

CSOPAKI „VÖRÖSFÖLD” AKTINOMICETA KÖZÖSSÉGÉNEK ADANSON-TÍPUSÚ NUMERIKUS ANALÍZISE

PHAM VAN TY

ELTE, Mikrobiológiai Tanszék, Budapest

Komplex, sokfajú streptomiceta közösségek elsősorban is ökológiai célú numerikus analízisét, még a 60-as években, SZABÓ és munkatársai (SZABÓ és MARTON 1966 a, SZABÓ, MARTON, FERENCZY és BUTI, 1967) kezdeményezték, és ugyanekkor a talajmikroflórák általános számítógépes minőségi és mennyiségi elemzésére is javaslatot tettek (1966b). Csaknem tíz év telt el azonban, míg az Adanson-i elveket, lengyel és finn kutatók a *Streptomyces* genusz kifejezetten rendszertani jellegű feldolgozásánál is érvényre juttatták (KURYLOWICZ et al. 1975, 1976 a és b, GYLLENBERG et al. 1975). A két irányzat egyesítésére sajnos mindeztideig kísérlet sem történt. Tény, hogy az egyes talajok streptomiceta társulásai rendkívül összetettek. A talajok lokális mikrobiológiai dinamikájában akár 40–50, vagy még ennél is több, konvencionális módszerekkel detektálható *Streptomyces* faj vehet részt. Ezek gyakran észlelt nagyfokú élet-tani hasonlósága önkéntelenül is felveti az ilyen komplex populációk tagjai eredetének, tényleges rokonsági kapcsolatainak kérdését és a fajképződés, ill. az anyagsere-típusok lehetséges intenzív helyi differenciálódásának folyamataira tereli a figyelmet. Alant bemutatott munkám egyik célja egy ilyen faji szinten nagyon összetett, természetes talaj-streptomiceta közösség számítógépes analízise volt e közösség tagjai (kitenyésztett törzsek) lehetséges leszármazásának valószínűsítésére. Egyszersmind e munkához modellként szőlővel telepített csopaki „vörösföldet”, ill. ennek baktériumnépességét jelöltem ki, mint-hogy ez a permi homokkövek eróziós maradványaiból eredő, az északi part-szegélyen mezőgazdasági művelésbe vont talajtípus természetes biológiai-fizikokémiai szűrőjeként jelentkezik a tó medencéje felé lejtő területeken át szivárgó nagyon különböző eredetű (csapadék-, szenny- stb.) vizeknek. Következésképpen e szűrő biológiai kapacitásának ismeretéhez is hozzájárulni szándékoztam.

Anyag és módszerek

A modellként választott talaj permi vörös homokkő mállásából származó, szőlőművelésbe vont, erdőtalaj (Csopak; Balaton partvidék), melynek 2 közeli pontról vett egyesített kollektív mintájából a streptomiceta flórát a

lemezöntés technikájával, keményítő kazein-, nutrient- és glicerín arginin-agar lemezeken (a részleteket lásd PHAM VAN TY 1981) tenyésztettük ki. A nem szelektív módon végrehajtott izolálások és a tisztítási munkálatok révén kapott 178 streptomiceta törzset részben ISP rendszerű faji-szintű identifikációnak, részben 197 kódolt, biokémiai-élettani és kulturális-morfológiai tulajdonság alapján közel 32000 értékelhető adatra támaszkodva, a hasonlósági indexek kalkulálása [„Similarity coefficient”: $S = NS/NS + ND$, SOKAL és MICHENER (1958) szerint, ahol NS azoknak a tulajdonságoknak a száma, melyek tekintetében két szervezet hasonló, míg ND melyben különböznek; a számítások Control Data B-300 komputerrel történtek a MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetében] után a Ferenczy-féle COMPASS programnak megfelelően gépi csoportanalízisnek vetettük alá. A természetes rokonsági kapcsolatokat a százalékos hasonlóságokra felépített és szerkesztett „háromszögű hasonlósági matrix”, továbbá dendrogramok segítségével ítéltük meg. Két-két törzs relációjában hasonlósággként kezeltük az egyaránt pozitív és negatív teszteredményeket. Környezeti adatok és más ilyen típusú ökológiai paraméterek használatától, melyek a reális gépi analízis alapját nem képezhetik, minden esetben eltekintettünk. Az egyes tulajdonságok kódolásánál igyekeztünk a kvantifikáció lehetőségével csak mérsékelten élni. Az összehasonlítások realitását és biztonságát a csak igen-nem alternatívák használata feltétlenül javítja, míg az egyes bélyegek tovább bontása kvantitatív alapon, bár látszólag növeli a feldolgozásra kerülő információk mennyiségét, a valóságban fokozza a bizonytalanságot. Mindezt a baktériumok gyors alkalmazkodása és adaptálása, továbbá enzimtermelésük szintjének ingadozása könnyen érthetővé teszik. A konvencionális fajhatározásoknál az ISP-diagnosztikai bélyegeken túlmenően, további, az irodalomban ugyancsak értékesnek ítélt karakterisztikák segítségével, a különböző rendszerezések (HÜTTER 1967 stb.) adta lehetőségeket is igénybe vettük.

