

# A ZALA FOLYÓ ALSÓ SZAKASZA FENÉKÜLEDÉKÉNEK BAKTÉRIUMNÉPESSÉGE

SUMAN YARIELA és SZABÓ ISTVÁN MIHÁLY

ELTE, Mikrobiológiai Tanszék, Budapest

A hordalékát kavics, vályog, lösz és homokos-lösz típusú pannonkori lerakódásokon kialakult talajok mintegy 2622 km<sup>2</sup> vízgyűjtőjéről szállító, 139 km hosszú Zala naponta átlag  $1,3 \times 10^6$  m<sup>3</sup> vízzel 29000 kg lebegőanyagot, 2—2,5 ezer kg N-t, 300—900 kg összes foszfort (DOBOLYI, JOLÁNKAI és TÓTH 1980) és a Balatonba kerülő ipari szennyvizek több mint felét juttatja a Keszthelyi-öbölbe. Hatása KOI-mérésekkel a tóvízben Keszthely térségében mindenütt kimutatható. Biodinamikájában vízi makrofitonok, zöld fonalas algák, Gammarusok, iszapszúnyog- és árvaszúnyog-lárvák, Odonata-lárvák, Tubifexek stb. dominálnak (KÖLÜS, SZABÓ, GELENCSÉR és SZIPOLA 1981). Jóllehet a Zala különböző pontjain és különösen torkolati szelvényében már évek óta nagy gyakoriságú és sokoldalú mérések folynak a Balatont érő különböző hatások felderítésére, mégis a folyó szaprofita baktériumközösségéről, különösen a fenéküledék vonatkozásában még nagyon keveset tudunk. Számos közlés és kiváló részlettanulmány igazolja, hogy a Zala vize miként befolyásolja az öböl alga, protozoon stb. flóráját és faunáját, továbbá baktériumnépességének kvantitását, de FARKAS (1982) volt az első, aki a tó torkolatközei térségében a Zala-hatás kvalitatív bakteriológiai detektálhatóságára is kísérletet tett.

A folyók fenéküledéke mikrobiótái körül mind struktúrcönológiai vonatkozásban, mind funkciójukat tekintve napjainkban még világviszonylatban is jóval több a megoldatlan, mint a tisztázott kérdés (lásd pl. CROSS 1981). Alanti munkánkkal a Zala alsó szakasza fenéküledékeit gyakorlatilag modellként vizsgálva a bakteriológiai folyómeder-kutatás néhány jelenleg különösen exponált problémájának megoldásához kívántunk adatokkal hozzájárulni. Elsősorban is a következő kérdésekre kerestünk választ: 1. Milyen következtetésekre juthatunk az aktinomiceta iszapflóra teljes minőségi analízisének eredményeiből, minthogy erre a munkára még egyetlen folyó viszonylatában sem vállalkozott senki. 2. Hogyan jellemezhetnénk a Zala-üledék aktinomiceta népességének biokémiai potenciálját? Végül 3. kvalitatív és kvantitatív bakteriológiai vizsgálatok alapján mennyiben határolhatók el élesen a tipikus tavi és folyami iszapmikroflórák?

### Vizsgálati anyag és módszerek

Üledék- és vízmintákat, aszeptikus körülmények között, 1978 novemberében, a folyó torkolatától visszafelé számítva 600 (a 76-os út hídjánál), 700 (a vasúti hídnál) és 10 000 (Balatonhidvég közelében) m távolságban, kijelölt pontokon, gyűjtöttünk. Üledéket steril Epman-készülékkel, folyóvizet, a felszín közeléből steril pipettával vettünk. A mintákat a legrövidebb időn belül laboratóriumban dolgoztuk fel.

