ et al. 1975), esetenként standard összehasonlító törzseket és az ISP standard típus-törzs leírásait (SHIRLING és GOTTLIEB 1968a, 1968b, 1969, 1972) vettük igénybe. A vizsgált törzsek kulturális-morfológiai és élettani tulajdonságait az 1. táblázat tartalmazza. Meg kell azonban jegyezni, hogy az ISP leírásokkal 100%-os megegyezést csak a vizsgált törzseink egy részénél lehetett kimutatni, ami természetesen, minthogy az ISP adatok mindig egyetlenegy törzsrre, mégpedig a típus-törzsrre vonatkoznak és nem magára a fajra, amelynek feltétlenül mindig bizonyos variabilitási amplitúdója van. Törzseink elektronmikroszkópos vizsgálatát dr. Kondics Lajos egyetemi docens (ELTE) végezte el, amiért e helyen kell hálás köszönetemet kifejezmem. A munkámat dokumentáló törzseket az ELTE Mikrobiológiai Tanszékének gyűjteményében őrizzük.

Az eredmények és megbeszélésük

A 64 cellulózbontó *Streptomyces* törzs közül 19 (30%) — a BV/24—1, BV/24—2, BV/33, ZI/41—1, ZI/41—2, ZI/50, ZI/103, ZI/147, ZI/72, ZI/71, ZI/69, ZI/181, ZI/80—1, ZI/80—2, BI/136—1, BI/136—2, ZI/44—1, ZI/44—2 és a ZI/55 jelzésűek — az *St. flavogriseus* (ISP 5323) faj tipikus alakjainak bizonyultak, bár közöttük a ZI/55 számú törzs már e faj raffinóz pozitív változata lehet. Ez a 19 törzs a Zala torkolati régiójának domináns aerob cellulózbontó mikrobacsoportját reprezentálja.

Figyelmet érdemlő tény, hogy az *St. flavogriseus* törzseink — melyek egyébként az ún. Parvus csoportba tartoznak — kettő kivételével közvetlenül a Zala-torkolat fenéküledékéből, ill. vízből, a beömléstől max. 400 m-re kerültek elő. Ezek az eredmények összhangban vannak SUMAN és SZABÓ (1982) vizsgálataival, akik a Zala folyó aktinomiceta populációját kutatva a Zala fenéküledékében a Parvus csoport, ill. az *St. flavogriseus* dominanciáját észlelték. Az általuk izolált és vizsgált 162 szelektált reprezentatív *Streptomyces* törzs közül 45 (28%) a Parvus csoportba tartozott.

1. táblázat

A Keszthelyi-öbölből és a Zala-torkolatból izolált cellulóz bontó Streptomyces törzsek

A törzs számjelzése	Lelőhely	A légmiciélium szfincsoportja	A szubsztrátmicélium színkategóriája	A spóratartó típusa
BV/24-1	ZT-400	G	Yb	RF
BV/24-2	ZT-400	G	Yb	RF
BV/33	ZT-400	G	Yb	RF
ZI/41-1	ZT	G	Yb	RF
ZI/41-2	ZT	G	Yb	RF
ZI/50	ZT	G	Yb	RF
ZI/103	ZT	G	Yb	RF
ZI/147	ZT	G	Yb	RF
ZI/72	ZT	G	Yb	RF
ZI/71	ZT	G	Yb	RF
ZI/69	ZT	G	Yb	RF
ZI/181	ZT	G	Yb	RF
ZI/80-1	ZT	G	Yb	RF
ZI/80-2	ZT	G	Yb	RF
BI/136-1	ZT-3000	G	Yb	RF
BI/136-2	ZT-3000	G	Yb	RF
ZI/44-1	ZT	G	Yb	RF
ZI/44-2	ZT	G	Yb	RF
ZI/55	ZT	G	Yb	RF
ZI/54	ZT	G	Yb	S+RA
ZI/161	ZT	G	Yb	S+RA
ZI/184	ZT	G	Yb	S+RA
ZI/179	ZT	G	Yb	S+RA
ZI/168	ZT	G	Yb	S+RA
ZI/58	ZT	G	Yb	S+RA
ZI/178	ZT	G+Gr	Yb	S+RA
ZI/46	ZT	G	Yb	S
BI/134	ZT-3000	G	Yb	S+RA
ZI/162	ZT	G	Yb	S+RA
BV/26	ZT-200	G	Yb	S
ZI/166	ZT	G	Yb	S
ZI/170	ZT	G	Yb	S+RA
BV/29	ZT-200	G	Yb	S+RA
ZI/160	ZT	G	Yb	S+RA
ZI/173	ZT	G	Yb	S+RA
ZI/47	ZT	G	Yb	S+RA
ZI/59	ZT	G+R	Yb	S+RA
ZI/182	ZT	G	Yb	RF
ZI/164-1	ZT	G	Yb+red	S+RA
ZI/164-2	ZT	G	Yb+red	S+RA
ZI/163	ZT	G	Yb+red	S+RA
BV/23	ZT-400	G	Yb+red	S+RA
ZI/171	ZT	G+Gr	Yb	S+RA
ZI/169	ZT	G+Gr	Yb	S+RA
BI/128	ZT-3000	Gr	Yb	S+RA
ZI/180	ZT	Gr	Yb	S+RA