A számítógépes analízishez részben kvantitatív alapon is kódolt tulajdonságok: Légmicélium, Tresner-Backus színcsoport. Sporofói-morfológia. Elektronmikroszkópos spóra-ornamentáció. Diffúzibilis pigment. Vegetatív micélium-endopigment és annak pH szenzibilitása. Melanoid pigment peptonvas és tirozín agaron. Spóialáncok spóratartalma. C-forrás értékesítés: arabinóz, ramnóz, szorbóz, szalicin, melibióz, melicitóz, adonit, dulcitol, inulin, szorbit, keményítő, laktóz, maltóz, mannóz, galaktóz, cellobióz, trehalóz, inozit, raffinóz, fruktóz, mannitol, xilóz, szacharóz és glukóz. Antibiotikumok és antimikrobiális anyagok elleni szenzibilitás: penicillin, cefalosporin, oxacillin, meticillin, ampicillin, streptomycin, neomicin, tetraciklin, klórtetraciklin, oxitetraciklin, klóramfenikol, oleandomicin, polimixin-B, eritromicin, kanamicin, szuperszeptil, nitrofurantoin, vankomicin, spiramicin, colisztin, linkomicin, prisztinamicin, nalidix-sav, paromomicin, gentamicin, nisztatin, szumetrolim, karbenicillin és lizozim. Antagonista hatás az *E. coli*, *B. subtilis* és az *Aspergillus*

niger-rel szemben. Hidrolízisek: DNS, RNS, gelatin, kazein, tributirin, keményítő, tellurit, urea, xantin, hipoxantin, tirozin, Tween-80, allantoin, paraffin, kitin, tojás-albumin, eszkuin, hippurát, arbutin. Kataláz, oxidáz, indol és H₂S termelés. Metilvörös teszt, metilénkék redukció, NaCl tolerancia (4,7 és 10 százalék). Hasznosítási tesztek: acetát, benzoát, laktát, oxalát, malonát, piruvát, NaK-tartarát, glukonát, szalicilát, NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄, NH₄ NO₃, (NH₄)₂ CO₃, KNO₃, Ca(NO₃)₂, alanin, fenilalanin, arginin, hisztidin, triptofán, aszparagin, cisztin. Növekedés 5°, 40°, 45° és 50 °C-on, továbbá pH 7 és 9 értéknél. Az alkalmazott módszerek az ELTE Mikrobiológiai Tanszékén rutin-szerűen használt eljárások (lásd FERNANDEZ 1980, FERNANDEZ és SZABÓ, 1978, 1982, SUMAN 1980 stb.) voltak.