Baktériumok és aktinomiceták izolálására glicerin-arginin agart (KÜSTER és WILLIAMS 1964: glicerin 12,5 g; arginin-HCl 1,0 g;  $K_2HPO_4$  1,0 g; NaCl 1,0 g;  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  0,5 g;  $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$  0,01 g;  $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$  0,001 g;  $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$  0,001 g;  $MnSO_4 \cdot H_2O$  0,001 g; agar (Difco) 15,0 g; deszt. víz 1000 ml; pH 6,9–7,2), keményítő-kazein agart (KÜSTER és WILLIAMS 1964: oldódó keményítő 10,0 g; kazein 1,0 g;  $K_2HPO_4$  0,5 g; agar-Difco-15,0 g; deszt. víz 1000 ml; pH 7,0–7,5) és keményítő agart (WAKSMAN 1959: oldódó keményítő 10,0 g; pepton 5,0 g; húskivonat 3,0 g; agar-Difco-15,0 g; deszt. víz 1000 ml; pH 7,0) alkalmaztunk. A víz, ill. az üledék hígítási sorozataiból e táptalajokra lemezelünk és 28 °C-on 3–14 napig inkubáltunk. A kinőtt aktinomiceták kolóniáit KÜSTER-féle (1959) zabpelyh ferde agarra válogatás nélkül vittük át. Az izolálásokkal egyidejűleg csíraszámbebecslést is végeztünk. Izolátumainkat az első lépésben a spóra-tömeg TRESNER–BACKUS (1963) féle színkerékkendszere segítségével, a szubsztrátmicélium pigmentációja, a sporofórák morfológiája, a melanoid-pigment termelés és a diffuzibilis színanyagok szerint csoportosítottuk. E szelektált csoportokba sorolt szervezetek közül kiválogatott reprezentatív törzsek identifikációja az ISP-bélyegek alapján (SHIRLING és GOTTLIEB 1966), KÜSTER (1972), NOMURA (1974), SZABÓ et al. (1975), továbbá HÜTTER (1967) tanulmányai segítségével történt. További tesztek: 1. Keményítő hidrolízis pepton-keményítő agarlemezen (pepton 10,0 g; húskivonat 5,0 g; NaCl 5,0 g; oldódó keményítő 4,0 g; agar 18,0 g; deszt. víz 1000 ml; pH 7,0), inkubáció 1 hét. Amiláz-hatás detektálása a kolóniák körül lugol-oldat segítségével. 2. Gelatin hidrolízis gelatin agarlemezen (húskivonat 3 g; pepton 10,0 g; gelatin 4,0 g; agar 20,0 g; deszt. víz 1000 ml; pH 7,0–7,2). A hidrolízist 1 hét inkubáció után 0,1%-os HgCl-al detektáltuk. 3. Kazein hidrolízis. Pepton agaron (pepton 1,0 g; agar (Difco) 20,0 g; deszt. víz 900 ml, sovány tej-Difco-100 ml; pH 7,2) 7 napos inkubáció utáni észleléssel. 4. Proteolitikus aktivitás II. Nutrient agarban finom eloszlással, 1000 ml-enként 2 tojásfehérjét szuszpendáltunk, lemezeket öntöttünk, inokuláltunk és 2 hét inkubáció után a kioldást figyeltük. 5. Cellulolitikus aktivitás. Az alkalmazott alaptápközeg: élesztőkivonat 5,0 g;  $CaCO_3$  1,0 g; deszt. víz 1000 ml. A tápközeget a szűrőpapírral együtt sterilizáltuk. A beoltás után 30 napig inkubáltunk. 6. Kénhidrogén-termelés.  $H_2S$ -t Na-tioszulfátból KÜSTER és WILLIAMS szerint (1964) ólomacetát papír-indikátor segítségével, 15 nap inku-

báció után, az alanti tápközegben detektáltuk: glicerin 8,0 ml; aszparagin 1,0 g;  $K_2HPO_4$  1,0 g; NaCl 2,0 g;  $MgCl_2$  0,5 g;  $CaCO_3$  0,2 g;  $Na_2S_2O_3$  0,2 g; deszt. víz 1000 ml; pH 7,0. 7. Paraffinhasználás. Alaptápközegként PRIDHAM és GOTTLIEB (1948) szintetikus közege szolgált (ezt a mediumot használtuk a szénforrás-értékesítés kimutatásához is):  $(NH_4)_2SO_4$  2,64 g;  $KH_2PO_4$  2,38 g;  $K_2HPO_4 \cdot 3 H_2O$  5,65 g;  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  1,0 g;  $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$  0,0064 g;  $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$  0,0011 g;  $MnCl_2 \cdot 4 H_2O$  0,0079 g;  $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$  0,0015 g; glukóz 10,0 g; agar 15,0 g; deszt. víz 1000 ml (a glukózt a vizsgált C-forrásra cseréltük). Az alapközeghez kémesövenként 0,5 ml, 50–54 °C-olvasáspontú steril paraffint adtunk. Inkubáció 28 °C-on 30 napig. Az értékesítés intenzitását a negatív kontrollként szolgáló alapközegen tanúsított növekedés figyelembevételével állapítottuk meg. 8. Nitrátredukció. Inkubálás 14 napig glukóznitrát folyékony közegben (élesztő kivonat 5,0 g; glukóz 1,0 g;  $KNO_3$  0,5 g;  $CaCO_3$  0,5 g; deszt. víz 1000 ml). A nitrit kimutatása szulfanilsav és  $\alpha$ -naftilamin segítségével. 9. A növekedés hőmérsékleti intervalluma. Ferde zabpehely agarra oltott tenyészeteket 37°, 40° és 50 °C-on 14 napig inkubáltuk. Összehasonlítás a 28 °C-on kultivált kontrollokkal. 10. NaCl-tolerancia. Folyékony nutrient tápközegben 5, 7, 10 és 12% NaCl koncentráció jelenlétében 15 napig inkubáltunk. Összehasonlítás a 0,5% NaCl-t tartalmazó kontroll-közegen észlelt fejlődéssel. 11. pH-tolerancia. Nutrient folyékony tápközegben pH 4,0; 5,0; 7,0; 9,0 és 12 értékeknél a növekedés mértékét 15 napos 28 °C-on kivitelezett inkubáció után állapítottuk meg. 12. Antibiotikumok és antibakteriális anyagokkal szembeni szenzibilitás. A törzseket nutrient-agar (húskivonat 5,0 g; pepton 5,0 g; agar 15,0 g; deszt. víz 1000 ml; pH 7,0) lemezekre szélesztettük, majd közvetlenül ezt követően a lemezek felszínére a gátlóanyagok „Human”-készítményű tesztkorongjait helyeztük. Inkubáció 28 °C-on 3–5 napig. A nutrient agar viszonylag gyors vegetatív növekedést tesz lehetővé, a sporuláció viszont elmarad. Szintetikus táptalajokon a nagyon eltérő fejlődési gyorsaság miatt a törzsek érzékenysége csak nehezen összehasonlítható. 13. Antibiotikus aktivitás. Az antagonisztikus hatás kimutatására a törzseket glicerin-glicin agarlemezekre (LINDENBEIN 1952; glicin 2,0 g; glicerin 20,0 g;  $K_2HPO_4$  1,0 g; NaCl 2,0 g;  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  0,5 g;  $FeSO_4$  0,1 g;  $CaCO_3$  0,2 g; agar, Difco, 18,0 g; deszt. víz 1000 ml; pH 7,2) 5 napig pontkolóniák alakjában előtenyésztettük. Ezután a lemezekre 5–5 ml-nyi, megolvasztott és lehűtött, a tesztorganizmust szuszpendálva tartalmazó agarközeget rétegeztünk. Utóbbi összetétele egyszerű nutrient agar volt, amennyiben tesztként az *Escherichia coli* DSM 30038-as és a *Bacillus subtilis* CCM 2216-os törzsét alkalmaztuk. Az *Aspergillus flavus* F 108-jelzésű tesztörzs esetén az agarfilm Czapek agar volt ( $NaNO_3$  3,5 g;  $K_2HPO_4$  1,5 g;  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  0,5 g; KCl 0,5 g;  $FeSO_4$  0,01 g; szacharóz 30,0 g; deszt. víz 1000 ml; pH 7,0–7,3). A *Saccharomyces cerevisiae* tesztnél használt agarfilm Sabouraud közeg volt (Glukóz 40,0 g; pepton 10,0 g; agar 20,0 g; deszt. víz 1000 ml; pH 5,6–6,0). A tesztet

