

B. TÓTH MÁRIA

hidrobiológus

Doktori értekezés

HIDROBIOLÓGIAI TANULMÁNYOK A KISKÖREI VIZLÉPCSŐ  
TÉRSÉGÉBEN VALAMINT A TISZA HOSSZ-SZELVÉNYÉBEN

Témavezető: Dr. Kiss István

Készült

a KÖTIVIZIG Kiskörei Laboratóriumában

Kisköre, 1978.







## T a r t a l o m

1. BEVEZETÉS .....	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	5
3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....	11
3.1. Vizsgálatok helye, ideje, módja .....	11
3.2. A Tisza környezettani viszonyai .....	15
3.3. A baktériumok táplálkozása és légzése .....	19
3.4. Alkalmazott módszerek .....	20
3.4.1. Összes baktériumszám meghatározása .....	21
3.4.2. A közvetett lemezöntéses technika .....	25
3.4.3. A baktérium biomassza meghatározása .....	27
3.4.4. Összefüggések a direkt és indirekt módszerrel kapott baktériumszámok között /Irodalmi adatok alapján/.....	27
4. EREDMÉNYEK.....	30
4.1. Rendszeres vizsgálatok a Kiskörei Vizlépcső térségé - ben 1974-76 között .....	30
4.1.1. A Tisza bakterioplanktonja 1974-ben .....	30
4.1.2. A Tisza bakterioplanktonja 1975-ben .....	36
4.1.3. A Tisza bakterioplanktonja 1976-ban .....	38
4.2. A bakterioplankton naponkénti változásai a Tisza Kis- körei szelvényében /404 fkm/ .....	41
4.3. A bakterioplankton napszakos változása a Kiskörei szel- vényben .....	44
4.4. A baktériumok vertikális eloszlása a Kiskörei szelvény- ben .....	47
4.5. Bakterioplankton vizsgálatok a Tisza hossz-szelvényében	47
4.5.1. Hossz-szelvény vizsgálatok a Tisza magyarorszá- gi szakaszán .....	50
4.5.2. Hossz-szelvény vizsgálatok a Tisza Tiszalök-Ti- szaroff szakaszán .....	62
5. EREDMÉNYEK .....	73
6. ÖSSZEFOGLALÁS .....	80
7. IRODALOM JEGYZÉK .....	82

TÁBLÁZATOK



"Nincs olyan fény, melynél  
fátylát a természet levet-  
né szépszerével."

/Goethe: Faust/

## 1. Bevezetés

Társadalmunk gazdasági fejlődése - a mezőgazdasági termelés korszerűsödése, a vizigényes ipari létesítmények számának növekedése, a városiasodás stb. - a koncentráltan jelentkező jó minőségű ivó-, ipari - és öntözővíz igény növekedését és ezzel együtt a szennyvizek tisztításának és elhelyezésének gondját hozta magával. A vízszükséglet biztosítása mennyiségi szempontból, napjaink lehetőségét tekintve felszíni vízfolyásainak mentén kialakított tározókkal és felszín alatti rétegvizeink felhasználásával gazdaságosan megoldhatónak látszik.

A vízfolyások és a tározott vizek minőségével szemben támasztott követelmények kielégítése az alapvető hidroökológiai folyamatok feltárása során szerzett ismeretek felhasználásával lehetséges. Az előbbieket gyakorlati szempontból a vízminőség szabályozását, mint munkafolyamatot jelentik.

A tisztított vagy tisztítatlan szennyvizet nem csak a befogadóba engedjük, a folyók, patakok vizét duzzasztóművekkel nem egyszerűen csak visszatartjuk, hanem e munkálatokkal beavatkozunk a vízi ökoszisztémák életébe.

A vizi ökoszisztémák életét meghatározó tényezők összességét biológiai vízminőségnek nevezzük. A biológiai vízminőség mutatói a víz halobitása, trofitása, szaprobítása és toxicitása /Felföldy 1974/.

A halobitás a víz biológiai szempontból fontos szervetlen kémiai jellege, a vízben levő ionok koncentrációjától és minőségétől függ;

A trofitás a vizi ökoszisztéma termőképessége, a primer produkció erőssége. Növekedése az eutrofizálódás folyamatát segíti elő;

A szaprobítás a vizek szervesanyag bontó képessége, az elsődleges termeléssel szemben dolgozó lebontás erőssége. A szervesanyagok lebontásában igen fontos szerepet játszanak a baktériumok;

A toxicitás a vizek mérgezőképessége, a bennük jelen levő mérgek hatásának a következménye.

Ahhoz, hogy valamely vizi ökoszisztémának az előzőekben definiált biológiai vízminőségi mutatóit minél teljesebb mértékben megismerjük, szükséges annak komplex hidroökológiai vizsgálata.

A Kiskörei-tározóval szemben támasztott igények lehetőség szerinti kielégítését, valamint a későbbi vízminőség szabályozás feltételeinek kidolgozását készítették elő azok a hidrokémiai és hidrobiológiai vizsgálatok, amelyek 1973 óta folynak a Kiskörei Vizlépcső térségében.