Vizsgálati eredmények

A konvencionális módszerekkel végrehajtott analízisek eredményei

Az ISP-karakterisztikák segítségével — melyek az elektron- és fény-mikroszkópos morfológiai és a legfontosabb kulturális bélyegeken kívül csupán a glukóz, ramnóz, fruktóz, arabinóz, szacharóz, raffinóz, xilóz, mannit és inozit értékesítését veszik figyelembe — a faji szintű azonosítás a tanulmányozott *Streptomyces* populációból izolált törzsek több mint 90 százalékán kifo-gástalanul végrehajtható volt. Az ISP „redescriptions”-ra alapuló rendszerezések kétségtelenül jelentős haladást képviselnek a korábbi klasszifikációs irányzatokkal szemben. Ez a tény ma már nyilvánvaló.

Az „ISP-típusú” analízis eredményei szerint a vizsgált talaj streptomiceta flórája nagyon komplex, azt számos faj (*Str. parvus*, *Str. venezuelae*, *Str. flavovellus*, *Str. nitrosporeus*, *Str. zaomyceticus*, *Str. levoris*, *Str. flavogriseus*, *Str. vulgaris*, *Str. plicatus*, *Str. caesius*, *Str. violaceolatus*, *Str. coelescens*, *Str. rubiginosus*, *Str. lusitanus*, *Str. rochei*, *Str. parvullus*, *Str. nigellus*, *Str. diastatochromogenes*, *Str. rishiriensis*, *Str. resistomycificus*, *Str. bluensis*, *Str. coerulescens*, *Str. neyagawaensis* és *Str. fulvoviridis*) számtalan változata képviseli. Általános ökológiai szempontból nem különleges és új megállapítás ez, mint-hogy ily módon csaknem minden talajból nagy számú fajt és töméntelen változatot lehet izolálni anélkül természetesen, hogy ezen, más genuszoknál szokatlan fajgazdagságra ökológiai háttérű magyarázatot lehetne adni.

Az izolált és identifikált törzseket az egyes ISP bélyegek szerint számos csoportba lehet osztani (pl. kromogének és melanoid-negatívak; rectus-sporofór termelők vagy spirálképzők; ornamentált spórájúak vagy sima konídiumot fejlesztők; széles vagy szűk C-forrás értékesítő spektrumot mutatók, stb.), de ilyen alapon közöttük valamiféle rokonsági kapcsolatot vagy éppen ennek hiányát, vagy a különböző talaj streptomiceta flórák viszonylatában következetesen érvényesülő szabályszerűségeket nehéz lenne felismerni. Nem új ez

az észrevétel sem, mivel ilyen kísérlettel már számtalan szerző próbálkozott, de a komplex flórák létezésének kérdését mindmáig nem oldották meg.

Végeredményben tehát a konvencionális módszerekkel elért eredményeink, bár konkrétan hozzájárultak a Balaton északi parti régiója üdülőövezete egyik legfontosabb talajtípusának bakteriológiai megismeréséhez, mégis az általános biológiai szempontból fontos fajkérdés megoldása felé egy lépést sem tettek előre.

A számítógépes analízisek eredményei

Háromszögű hasonlósági matrixot és dendrogramokat több kombinációban is készítettünk, így pl. külön csak a nagyfokú hasonlóságot mutató *Str. levoris*, *Str. vulgaris*, ill. *Str. bluensis* és *Str. coerulescens* törzsekről is (lásd 1. ábra). Ez utóbbi gépi differenciálás határozottan igazolta, hogy a különben közel rokon *Str. levoris* és *Str. vulgaris* fajokat egymástól élesen elválaszthatjuk. A *Str. bluensis* és a *Str. coerulescens* azonban, bár elkülönítésük ún. kulcsbélyegek alapján megkísérélhető, mégis egymás között egyetlen, felbonthatatlanul egységes taxont alkotnak, és faji elhatárolásuk jogtalan (1. ábra). A valamennyi fajra és identifikálatlan típusra (összesen 136 törzs) kiterjesztett gépi csoportanalízis a konvencionális eljárással azonos fajúnak határozott törzsek közül „faji helyzetüknek” megfelelően mindössze 18-at (+1 identifikálatlant) egyesített, mégpedig 5 homogén, egymástól élesen elkülöníthető hasonlósági kategóriába (2. ábra). Ezek a kérdéses fajok (*Str. levoris*, *Str. flavogriseus*, *Str. vulgaris*, *Str. rishiriensis* és *Str. parvus* spec.-csoport) valamennyi törzset magukba foglalták, közülük egyetlen egy sem szóródott csoporton kívül. A 19 törzs fajonként 90–92 százalékos hasonlósági szinten agglomerálódott. A cluster analízis tehát a fajok többségét tekintve „nem ért egyet” a konvencionális határozással.