tartalmazó agarfilm felvitele, megmerevedése és 1 órás hűtése után újabb inkubálás 37 °C-on 24 óráig az *E. coli* esetében, ill. 30 °C-on 24–48 óráig minden más teszt esetében.

Szelektált reprezentatív törzseink tisztítását, esetleges utólagos fertőzöttségük ellenőrzését szélesztések és reizolálások révén oldottuk meg. A tenyészeteket a vizsgálatok alatt 3 hetenként zabpehely ferde agaron oltottuk tovább, inkubáció 1–2 hét, fenntartás 3–4 °C-on hűtőszekrényben. A dokumentum törzsek kultúráit külön tenyésztvonalon tartottuk fenn.

### Eredmények és megbeszélés

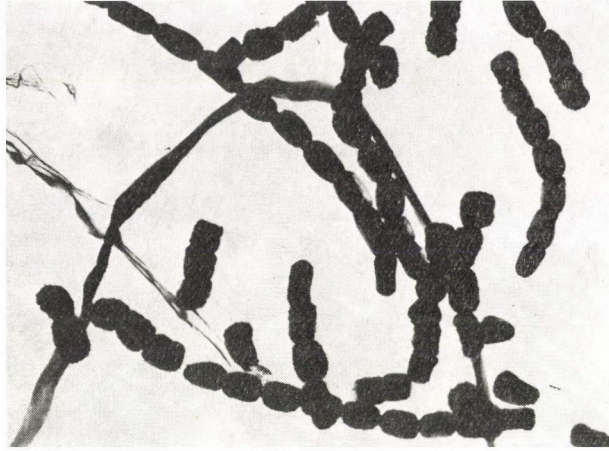
A Zala vízrendszerében az aktinomiceták elsősorban is a fenéküledék baktériumközösségének alakjai. A Zala áramló vizében magában, novemberben, a lemezeltető aktinomiceta egységek számát < 20–30/ml-nek találtuk. Ezek jórészt streptomiceták. Rajtuk kívül még speciális kitenyésztési technikát igénylő nocardioformokat is szállíthatott a víz (pl. *Rhodococcus*-t), de ezekre vizsgálataink már nem terjedtek ki. Feltehetően az aktinomiceták csíraszama a folyó vizében a nyári hónapokban jóval magasabb lehet. Összehasonlításként közöljük, hogy pl. a Wharfe folyóba (Anglia) ömlő valamennyi vízáramban találtak átlag 500/ml mennyiségben aktinomicetát (ROWBOTHAM és CROSS 1977). A *Streptomyces*-ek számát felszíni tóvízben (Ford Wood Buoy; ROWBOTHAM 1975) pl. csak 2/ml-nek jelezték. A Blelham Tarn áramló vizeiben ml-enként 76–514 aktinomiceta fordult elő (ROWBOTHAM 1975). Aktinomiceták pl. vízvezeték rendszer vizében is akár  $1,8 \times 10^5$ /ml csíraszámú szerepelhetnek (SILVEY és ROACH 1975). Mindezekben az esetekben a ml-enkénti magas aktinomiceta-csíraszámért nem az iszapokban tömeges *Streptomyces*-ek lehettek, ill. lehetnek a felelősek. Még problematikusabb az üledék-közösség kvantifikációja, minthogy az aktinomicetáknak a lemezeken megjelenő kolóniái — nagy gyakorisággal — többszörös sejtekvivalensekből is származhatnak. Lemezeltető csíraszámuk tehát mindig lényegesen alacsonyabb annál a tömegaránynál, melyet biomassájuk képvisel a totális baktériumnépességben, de a Zala-üledékben ez a csíraszám is meghaladhatja a 10%-ot. Egy ellenőrző mérésünk alkalmával pl. a közúti hídnál a Zala nedves fenéküledékének 1 g-jára számítva a baktériumok összes csíraszámát  $21,76 \times 10^6$ , míg az aktinomicetáét  $1,56 \times 10^6$ -nak becsülhettük, az aktinomiceták %-a tehát ekkor 7,16 volt. A Zala-üledék kvantitatív bakteriológiai viszonyaival, mely közelebbről nem célja jelen értekezésünknek, direkt iszapmegfigyelések alapján, más helyen foglalkozunk.