A disszertáció a vizek anyag- és energia forgalmában igen fontos szerepet játszó baktériumflórával foglalkozik. Képet ad a Kiskörei Vizlépcső térsége, valamint a Tisza magyarországi szakasza össz-bakterioplanktonjáról, valamint a szervesanyag bontó baktériumok mennyiségi viszonyairól.

A korábbi vizbakteriológiai kutatások általában a vizből kimutatható fertőző csoportok meghatározására irányultak. Az ilyen jellegű vizsgálatokat a KÖJÁL laboratóriumai végezték és végzik, munkájuk a víz higiénés szempontból történő minősítését, a víz egészségességének megállapítását szolgálja.

A vízben élő baktériumok ökoszisztémákban betöltött szerepét három lényeges pontban fogalmazhatjuk meg: a./ a baktériumok végzik a vízben élő, számukra hozzáférhető elhalt szervesanyagok ásványosítását /mineralizálását/; b./ a baktériumok táplálékul szolgálnak az egy- és többsejtű apró állati szervezetek számára; c./ a baktériumok egyik csoportja az elsődleges termelésben közvetlenül is szerepet játszik /fototróf baktériumok/.

A vizek természetes tisztuló képességét a bennük élő baktériumok mennyiségi és minőségi összetétele, valamint anyagcsere intenzitása alapvetően meghatározza. A vízbe jutó szerves szennyező anyagok, amelyek a víz szaprobitás fokát emelik, a baktériumok tevékenysége révén ásványosodnak és válnak hozzáférhetővé a növényi szervezetek számára.

A tanulmány felméri a Tisza és mederduzzasztott szakaszának bakteriológiai viszonyait. Az adatok lehetőséget adnak az évtizedes változások megértéséhez és a későbbi vízminőség szabályozás

megteremtésének lehetőségéhez. Feladatunk volt a rendelkezésre álló adatok és saját kutatásaink alapján a Tisza ökológiai sajátosságainak és a bakterioplankton változásának feltárása. Az előzőekben említettek elősegítik a vízi ökoszisztémában lejátszódó folyamatok megértését.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik dolgozatom elkészítésében segítségemre voltak.

Köszönettel tartozom Récsey Gyulának, a Kiskörei Szakasz - mérnökség Vezetőjének a munkafeltételek biztosításáért. Köszönetemet fejezem ki Dr. Kiss István professzor ur és Dr. Horváth Imre professzor ur mindig odaadó segítőkézségéért.

Hálásan köszönöm kollegáim, elsősorban Dr. Bancsi István, Hamar József és Végvári Péter önzetlen segítségét, hasznos tanácsait.



## 2. Irodalmi áttekintés

A vizi mikrobiológiát, mint tudományágat, már egy évszázad óta művelik. Ezalatt az idő alatt sok elméleti és gyakorlati szempontból értékes tapasztalat gyűlt össze, amelyek meggyőzően igazolják a tudományág jelentőségét a vízminőség kutatásánál, vizsgálatánál, védelménél, értékelésénél és a szennyviz tisztításánál. Napjainkban az emberi tevékenység aktuális és perspektivikus irányvonala közé sorolják /Rheinheimer, 1975/.

Az említett fontos tények ellenére a vizi mikrobiológia a 70-es évek elejéig nem foglalta el azt a helyet a limnológiában, amely joggal megilletné és nem tekintették más rokon tudományágnak, mint pl. a hidrokémia egyenrangú partnerének /Daubner, 1972/. Daubner panasza 1972-ben még talán jogos volt, napjainkban viszont a vizi mikrobiológia környezetvédelmi szempontból igen fontos kutatási irányként lép elő.

A természetes vizek bakteriális tevékenységének tanulmányozása tulajdonképpen a Robert Koch /1881/ által alkalmazott szilárd /agar, zselatin/ táptalaj bevezetésével indult meg.

A korai munkák közül legjelentősebbek Voronin /1897/ a Glubokoje-tó bakterioplanktonján, valamint Kleiber /1894/ /in: Daubner 1972/ Zürichi-tavon végzett vizsgálatai. A Zürichi-tavon végzett vizsgálatokat Pfenniger 1902-ben folytatta, vizsgálva a baktériumok vertikális megoszlását. Rámutatott arra, hogy a baktériumok a vízben nem egyformán rétegződnek, a szennyezés bekerülésének helyén magas a számuk, az év folyamán pedig mennyiségük ingadozik.

A vizi mikrobiológia fejlődését pozitívan befolyásolta Vinogradszkij munkássága, aki hangsúlyozta, hogy a természet anyagforgalmában a mikroszervezetek fontos szerepet játszanak.