Az analízisbe vont 136 törzs közül 11 már eleve az ISP bélyegek alapján sem volt identifikálható. Ezeket a gép természetes hasonlósági vonzatuknak megfelelően az általa kialakított csoportok valamelyikébe vagy csoportok közötti pozícióba juttatta (2. ábra). A gépi rendezés összesen 16 csoport (I–XVI) létezésére engedett következtetni. Ezekhez tartozik a fentebb már említett 5 faj öt (IV, V, VI, XIV és XV) csoportja is. A 16 csoport összesen 87 törzset egyesít, míg 49 törzs csoportok közötti összekötő maradt. A dendrogramon 11 csoport, összesen 68 törzsszel, az alanti szervezeteket tartalmazza: 1. Az I-es csoport három *Str. flaveolus* törzset. 2. A II-es csoport tizennégy *Str. nitrosporeus*, négy *Str. zaomyceticus*, kettő *Str. venezuelae* és három meghatározatlan törzset. 3. A III-as csoport két *Str. nitrosporeus* törzset. 4–6. A VII-es csoport négy, a VIII-as csoport kettő és a IX-es csoport ugyancsak kettő *Str. plicaius* törzset. 7. A X-es csoport öt *Str. rubiginosus* és egyetlen *Str. lusitanus* törzset. 8. A XI-es csoport kettő *Str. caesius*, egy *Str. violaceolatus* és egy *Str. coelescens*

törzset. 9. A XII-es csoport kettő *Str. parvullus* és két *Str. diastatochromogenes* törzset. 10. A XIII-as csoport hat *Str. parvullus* törzset, végül 11. A XVI-os csoport kilenc *Str. bluensis* és három *Str. coerulescens* törzset foglal magába.

82 százalékos hasonlósági szinten valamennyi izolált törzs egyetlen csoportba sorolható (2. ábra). Az erőteljes differenciálódás 88–93 százalék között tapasztalható. Ugyanannak az „ISP-fajnak” a törzsei különböző csoportokba szóródhatnak szét, de egyidejűleg még „homogén” csoportot is alkothatnak. A gépi csoportosítás nem respektálja az ún. kulcsbélyegeket, mint amilyenek pl. a spóratartók morfológiája vagy a kromogenitás, stb. és az esetek többségében az ilyen bélyegeket viselő szervezeteket nem a „konvencionális szempontok” szerint elvártan csoportosítja.

Mindez világosan szemlélteti, hogy a gépi feldolgozás eredményei nem azonosak az ISP-szerinti identifikációval és hogy a cluster analízis csupán az esetek egy részében igazolja az utóbbit. Ez a megállapítás azonban a numerikus taxonómia harmadik évtizedében alapjában véve ismét csak nem új és ha a fenti három pontban közölt eredmények lényegesek is lehetnek a kutatott talaj konkrét bakteriológiai megismerése szempontjából, mégis a fajfogalom tisztázásához a streptomiceták viszonylatában alig visznek közelebb.