A folyómeder három ponton gyűjtött üledék mintáiból összesen 801 aktinomiceta törzset izoláltunk. Közülük 769 *Streptomyces*, 32 pedig más genuszba sorolható aktinomiceta volt (utóbbiak között szórványosan Micro-

monosporák is). Az I-, II- és III-as üledékmintákból (vagyis a torkolattól számított 600, 700 és 10 000 m távolságban kijelölt mintavételi helyekről) 211, 326, ill. 232 *Streptomyces*-törzset nyertünk. A három szitusz 2–2 vízmintájából összesen 68 aktinomiceta törzs került kitenyésztésre, közülük 66 *Streptomyces*. A legfontosabb diagnosztikai bélyegek alapján 550 *Streptomyces* törzset vizsgáltunk meg. Ezek közül 511 törzs 65 különböző „hasonlósági csoportba” volt besorolható, míg 39 törzs csoportosíthatatlan volt. A meghatározások szerint a 65 csoport 65 fajt, ill. változatot képviselt. Rendkívül nagy szám ez. Összehasonlítást, más iszapflórákkal, sajnos, közölt adatok hiányában nem tehetünk, de ha a teresztrikus, lokális aktinomiceta népeiségek publikált speciesgazdagságára vonatkozó adatokat vesszük figyelembe (REHM 1960 és 1961, KUZNETSOV 1963a és b, KUZNETSOV és YANGULOVA 1970, FERNANDEZ és SZABÓ 1978 stb.) úgy megállapítható, hogy a világviszonylatban eddig még feltárt egyik fajban leggazdagabb sugárgomba-közösséggel állunk szemben. A legtöbb összesen 89 törzssel a 42-es — *Streptomyces viridogenes* — csoport szerepelt (1. táblázat). Gyakori volt még a *Str. parvulus* (47-es csoport; 29 törzsszel) a *Str. diastatochromogenes* két változata (34 és 35 csoportok; 22 + 20 törzs), a *Str. chromofuscus* (25-ös csoport; 20 törzs) stb. Sok fajt csak 1–2 törzs képviselt, ami arra utal, hogy ezek mindössze szórványos elemei a Zala mikroflórájának. Sok csoport, ill. faj mindhárom mintavételi helyről előkerült. A *Str. bluensis* (1-es csoport) pl. mindhárom üledékrégióban jelen volt, a vízben azonban sehol. A *Str. parvus* (17-es csoport) az iszapban általános előfordulása, de a vízben csak a torkolattól 10 km-re jelentkezett. A *Str. viridogenes* (42-csoport) az iszapban mindenütt rendkívül közönséges, 20, 39, ill. 30 törzsét izoláltuk az I-, II- és III-as mintavételi helyekről (1. táblázat). A vízből nem tudtuk kimutatni. Csupán a *Str. endus* (59-es csoport) 4-es változatát találtuk kizárólag a folyóvízben, de innen is egyetlen törzs alakjában tenyésztettük ki. Megállapításunk szerint az üledékre egyes fajok (pl. *Str. viridogenes*) viszonylagos nagyobb gyakorisága határozottan jellemző. A *Str. viridogenes* (1. ábra) előfordulását FARKAS (1982) még a Balaton iszapjában is nyomon követhette, igaz a torkolattól távolodva egyre csökkenő, majd végül zéró gyakorisággal. Érdekes tény, hogy bár a *Str. viridogenes* előnyomulása a Keszthelyi-öböl üledékében határozottan kimutatható, mégis a Zala vizéből e faj nem volt izolálható. Feltehető, hogy vagy magában az iszapban terjed lassan a tó felé, vagy esetében a folyóvíz nagyon csekély mennyiségű konídium bevitele is már elegendő a tóüledék inokulálására.