A törzs számjelzése	Lelőhely	A légmicélium színecsoportja	A szubsztrátmicélium színkategóriája	A spóratartó típusa
BI/127	ZT-3000	Gr	Yb	S+RA
ZI/159	ZT	G+Gr	Yb	S+RA
ZV/11	ZT	R	Yb	RF
ZI/165	ZT	Gr	Yb	S+RA
ZI/158-1	ZT	Y	Yb	RF
ZI/158-2	ZT	Y	Yb	RF
ZI/90	ZT	Y	Yb ↔ green _{al}	RF
ZI/104	ZT	Gr	Yb+blue _{al} ↔ red _{ac}	S+RA
ZI/175	ZT	R	Yb	S+RA
ZI/60	ZT	R	Yb	RF
ZI/62	ZT	Gr+B	Yb+red _{ac} ↔ green _{al}	S+RA
ZI/91	ZT	R	Yb+green	S+RA
BV/34	ZT-400	G	Yb+blue _{al} ↔ red _{ac}	S+RA
ZI/68	ZT	G+R	Yb+red _{ac} ↔ green _{al}	S+RA
ZI/150-1	ZT	G+R	Yb+red _{ac} ↔ blue _{al}	S+RA
ZI/150-2	ZT	G	Yb+red _{ac} ↔ blue _{al}	S+RA
ZI/89-1	ZT	G	Yb+red _{ac} ↔ green _{al}	S+RA
ZI/89-2	ZT	G	Yb+red _{ac} ↔ blue _{al}	S+RA
			Yb+red _{ac} ↔ green _{al}	S+RA

A ZI/54, ZI/161, ZI/184, ZI/179, ZI/168, ZI/58 és a ZI/178 jelzésű törzsek, amelyek kivétel nélkül a Zala torkolati iszapjából kerültek elő, az *St. noursei* fajt képviselik. A meghatározásokat ez esetben HÜTTER (1967) monográfiája alapján eszközöltük.

A ZI/171, ZI/169, BI/128, ZI/180, BI/127 és a ZI/159 törzsek az *St. prasinus* (ISP 5099) fajhoz tartoznak. E törzsek spóratömege a TRESNER—BACKUS színskála alapján a Green color szerieszbe sorolható. Figyelmet érdemlő csoport, mivel a valódi zöld (Prasinus típusú) légmicéliumot fejlesztő streptomiceták teresztrikus ökoszisztémákban meglehetősen ritka előfordulásúnak tekinthetők, míg vízi biotópokból csaknem ismeretlenek.

A ZI/164-1, ZI/164-2, ZI/163 és a BV/23 jelzésű törzsek az *St. minoen-sis* szacharóz negatív változatát képviselik.

A ZI/158-1, ZI/158-2 és a ZI/90 jelzésű törzsek az *St. ochroleucus* (ISP 5591) fajhoz tartoznak. Valamennyi a Zala torkolati iszapjából került elő. Megjegyzendő, hogy SUMAN és SZABÓ (1982) a Zala folyóból 6, ugyancsak az *Ochroleucus* csoportba tartozó, de az *St. ochroleucus* fajjal magával nem azonosítható törzset izolált.