A streptomiceták numerikus taxonómiájával a 70-es évek derekáig nagyon kevesen foglalkoztak. Csupán amikor az International Streptomyces Project munkatársai kooperatív kutatásainak eredményei közlésre kerültek, születtek meg éppen ezekre az adatokra támaszkodva a kifejezetten taxonómiai célzatú és minden elérhető fajt magukba foglaló numerikus feldolgozások melyeket később több sajnos nem is követett. KURYLOWICZ és munkatársai (1975, 1976), továbbá GYLLENBERG és munkatársai (1975) a „dendrit” (Wrocław taxonomy method) módszerrel és a „centrifugal correlation” módszerrel, továbbá az automatikus azonosítás egy modellje segítségével 448 faj rendkívül heterogén származású típus vagy neotípus törzsére vonatkozóan publikált irodalmi adatokat feldolgozva a Streptomyces genusz tagjait nagy hasonlósági csoportokba rendszerezheték. A különböző módszerekkel elért eredményeik, bár a kalkulációba vonható ISP bélyegek száma nem volt nagy, jelentős mérvű megegyezést mutattak. A 448 „faj” túlnyomó többsége a Wrocław módszerrel I–XIV csoportba, a centrifugális korreláció módszerével A, B₁₋₂, C₁₋₂, D₁₋₂, E₁₋₃, F₁₋₂, G₁₋₂, H₁₋₃, I₁₋₂, J és K-jelzésű csoportokba, végül a GYLLENBERG féle automatikus azonosítással 15 hasonlósági csoportba volt besorolható. Figyelembe véve konkrét adataikat az általunk itt ismertetett és a KURYLOWICZ–GYLLENBERG-féle megközelítéstől merőben eltérő aspektust képviselő taxonómiai-ökológiai célkitűzésű numerikus természetes-flóra analízisünk eredményeit így értékelhetjük:

1. Az a nagyon komplex és számos fajt felölelő streptomiceta-flóra, melynek egzisztenciáját mind a konvencionális, mind a numerikus módszerekkel egyaránt detektálnunk lehetett, mindössze csak három „populációa” szűkít-

hető le, ugyanis valamennyi komponens species a „centrifugal correlation method” kreálta három nagyobb fajcsoport (E_{1-2} ; F_{1-2} ; H_{2-3}) valamelyikébe tartozik. Más csoportokból még véletlenül sem került elő egyetlen faj, ill. izolátum sem és a lokális populációtól még a leginkább eltávolodott alakok, a dendrogram szélére került törzsek is szigorúan csak e három csoport tagjainak bizonyultak. (Megjegyezzük, hogy a centrifugal correlation, a Wroclaw és automatikus módszerek eredményei csak kevésbé különböznek.)

2. Minden eddigi megfigyeléssel szemben a talaj streptomiceta-flóra tehát nem kaotikus együttese nagyon különböző fajoknak, hanem szigorú szelekción átment egyoldalúan válogatott népesség, csupán néhány nagyobb, szorosan rokon fajcsoportot képviselő specieszek együttese.

3. Amennyiben a centrifugal correlation vagy a Wroclaw módszerekkel kreált fajcsoportokat valódi fajoknak fogjuk fel, úgy az e csoportokba besorolt ISP-specieseket 1–2 tulajdonságban eltérő varietászoknak minősíthetjük, melyeket korábban a különböző szerzők összehasonlító adatok hiányában az irodalomba új fajokként vezettek be.

4. A fenti gondolatmenetet követve logikusnak látszik a feltételezés, hogy az általunk tanulmányozott talajból előkerült nagyszámú „ISP-faj” a centrifugal correlation módszerrel detektált három csoportnak megfelelő három lokális *Streptomyces* populáció helyi változatai csupán, melyek gyakran jelenhetnek meg a legkülönbözőbb talajokban, bizonyos ISP-fajokra jellemző tulajdonság kombinációkban. E szerint az E_{1-2} populáció alakjai: *Str. parvus*, *Str. nitrosporeus*, *Str. venezuelae*, *Str. levoris*, *Str. flavogriseus*, *Str. vulgaris* és a *Str. fulvoviridis*. Az F_{1-2} populációba a *Str. parvulus*, *Str. plicatus*, *Str. caesius*, *Str. violaceolatus*, *Str. coelestis*, *Str. rochei*, *Str. diastatochromogenes*, *Str. rishiriensis*, *Str. resistomycificus* és a *Str. neyagawaensis* tartoznak. Végül a H_{2-3} populációnak a *Str. rubiginosus*, *Str. lusitanus*, *Str. violaceus*, *Str. bluensis* és a *Str. coerulescens* a tagjai, ill. változatai.