Ami a Zala, ill. lényegében a Zala-üledék aktinomiceta népeiségének biokémiai kapacitását illeti, azt 163-törzs vizsgálata alapján így jellemezhetjük.

Valamennyi, vagyis 9-diagnosztikai C-forrást 30 törzs (18,4%) értékesített, 8-at 14 törzs, 7-et 23 törzs, 6-ot 68 törzs, 5-t 15 törzs, 4-et 4 törzs, 3-at 6 törzs, 2-t 1 törzs, végül csak egyetlen 1-et két törzs. E szénforrások és az értékesítő törzsek közötti arányt itt mutatjuk be:



I. ábra. A Zala fenéküledékének legközönségesebb baktériumai közé tartozik a *Streptomyces viridogenes*, melynek tipikus sporoforjait az ábra elektronmikroszkópos felvétel alapján (8000×) mutatja be (törzs: *Str. viridogenes* No. 236 Dr. Kondics Lajos, ELTE, felvétele)

D-glukóz	163 törzs	(100%)
L-arabinóz	150	(92)
Szacharóz	53	(32,5)
D-xilóz	158	(96,9)
i-inozit	52	(31,9)
D-mannit	133	(81,5)
D-fruktóz	152	(93,2)
ramnóz	135	(82,8)
raffinóz	69	(42,3)

Jóllehet a glukózt valamennyi értékesítette, mégis 2 törzs glukózon kívül más diagnosztikai C-forrást egyáltalán nem hasznosított. A Zala-üledék aktinomicetái mint látható a szacharóz, az inozit és a raffinóz értékesítése terén viszonylag kevésbé potensek. Keményítőt 98%-ban hidrolizáltak (2. táblázat). 163 törzs közül csak egy nem hidrolizált gelatint. 96%-uk kazein hidrolízist váltott ki, míg a proteolitikus aktivitás II-es tesztben a törzseknek csak a fele mutatkozott pozitívnak. Az uralkodó *Str. viridogenes* törzsek valamennyie erősen proteolitikus hatású volt. Ugyancsak hatásos proteolízist mutattak a *Str. zaomyceticus*, *Str. nitrosporeus*, *Str. hydrogenans*, *Str. flavogriseus*, *Str. violaceoniger* stb. fajok törzsei. Az általunk biztosított kísérleti körülmények között (vagyis nem egyedüli C-forrásként) a törzsek 18%-a volt intenzíven cellulotikus. 8%-uknál ezenkívül még igen gyenge cellulózbontás volt észlelhető. Nátrium-tioszulfátból a törzsek kb. 75%-a termelt kénhidrogént. A H<sub>2</sub>S-produkció csoporton, ill. fajon belül is nagyon változó volt. 40%-uk a paraffint is bontotta és hasznosította (2. táblázat). Nitrátokból a törzsek 56%-a biztosan kimutathatóan nitritet képzett. (Megjegyzendő, hogy a Zala vize > 20 mg nitrátot is tartalmazhat literenként: BENTZIK 1964.) 37 °C-nál számos törzs (84%) növekedett, 40 °C-on már jóval kevesebb (17%), 50 °C-on egy sem. 5% NaCl-t

## 2. táblázat

A Zala-üledék streptomycetáinak biokémiai potenciálja  
(160—163 törzs vizsgálata alapján)

Aktivitás	A törzsek megoszlása					
	pozitív		kétes		negatív	
	totál	%	totál	%	totál	%
Nitrát redukció nitritig	91	55,8	16	9,8	56	34,4
Keményítő hidrolízis	160	98,2	—	—	3	1,8
Gelatin hidrolízis	162	99,4	—	—	1	0,6
Kazein hidrolízis	156	95,7	—	—	7	4,3
Proteolízis II	79	48,5	—	—	84	51,5
Cellulolízis	30	18,4	13	7,9	118	72,3
H <sub>2</sub> S-termelés	118	72,4	20	12,3	25	15,3
Paraffin-bontás	65	39,8	58	35,5	38	23,3
Hőmérsékleti tolerancia						
30 °C	163	100,0	—	—	—	—
37 °C	94	57,7	43	26,4	26	15,9
40 °C	28	17,2	26	15,9	109	66,9
50 °C	—	—	—	—	163	100,0
NaCl-tolerancia						
0,5%	163	100,0	—	—	—	—
5,0%	91	55,8	31	19,0	41	25,2
7,0%	56	34,4	23	14,1	84	51,5
10,0%	3	1,8	7	4,3	153	93,9
12,0%	1	0,6	2	1,2	160	98,2
pH-tolerancia						
4,0	16	9,8	33	20,3	114	69,9
5,0	156	95,7	4	2,5	3	1,8
7,0	163	100,0	—	—	—	—
9,0	139	85,3	21	12,9	3	1,8
12,0	43	26,4	43	26,4	77	47,2
Antibiotikus aktivitás → <i>Bacillus subtilis</i>	100	61,3	—	—	63	38,7
<i>Escherichia coli</i>	23	14,1	—	—	140	85,9