A ZI/46, BI/134, ZI/162 jelzésű és az Olivaceus csoportba sorolt törzsek, az *St. rochei* (ISP 5231) faj alakjainak bizonyultak.

Spórafelület	Melanoid pigment prod. (M-6)	Szénforrás értékesítés											
		Kontroll	D-glükóz	L-arabinóz	Szacharóz	D-xilóz	I-inozit	D-mannit	D-fruktóz	Ramnóz	Raffinóz	Cellulóz	
SP	—	—	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+/-	+
SP	—	—	++	++	++	+	++	++	++	++	++	—	+
SM	++	—	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+
SP,HA	—	—	++	+	—	++	+	++	++	++	+	—	+
SM	—	—	++	++	+/-	++	+/-	++	++	+/-	+/-	+	+
SM	—	—	++	++	+/-	++	+/-	+	+	+/-	+/-	+	+
SM	—	—	++	++	—	++	—	++	++	—	—	+	+
HA	—	—	++	++	—	++	+	++	++	+	—	+	+
SM	—	—	++	++	—	++	—	—	+	+/-	—	+	+
SM	—	—	++	—	—	++	—	—	+	+/-	++	—	+
SP	++	—	++	++	+/-	++	++	++	++	++	++	+	+
SM	++	—	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+
SM	++	—	++	++	—	++	++	++	++	++	++	+/-	+
SM	++	—	++	+	++	++	+	++	++	++	++	++	+
SM	—	—	++	++	—	++	++	++	++	++	++	++	+
SM	—	—	++	++	+/-	++	++	++	++	+	++	++	+
SM	—	—	++	+	+/-	++	++	++	++	++	++	+	+
SM	—	—	++	++	—	++	++	++	++	++	++	+	+

Az 1-es táblázatban használt jelölések és rövidítések

A begyűjtött minta típusa: BV: „Balaton-víz”; BI: „Balaton-iszap”; ZV: „Zala-víz”; ZI: „Zala-iszap”

Mintavételi helyek: ZT: Zala-torkolat (még folyómeder); ZT-200: Keszthelyi-öböl, a Zala-torkolattól kb. 200 m távolságban; ZT-400: Keszthelyi-öböl, a Zala-torkolattól kb. 400 m távolságban; ZT-3000: Keszthelyi-öböl, a Zala-torkolattól kb. 3000 m távolságban.

A légmicélium színsorozatja (TRESNER és BACKUS 1963): G: Gray; Gr: Green; R: Red; Y: Yellow; B: Blue; (V: Violet; W: White) a TRESNER és BACKUS által bevezetett, szelektált színekből összeállított színszereszek alapszínei.

A szubsztrátmicélium színkategóriája (SZABÓ 1978): Yb: Yellow-brown; ac: 1 n HCl; al: 1 n NaOH.

A spóratartó típusa (PRIDHAM et al. 1958, mód Baldacci): R: Rectus; F: Flexibilis; RA: Retinaculum-Apertum; S: Spira; MV: Monoverticillus; MV-S: Monoverticillus-Spira; BIV: Biverticillus; BIV-S: Biverticillus-Spira; U: Undetermined.

Spórafelület (SHIRLING and GOTTLIEB 1966): SM: Sima; WA: Szemölcsös; SP: Tüskés; HA: Hajas.

M-6: Pepton-élesztőkivonat-vas agar (TRESNER és DANGA 1958).

A ZI/150—1, ZI/150—2, ZI/89—1 és a ZI/89—2 törzsek az *St. violaceoruber* (ISP 5049) egy új változatát, és a streptomyceták szubsztrátmicélium pigmentjeinek egy új, 17., egyben eddigi legkomplexebb színsorozatját (Yb + + red_{ac} ↔ blue_{al} + red_{ac} ↔ green_{al}) képviselik. SUMAN és SZABÓ (1982) a Zalából 3, szintén az *St. violaceoruber* fajhoz tartozó törzset izolált, de azok a faj tipikus leírását mutatják.