5. Jóllehet KURYLOWICZ, GYLLENBERG és munkatársaik csak a korlátozott számú ISP karakterisztikákkal dolgoztak, mégis úgy tűnik, numerikus úton a korábbiaknál realisabb és természetesebb intragenerikus egységekhez jutottak, ami egyúttal azt is megerősíti, hogy az ISP-bélyegek segítségével a jövőben is hasznos rendszerezési munkákat végezhetünk.

A következőkben tehát a természetes streptomiceta-flórák további numerikus analízisével és a variabilitás experimentális tanulmányozásával az egyes gépi(faj-) csoportok variabilitási tartományainak méreteit, diverzifikációjuk intervallumát kell felderítenünk, miáltal fény derülhet ennek a jelenleg csaknem 1000 fajt felölelő genusz tagjainak tényleges rokonsági kapcsolataira. Legutóbb már az elektronmikroszkópos spóra-morfológia diagnosztikai gyengeségeire is adatokkal szolgálhattunk (SZABÓ, 1977; SZABÓ, PÁRTAI és SZIJÁRTÓ, 1979).

A csopaki vörösföld aktinomiceta népségének biokémiai potenciálja

A gépi analízis kreálta egyes csoportok biokémiai potenciálja igen eltérőnek bizonyult. Ugyanakkor általánosságban megállapítható volt, hogy e talajtípus baktériumflórájának aktinomiceta frakciója mind az ökológiai tolerancia, mind a degradatív aktivitás szempontjából rendkívül potensnek tekinthető. Minthogy a csopaki vörösföldben az összes aktinomiceták száma 1 g légszáraz talajra számítva 10 milliós nagyságrendű(!) ezért a talaj a maga egészében is, mint biológiai szűrő, legalábbis a potenciált tekintve kitűnőnek minősíthető. A gép által a XVI-sorszámú csoportba sorolt *Str. bluensis* és *Str. coelicolor* fajok alakjai pl. az aktinomiceta flóra nagy gyakoriságú elemei. Ezeknek összesen és részletesen 32 törzsét vizsgáltuk. Biokémiai aktivitásukat példaként így jellemezhetjük: Valamennyi értékesítette az L-arabinózt, L-ramnózt, szalicint, keményítőt, laktózt, maltózt, mannózt, galaktózt, cellobiózt, trehalózt, i-inozít, raffinózt, D-fruktózt, D-mannit, xilózt, szacharózt és glukózt C-forrásokat. L-szorbózt és dulcitot nem hasznosítottak. A kazeint, keményítőt és a gelatint valamennyi hidrolizálta. Ureát bontottak, kénhidrogént termeltek, kataláz és foszfataáz aktivitásuk nagyon erős volt. DNS-t és RNS-t bontottak, metilénkéket redukáltak. 7 ill. 10% NaCl-t toleráltak. Na-acetátot, Na-glukonátot, Na-piruvátot és Na-malonátot mind hasznosított, igaz viszont Na-benzoát, Na-szalicinát és K,Na-tartarát értékesítésére nem voltak képesek. A Ca-laktát és a Na-oxalát viszonylatában változóan viselkedtek. Néhány kivétellel e törzsek arbutint, allantoint, Tween 80-at, kitint, hipoxantint bontottak. Változó intenzitással oxidáz aktívak voltak. Több mint 50%-uk nitrátból nitritet termelt. Egyesek közülük xantint, tributirint, tirozint és paraffint degradáltak, de cellulózt és telluritot egy sem. Még 40 °C-on is mind szaporodott. 50 °C-on már egy sem, de egy részük 44 °C-on igen. Csaknem mind növekedett pH 5,0–9,0 között. A nisztatin, nalidix sav, kolisztin, poliximin-B és a szumetrolim alkalmazott koncentrációival szemben mind rezisztens volt. Más antimikrobiális anyagokkal szemben érzékenységük változóan bizonyult. Csupán 4 törzs szaporodott teljes intenzitással 0,05% lizozim jelenlétében. Antibiotikus aktivitásuk gyenge volt. *E. coli*-ra egyáltalán nem hatottak, stb. Természetesen ez az aktivitásspektrum kiegészült más csoportok alakjainak képességeivel. Így pl. egyéb csoportokból cellulózbontók, hatásos antagonisták, stb. kerültek elő.