Aktivitás	A törzsek megoszlása					
	pozitív		kétes		negatív	
	totál	%	totál	%	totál	%
<i>Aspergillus niger</i>	32	19,6	—	—	131	80,4
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	28	17,2	—	—	135	82,8
<b>C-forrás értékesítés</b>						
9-ből 9-et	30	18,4	—	—	—	—
9-ből 8-at	14	8,6	—	—	—	—
9-ből 7-et	23	14,1	—	—	—	—
9-ből 6-ot	68	41,7	—	—	—	—
9-ből 5-öt	15	9,2	—	—	—	—
9-ből 4-et	4	2,5	—	—	—	—
9-ből 3-at	6	3,7	—	—	—	—
9-ből 2-öt	1	0,6	—	—	—	—
9-ből 1-et	2	1,2	—	—	—	—
<b>Gátlóanyag érzékenység</b>						
Nalidix sav (30 µg)	0	0	1	0,6	159	99,4
Ampicillin (20 µg)	49	30,6	26	16,3	85	53,1
Karbenicillin (50 µg)	56	35,0	27	16,9	77	48,1
Cefalosporin (10 µg)	52	32,5	18	11,2	90	56,3
Kloramfenikol (30 µg)	100	62,5	39	24,4	21	13,1
Klortetraciklin (30 µg)	106	66,2	46	28,8	8	5,0
Kolisztin (20 µg)	117	73,1	0	0	43	26,9
Eritromicin (10 µg)	115	71,9	30	18,8	15	9,3
Spiramicin (30 µg)	138	86,2	15	9,4	7	4,4
Streptomycin (30 µg)	149	93,1	9	5,6	2	1,3
Gentamicin (20 µg)	103	64,4	57	35,6	0	0
Kanamicin (30 µg)	156	97,5	1	0,6	3	1,9
Lincomicin (10 µg)	66	41,3	34	21,2	60	37,5
Meticillin (20 µg)	23	14,4	13	8,1	124	77,5
Neomicin (100 µg)	146	91,3	14	8,7	0	0
Nisztatin (100 IU)	0	0	0	0	160	100,0
Nitrofurantoin (300 µg)	61	38,1	49	30,6	50	31,3
Oleandomicin (20 µg)	104	65,0	25	15,6	31	19,4
Oxacillin (10 µg)	29	18,1	6	3,8	125	78,1
Oxitetraciklin (30 µg)	53	33,1	69	43,1	38	23,8
Paromomicin (50 µg)	143	89,4	16	10,0	1	0,6
Penicillin (3 IU)	8	5,0	12	7,5	140	87,5
Polimixin-B (15 µg)	62	38,8	0	0	98	61,2
Pristinamicin (10 µg)	30	18,8	77	48,1	53	33,1
Szumetrolin (25 µg)	1	0,6	0	0	159	99,4
Szuperszeptil (400 µg)	1	0,6	0	0	159	99,4
Tetraciklin (30 µg)	35	21,9	75	46,9	50	31,2
Vankomicin (50 µg)	152	95,0	3	1,9	5	3,1

*Megjegyzés:* A C-forrás értékesítés esetén a 9 jelzett C-forrás a glukóz, arabinóz, szacharóz, xilóz, inozit, fruktóz, ramnóz és a raffinóz volt. A felsorolt antibiotikumok esetében az első oszlopban (+) a nagymértékben szenzibilis, a másodikban a gyengén szenzibilis, a harmadikban (—) a rezisztens törzsek szerepelnek.



56%-uk tolerálta, 7% NaCl-t 34%-uk. Egyes törzsek még 10% NaCl jelenlétében is szaporodtak, de 12% NaCl-ot csak 1 törzs tolerált. pH 5,0-nél a törzsek túlnyomó többsége (96%) növekedett, pH 4,0-nél csak 10%. pH 9,0-nél 139 törzs még jól, 21 igen gyengén fejlődött. pH 12,0-nél 43 törzs még kimutatható vegetatív micéliumot fejlesztett. Törzseink 91–100%-a rezisztensnek mutatkozott a nalidix-savval, a nisztatinnal, a szumetrolimmal és a szuperszeptillel szemben. 91–100%-uk szenzibilis volt a klórtetraciklin, eritromicin, spiramicin, streptomycin, gentamicin, kanamicin, neomicin, paromomicin és a vancomicin alkalmazott koncentrációira. 71–90%-ban rezisztensek voltak a meticillinnel, oxacillinnel és a penicillinnel szemben. Ugyancsak 71–90%-között, de szenzibilisnek bizonyultak a kloramfenikol, a kolisztin, az oleandomicin, és az oxitetraciklin irányába. A törzseknek valamivel több mint a fele (51–70%) szenzibilis vagy rezisztens az ampicillin, karbenicillin, cefalosporin, linkomicin, nitrofurantoin, polimixin-B és a tetraciklin viszonylatában (2. táblázat). A nagy gyakoriságú, domináns csoportok törzsei igen hasonló szenzibilitási spektrummal tűntek ki. A 163 törzsből kereken 100 aktív volt a *Bacillus subtilis*-sel szemben. Csupán 14%-uk gátolta az *E. coli*-t, 19%-uk az *Aspergillus niger*-t és 17%-uk a *Saccharomyces cerevisiae*-t.