A ZI/68 és a ZI/91 törzsek az *St. massasporeus* (ISP 5035) faj képviselői. Ez a két törzs kulturális-makromorfológiai tulajdonságaiban bizonyos küllemi

eltéréseket mutat. Érdekes tény, hogy SUMAN és SZABÓ (1982) a Zala iszapjából ugyancsak izolált két *St. massasporeus* törzset, amelyek az általunk izolált két törzs differenciáit hasonlóképpen mutatták.

A ZI/47 jelzésű törzs az *St. diastatochromogenes* (ISP 5449) raffinóz pozitív változata. SUMAN és SZABÓ (1982) törzsei közül 8 szintén ugyanehhez a fajhoz tartozik.

A ZI/175 számjelzésű törzs az *St. roseoflavus* (ISP 5536) (Fradiae csoport) faj reprezentánsa. SUMAN és SZABÓ (1982) Zalából kitenyésztett törzsei közül 5 ugyanebbe a csoportba tartozik.

A ZI/104 jelzésű törzs az *St. bambergensis* (ISP 5590) egy új balatoni változatát képviseli, amelynél a szubsztrátmicélium pigmentje pH indikátor sajátsággal rendelkezik. E faj spóratömege egyébként ugyancsak a Green color seriesz árnyalatait tükrözi.

A ZI/165 jelzésű törzs az *St. viridosporus* (ISP 5243) faj képviselője és egyúttal az utolsó a Zala torkolatából előkerült „Green” streptomiceták „csoportjából”. ZV/11: *St. phaeochromogenes* (ISP 5073). ZI/170: *St. flaveolus* (ISP 5061). BV/59: *St. luteogriseus* (ISP 5483). BV/34: *St. tendae*. ZI/62: *St. viridis* (ISP 5381). ZI/60: *St. termitum* (ISP 5329). BV/26: *Streptomyces* species — nagyon valószínű, hogy ez a sima spórafelületű törzs, az *St. endus* (ISP 5187) raffinóz pozitív változata. Ezt támasztják alá SUMAN és SZABÓ (1982) eredményei is, akik a Zala folyóból 6 olyan ornamentálatlan spórájú *Streptomyces* törzset is izoláltak, melyek raffinóz pozitívnak bizonyultak és a meghatározás szerint az *St. endus* fajhoz tartoznak. ZI/182: *Streptomyces* species (griseolus?). ZI/166, ZI/173, ZI/160, BV/29: pontos rendszertani determinálásuk nem sikerült, mivel a tüskés felületű spórák mellett sok sima is megfigyelhető volt és a rendelkezésünkre álló adatok alapján nem tudtuk eldönteni, hogy esetükben fejlődési rendellenességről van-e szó.

Az általunk izolált és vizsgált streptomiceta törzseknek több mint 94%-a a D-glükóz és a cellulóz mellett az L-arabinózt, a D-xilózt, a D-mannitot, a D-fruktózt és a ramnózt is képes hasznosítani.

Az izolált *Streptomyces* törzsek túlnyomó többsége, 64-ből 59 (92%) vagy közvetlenül a Zala-torkolatból, vagy a torkolattól maximálisan 400 m távolságból került elő, s csupán 5 (8%) volt olyan, amely a Zala torkolatától kb. 3 km távolságból, a Keszthelyi-öböl középrégiójából származott.

Eredményeink jól korrelálnak az irodalmi adatokkal, miszerint bármiféle vízi ökoszisztémában a *Streptomyces*ták a plankton szervezetek között csak szórványos előfordulásúak. Ezzel szemben a folyók (és nem a tavak) fenékküledékének felső, jól aerált rétegében már tömegesek. Anyagunkban 56 törzs (87,5%) iszapból, 8 törzs (12,5%) nyílt vízből került elő.