IRODALOM

- FERNANDEZ, C.: Estudios en las comunidades de Actinomicetas de diferentes ecosistemas. Kand. Tesis. Budapest (1980).
 FERNANDEZ, C. and SZABÓ, I. M.: Composition and properties of the actinomycete flora in a ferrallitic tropical soil (Oxisol-) sugar-cane ecological system. Zbl. Bakt. II. **133**, 34 (1978).
 FERNANDEZ, C. and SZABÓ, I. M.: Studies on the selection of streptomycetes in the rhizoplane of sugar-cane. Folia Microbiol. **27**, 423 (1982).

- GYLLENBERG, H. G., NIEMELA, T. K. and NIEMI, J. S.: A model for automatic identification of streptomycetes. In: Kurylowicz, W., et al. (eds): Numerical Taxonomy of Streptomycetes. Polish Med. Publ., Warsaw, (1975).
- HÜTTER, R.: Systematik der Streptomyceten unter besonderer Berücksichtigung der von ihnen gebildeten Antibiotika. S. Karger, Basel und New York (1967).
- KURYLOWICZ, W., PASZKIEWICZ, A., WOZNICKA, W., KURZATKOWSKI, W., SZULGA, T., GYLLENBERG, H. G., NIEMAKA, T. K. and NIEMI, J. S.: Numerical Taxonomy of Streptomycetes. Polish Medical Publishers, Warsaw (1975).
- KURYLOWICZ, W., CHOJNOWSKI, W., RACYNSKA-BOJANOWSKA, K. and KOWSZYK-GINDIFER, Z.: Antibiotics, Ed. by Polish Med. Pub. Warsaw (1976 a).
- KURYLOWICZ, W., PASZKIEWICZ, A., WOZNICKA, W., KURZATKOWSKI, W. and SZULGA, T.: Numerical taxonomy of streptomycetes. In T. Arai (ed.), Actinomycetes the Boundary Microorganisms, Toppan Co. Ltd. Tokyo—Singapore p. 323 (1976b).
- PHAM VAN TY: The species concept among streptomycetes. An Adansonian approach to complex, natural, soil streptomycete populations. Kand. Thesis. Budapest (1981).
- SOKAL, R. R. and MICHENER C. D.: A statistical method for evaluating systematic relationships. Can. Univ. Sci. Bull. **38**, 1409 (1958).
- SUMAN, Y.: Investigaciones bacteriológicas sobre la comunidad de aktinomicetos en el lodo y agua del río Zala. Tesis, Eötvös L. Univ. Budapest (1980).
- SZABÓ, I. M.: Are the morphogenetic changes in the sheath of sporulating hyphae of streptomycetes regulated by the tip — „cell unit”? The Biology of the Actinomycetes (USA) **12**, 21 (1977).
- SZABÓ, I. and MARTON, M.: Problem of absolute and relative specificity of intestinal microfloras based on investigations on *Bibio marci* (Diptera) larvae. Nature (Lond.) **209**, 221 (1966a).
- SZABÓ, I. and MARTON, M.: Selection and succession of microbial associations in different soil types, on root surfaces of plants and in the intestine of soil animals. Ann. Inst. Pasteur, **III**, Suppl. 178 (1966b).
- SZABÓ, I., MARTON, M., FERENCZY, L. and BUTI, I.: Intestinal microflora of the larvae of St. Mark's fly. Acta Microbiol. Acad. Sci. Hung. **14**, 251 (1967).
- SZABÓ, I. M., PÁRTAY, G. and SZIJÁRTÓ, J.: Types of the “irregular” ornamentation of the surface sheath of streptomycete spores and aerial hyphae. Acta Microbiol. Acad. Sci. Hung. **26**, 245 (1979).