A 163 reprezentatív törzs közül, az elektronmikroszkópos vizsgálatok szerint, 139 sima, 10 szemölcsös, 12 tüskés és 2 tüskés-hajas ornamentációjú spórákat fejlesztett. Az iszapközösségre tehát a sima (85%) spórák a jellemzőek.

550 *Streptomyces*-törzs közül 446 (81%) szürke spóratömeget fejlesztett. További TRESNER—BACKUS (1963) szériasz megoszlás: Yellow: 26, Blue: 18, Red: 32, Green: 1, átmeneti: 25, meghatározhatatlan: 2. 370 törzs spirál, 178 *recti-flexibilis* spóratartókat fejlesztett (2 törzs értékelhetetlen volt). Vízben oldódó pigmentet csak 41 törzs (7,4%) termelt, 509 nem. 407 törzs szubsztrátmicéliumának pigmentáltsága jellegtelen volt. 93 törzs kékes, 36 vörös, 14 indikátor karakterű vörös-kék endopigmentet produkált. 387 törzs mind vaspepton, mind tirozin-agaron melanoid negatív volt. Mindkét közegen 87 volt pozitív. Csak vaspepton agaron 74, csak tirozin agaron 2 termelt melanoid pigmentet.

Eredményeink alapján megállapítható volt, hogy a rendkívül komplex flórát mindhárom üledék-szituszban ugyanazok a fajok uralták. Feltűnő, hogy a leggyakoribb *Str. viridogenes*-től több más faj törzsei csupán néhány kulcsbéllyegben különböztek. Így a *Str. flavogriseus* törzsek 1 tulajdonságban, a *Str. parvus*- és a *Str. endus*-törzsek 2-ben, a *Str. hydrogenans*-, *Str. halstedii*-, *Str. violaceoruber*-, *Str. griseorubens*-, *Str. chromofuscus*- stb. törzsek is végeredményben csak 3–3 tulajdonságban. Következésképpen nagyon valószínű, hogy a *Str. viridogenes* és a rokonfajok esetében is egyetlen nagy „kollektív fajnak” tekinthető üledék-populáció változataival állunk szemben, amint azt PHAM VAN TY a csopaki „vörösföld” aktinomiceta-flóráját elemezve több faj

konglomerációról is kimutatta (1982). A Zala-üledéknek megítélésünk szerint jellemző fajokból álló streptomiceta flórája van. Ilyen fajok a *Str. viridogenes*-en kívül a *Str. chromofuscus*, *Str. resistomycificus*, *Str. umbrosus*, *Str. diastatochromogenes*, *Str. parvulus* és a *Str. endus* változatai. A karakterfajokat számos szórványos, „idegen” kíséri. Ezek a Zala vízgyűjtőjéről eredhetnek és az üledékben feltehetően konídiumok alakjában, csak perzisztálnak.

CROSS (1981) az akvatikus aktinomicetákról közölt összefoglalójában a *Streptomyces* genuszt gyakori vízi előfordulása ellenére kifejezetten szárazföldinek minősítette („streptomycetes, like humans, are terrigenous species which occasionally find themselves in water”). A nagyszámú — sajnos csak kvantitatív — irodalmi közlés hatására azonban még ugyanebben a tanulmányában később ezt írja: „A *Streptomyces* genusz fajai a hideg európai tavakban és tárolókban valószínű mint spórák vannak jelen és inaktívak maradnak, státusuk azonban a jelentős alga és növényi produkciójú gazdag, meleg tavakban teljesen más lehet és valószínűen ezekben már bentlakókká válhatnak”. A Zala-üledék nagymértékben termotoleráns streptomiceta flórájára feltétlenül ez utóbbi lehet az érvényes. Részünkről már a karakterfajokat is kimutathattuk. Más kérdés, hogy ha a streptomiceták tömeges jelenlétét a folyami üledékekben egyszerűen csak eróziós konídium-akkumulációnak tartjuk, akkor miért nem kumulálnak ezek a tavakban is. A Balaton fenéküledékében a streptomiceták csak szórványos flóra-elemek, ott mikromonosporák dominálnak (SZABÓ Zs. 1982a,b). A Zala-iszapban viszont a mikromonosporák mellett a *Streptomyces*-ek határozott túlsúlya észlelhető.