Úgy tűnik, hogy a Balaton tipikus nyíltvízi baktériumközösségét *Micrococcus*-ok (KOTSIS et al. 1982), míg fenékküledékének aktinomiceta frakcióját a *Micromonospora*-k (SZABÓ Zs. 1982) dominanciája jellemzi. Ezzel szemben

a Keszthelyi-öböl közvetlen Zala-torkolati régiójában az üledék aktinomiceta populációján belül a mikromonosporák mellett a streptomiceták kodominánsak, ami eltér a tóiszapnormális aktinomiceta megoszlásától. E tény megérthetjük, ha SUMAN és SZABÓ (1982) vizsgálati adatait vesszük szemügyre. Szerintük a Zala folyó üledéke streptomicetákat a mikromonosporák számát jóval meghaladó óriási tömegben tartalmaz. Ugyanakkor SZABÓ Zs. (1982) kimutatta, hogy a Balaton folyóvízi beáramlástól mentes tihanyi térségének iszapaktinomiceta populációján belül mikromonosporák a domináns előfordulásúak, és közöttük streptomiceták alig találhatók. Munkánk során 16 cellulóz bontó mikromonospora típusú szervezetet is izoláltunk, valamennyi a Zala-torkolattól kb. 3 km-re, a Keszthelyi-öböl közepén vett iszapmintákból került elő, jelezvén, hogy ott már a Balaton fenéküledékének típusos aktinomiceta populációjával állhatunk szemben.

1981 októberében, a Középdunántúli Vízügyi Igazgatóság megbízásából a Keszthelyi-öböl hat pontján (a Vonyarcvashegy és Balatonyörök közötti parti terület két régiójában már befejezett kotrási gödrökből; ugyanerről a területről, de kotratlan régióból; közvetlen a Zala folyó betorkolásának térségéből; a Zala torkolatától kb. 1 km távolságból és végül a parttól távol, a Keszthelyi-öböl centrumában, érintetlen üledékből) vett mintákból üledék mikroflóra tanulmányokat végeztünk (FARKAS 1981). Több száz izolátum generikus szintű azonosítása és mintavételi helyük szerinti megoszlásuk, továbbá összes mikrobaszám becslések alapján megállapítható volt, hogy a Keszthelyi-öbölben a Zala-torkolattól távolodva az üledékben mindenütt *Micromonospora*-k dominálnak. Így pl. a streptomiceták csíraszama, keményítő-kazein agaron, a Keszthelyi-öböl középrégiójából származó iszap esetén a teljes baktériumszámnak csak 4%-a volt, míg ugyanitt a mikromonosporák 19%-ban szerepeltek. Közel fordított volt a helyzet a Zala betorkolásának térségében. Ez a tendencia a kotort mederfenék újrabenépesülésénél is következetesen jelentkezik. Midemellett az is kiderült, hogy a Keszthelyi-öböl régiója éppen a Zala hatására visszavezethetően streptomicetákkal jóval „fertőzöttebb” lehet mint a keleti medence.

Eddigi eredményeinket összegezve elmondható, hogy a Keszthelyi-öbölben aktív cellulóz bontó aktinomiceták nagy fajszámmal és élettani variabilitással szerepelnek. Előfordulásuk az iszapra és nem a nyílt vízre lokalizálódik. A Zala folyó torkolati régiójában a Balaton fenéküledéke főleg *Streptomyces*-, míg a Keszthelyi-öböl centrumának iszapja *Micromonospora*-cellulóz bontókban gazdag. Kétséget kizáróan beigazolódott, hogy az öbölbe a Zala-üledék tömegesen előforduló streptomicetái hatolnak be. A Zala-iszapra különösen jellemző *St. flavogriseus* alakjait pl. a Balaton iszapjából is következetesen kimutathattuk, mégpedig elsősorban is közvetlenül a Zala beáramlásánál. A torkolattól távolodva a streptomiceták száma rohamosan csökken és az üledék fokozatosan a tavi iszap bakteriológiai jellemvonásait veszi fel. A Keszthelyi-öböl bakté-

riumközösségének fokozott degradatív kapacitására utal az a megfigyelésünk is miszerint itt számottevő denzitású agarolitikus mikrobapopuláció is létezik.

Vizsgálataink alapján felmerül tehát a „Zala-hatás” konkrét bakteriológiai detektálhatóságának a lehetősége, minthogy alapos okunk van feltételezni miszerint az üledék-flóra pontos taxonómiai analízise megmutatja nem csupán azt, hogy tipikus Zala- vagy Balaton-üledékkel állunk-e szemben, hanem azt is, hogy átmenetek esetén melyik vízi milió hatása érvényesül jobban.