SZABÓ Zsuzsa pl. 1982-ben (szóbeli közlés) a Zala-fenéküledékét maltóz tripton agaron 5 mg/l gentamicin és 50 mg/l cikloheximid jelenlétében lemezelve, abban a *Micromonosporák* összes csíraszámát  $1-6 \times 10^5$ /g nedves üledék értékek közötti ingadozónak találta. A *Micromonosporák* tehát a Zala-iszapban elérhetik az összes aktinomiceta egyharmadát is! Úgy tűnik a streptomiceták bizonyos fajai a gyorsan áramló kielégítően oxigenált (a Zala folyó vizének oxigén telítettsége a 90%-ot is meghaladhatja pl. Zalaapáti térségében: BENTZIK 1964) vizek üledékéhez adaptáltak.

A Zala streptomicetái erősen euriöcikus szervezetek. Ez megnyilvánul nagymérvű sótoleranciájukban, növekedésük relatíve széles hőmérsékleti intervallumban, tágas pH toleranciájukban stb. Ugyanakkor sok törzsnek hiányos a C-forrás értékesítési spektruma és számos gátlóanyaggal szemben érzékenyek.

Ami a Zala-üledék enorm aktinomiceta faj gazdagságát illeti óvatosságra int az a tény, hogy más folyami üledékekre vonatkozóan nem állnak ilyen adatok rendelkezésünkre, emellett mi a rendkívül differenciáló ISP-bélyegekkal és nomenklatúrával dolgoztunk, amit korábban még kevés szerző követett. Ezért valószínű, hogy a Zala-üledék talán nem lesz különösebben fajgazdag más folyó üledékek aktinomiceta populációival összehasonlítva akkor, amikor

már világviszonylatban is több adat áll majd rendelkezésünkre. A jövőben a tipikus iszaplakó *Streptomyces* fajok biológiáját szándékozunk tanulmányozni, laboratóriumi körülmények között, az üledékmiliót szimulálva.

## IRODALOM

- BENTZIK, F.: Hidrológiai Közlöny **2**, 88 (1964).  
 CROSS, T.: J. Appl. Bacteriol. **50**, 397 (1981).  
 DOBOLYI, E., JOLÁNKAI, G., TÓTH, L.: Vituki Közl. **27**, 256 (1980).  
 FARKAS, I.: MTA Biol. Oszt. Közl. **25**, 191 (1982).  
 FERNANDEZ, C., SZABÓ, I. M.: Zbl. Bakt. II. **133**, 34 (1978).  
 HÜTTER, R.: Systematik der Streptomyceten. S. Karger, Basel—New York (1967).  
 KÖLÜS, G., SZABÓ, I., GELENCSE, J., SZIPOLA, I.: VEAB. A Balatonkutatás újabb eredményei. II. VII, 189 (1981).  
 KUZNETSOV, V.: Mikrobiologiya **32**, 498 (1963a).  
 KUZNETSOV, V.: Mikrobiologiya **32**, 827 (1963b).  
 KUZNETSOV, V., YANGULOVA, I.: Mikrobiologiya **39**, 1095 (1970).  
 KÜSTER, E.: Int. J. Syst. Bact. **22**, 139 (1972).  
 KÜSTER, E., WILLIAMS, S.: Appl. Microbiol. **12**, 46 (1964).  
 LINDENBEIN, W.: Arch. Mikrobiol. **17**, 361 (1952).  
 NONOMURA, H.: J. Ferment. Technol. **52**, 78 (1974).  
 PHAM VAN TY: MTA Biol. Oszt. Közl. **25**, 363 (1982).  
 PHAM VAN TY: Pedobiologia, megj. alatt.  
 PRIDHAM, T., GOTTLIEB, D.: J. Bact. **56**, 107 (1948).  
 REHM, H.: Zbl. Bakt. II. **113**, 219 (1960).  
 REHM, H.: Zbl. Bakt. II. **114**, 345 (1961).  
 ROWBOTHAM, T. J.: Nocardioform actinomycetes in freshwater habitats. Ph. D. thesis, Univ. Bradford (1975).  
 ROWBOTHAM, T. J., CROSS, T.: J. Gen. Microbiol. **100**, 123 (1977).  
 SHIRLING, E., GOTTLIEB, D.: Int. J. Syst. Bact. **16**, 313 (1966).  
 SILVEY, J. K. G., ROACH, A. W.: CRC Critical Reviews in Environmental Control. **5**, 233—273 (1975).  
 SZABÓ, I. M.: Acta microbiol. Acad. Sci. Hung. **25**, 51 (1978).  
 SZABÓ, I. M., KONDICS, L., MARTON, M., BUTI, I.: Acta microbiol. Acad. Sci. Hung. **24**, 237 (1977).  
 SZABÓ, I. M., MARTON, M., BUTI, I., FERNANDEZ, C.: Acta Bot. Acad. Sci. Hung. **21**, 387 (1975).  
 SZABÓ, Zs.: MTA Biol. Oszt. Közl. **25**, 201 (1982a).  
 SZABÓ, Zs.: MTA Biol. Oszt. Közl. **25**, 227 (1982b).  
 TRESNER, H., BACKUS, E.: Appl. Microbiol. **11**, 335 (1963).  
 WAKSMAN, S. A.: The Actinomycetes, Vol. I. Williams and Wilkins Co., Baltimore (1959).