IRODALOM

- FARKAS, I.: Jegyzőkönyv a Keszthelyi-öböl régiójában a Középdunántúli Vízügyi Igazgatóság megbízásából 1981 őszén végzett iszapbakteriológiai vizsgálatokról. Kézirat. ELTE. Budapest (1981).
- HERODEK, S.: A balaton fitoplankton kutatás újabb eredményei. *Annal. Biol. Tihany* **44**, 181 (1977).
- HERODEK, S., TAMÁS, G.: The primary production of phytoplankton in Lake Balaton October 1972—March 1973. *Annal. Biol. Tihany* **41**, 205 (1974).
- HÜTTER, R.: Systematik der Streptomycceten unter besonderer Berücksichtigung der von ihnen gebildeten Antibiotika. *Bibliotheca Microbiologica*, fasc. 6. S. Karger, Basel (1967).
- KOTSIS, I., FEHÉR, E. és CZIRÁKI, R.: A Balaton nyílt vize baktériumnépességének összetételéről. *MTA Biol. Oszt. Közl.* **25**, 246 (1982).
- KOVÁCS, M.: A környezetvédelem biológiai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (1977).
- NONOMURA, H.: Key for Classification and Identification of 458 Species of the Streptomyces Included in ISP. *J. Ferment. Technol.* **52**, 78 (1974).
- PRIDHAM, T. G. and GOTTLIEB, D.: The utilization of carbon compounds by some Actinomycetales as an aid for species determination. *J. Bacteriol.* **56**, 107 (1948).
- PRIDHAM, T. G., HESSELTINE, C. W. and BENEDICT, R. G.: A guide for the classification of streptomycetes according to selected groups. *Appl. Microbiol.* **6**, 52 (1958).
- SHIRLING, E. B. and GOTTLIEB, D.: Methods for Characterization of Streptomyces Species. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **16**, 313 (1966).
- SHIRLING, E. B. and GOTTLIEB, D.: Cooperative Description of Type Cultures of Streptomyces. II. Species Descriptions from First Study. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **18**, 69 (1968a).
- SHIRLING, E. B. and GOTTLIEB, D.: Cooperative Description of Type Cultures of Streptomyces. III. Additional Species Descriptions from First and Second Studies. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **18**, 279 (1968b).
- SHIRLING, E. B. and GOTTLIEB, D.: Cooperative Description of Type Cultures of Streptomyces. IV. Species Descriptions from the Second, Third and Fourth Studies. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **19**, 391 (1969).
- SHIRLING, E. B. and GOTTLIEB, D.: Cooperative Description of Type Strains of Streptomyces. V. Additional Descriptions. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **22**, 265 (1972).
- SUMAN, Y. és SZABÓ, I. M.: A Zala fenéküledékének baktériumnépessége. *MTA Biol. Oszt. Közl.* **25**, 179 (1982).
- SZABÓ, I. M.: Sixteen Colour Groups of the Substrate Mycelium Pigments of Streptomyccetes. *Acta microbiol. Acad. Sci. hung.* **25**, 51 (1978).
- SZABÓ, I. M., MARTON, M., BUTI, I. and FERNANDEZ, C.: A Diagnostic Key for the Identification of „Species” of Streptomyces and Streptovercillum Included in the International Streptomyces Project. *Acta. Bot. Acad. Sci. Hung.* **21**, 387 (1975).
- SZABÓ, Zs.: A Balaton-mederiszap baktériumnépességének számítógépes analízise. I. A Micromonspora-populáció. *MTA Biol. Oszt. Közl.* **25**, 201 (1982).
- TRESNER, H. D. and BACKUS, E. J.: System of color wheels for streptomycete taxonomy. *Appl. Microbiol.* **11**, 335 (1963).
- TRESNER, H. D. and DANCA, F.: Hydrogen sulfide production by Streptomyces as a criterion for species differentiation. *J. Bacteriol.* **76**, 239 (1958).