A vizek bakteriológiai vizsgálatát hosszú éveken át csak klasszikus módszerekkel végezték: a munkákat a szilárd táptalajon számolt "összes csiraszám" szemlélet jellemezte. Az "összcsiraszám" szemlélet a táptalajok állandó javításával és újak bevezetésével a vizi mikrobiológián belül napjainkban is tovább él /Collins 1963, Fonden 1969/. A klasszikus táptalajok alkalmazásával a higiénés vizbakteriológiának még ma is alapját képezi standardizált és szabványosított módszerek formájában.

Napjainkban a módszereket, az elveket és a célkitűzéseket illetően a két terület - a természetes vizek mikroflórájának a tanulmányozása, valamint a higiénés mikrobiológia - elkülönült egymástól. Kivánatos lenne azonban e két kutatási terület minél gyorsabb közeledése egymáshoz.

A mikrobiális ökológia legkiemelkedőbb képviselői Vinogradszkij /1949/ és Beijerinck /1920/ voltak. Munkáikban hangsúlyozzák, hogy a baktériumok ökológiai szemléletű kutatása teljesen más módszereket igényel, mint amelyek az orvosi mikrobiológiában használatosak. A talajbakteriológiába számos új módszert vezettek be, köztük igen nagy jelentőségűek a baktériumok közvetlen számolására kialakított metodikák, amelyek a vizbakteriológiában is elterjedtek. A direkt módszerek térhódítása a kutatások történetében fordulópontot jelentettek.



A vizekben élő baktériumok számlálására több új, közvetlen módszert dolgoztak ki, melyek közül Razumov /1932/ membránszűrős metodikája terjedt el általánosan.

A direkt módszerek megjelenése után a Szovjetunióban jelentős bakteriológiai kutatások kezdődtek. Az eredményeket Kuznyecov /1959/ foglalja össze. Erre az időszakra estek Waksman /1941/ és Zo Bell /1946/ vezetésével folyó tengerbiológiai kutatások, melyek a szervesanyag lebontás általános törvényszerűségeinek a feltárással jelentős mértékben hozzájárultak a vízi mikrobiológia fejlődéséhez.

Az utóbbi két évtizedben folyó bakteriológiai kutatásokra jellemző, hogy a vizsgálatok minőségi és mennyiségi vonatkozásban ug-rásszerűen megnövekedtek. Ennek alapvető indítéka a vizek rohamos elszennyeződése, a megnövekedett vízszükséglet, továbbá a vizek komplex hasznosítása.

A Szovjetunióban az 50-es évektől kezdődően a legkülönbözőbb vizek nagyarányú mikrobiológiai kutatása indult meg. A direkt módszert kiegészítették Ivanov /1955/ új eljárásával, a kevert mikrobiális rendszerek generációs idejének a meghatározásával. Mikrobiológiai kutatások folytak és folynak a sorra épülő víztározókon /Kuznyecov, 1961, 1962; Gak 1975; Kalasnyikova 1966; Kozsova 1964; Mihajlenko 1972; Romanenko 1974/, a nagy folyókon /Rogyina 1959; Rogyina és Kuzmitszkaja 1968/ nagy tavakon /Drabkova 1964; 1974/ és halastavakon /Rogyina 1964/.

A 60-as években Európa több országában a mikrobiális biomasz-  
sza felmérése indult meg /Babenzien 1964; Melchiorri-Santolini 1966;  
Overbeck 1968; Mucha és Daubner 1968/.

Ugyancsak a 60-as évek végén Sorokin /1967/ és Jannasch /1969/  
hangsúlyozzák a közvetlen aktivitás mérés fontosságát. Véleményük  
szerint a baktériumok abszolút száma, a biomasz nagysága, sőt az  
életképes sejtek száma sem lehet az aktivitás mutatója, mivel a po-  
pulációk jelentős része passzív, nyugalmi állapotban is lehet. Mind-  
ez persze nem csökkenti az összbaktériumszám és a biomasz vizsgálá-  
tának szerepét.

Az izotópokkal jelzett vegyületek használata a mikrobiális ak-  
tivitás tanulmányozására Sorokin /1966/ munkái alapján gyorsan elter-  
jedt.

A  $C^{14}$ -el jelzett vegyületek felhasználásával feltárható a vizek-  
ben fontos szerepet játszó szerves vegyületek beépülésének formája  
/Romanenko és Kuznyecov 1974; összefoglaló munkája/.

Az aktivitás mérés következő lehetősége a vizekben és üledékek-  
ben az enzimtevékenység mérése, amelyre ma már az enzimek széles ská-  
láját használják /Leichard-Overbeck-Stanbing 1967/.

A vízi ökoszisztémák mikrobiológiai tanulmányozásának feladata-  
it a jövőre nézve Overbeck fogalmazta meg 1974-ben a limnológiai kong-  
resszuson.

a./ A heterotróf mikroökoszisztémák intenzív tanulmányozásában különös gondot kell fordítani az autotróf és heterotróf rendszerek közötti kapcsolatra, úgy, hogy figyelembe kell venni minden lehetséges környezeti tényezőt.

b./ Tanulmányozni kell az ökoszisztémákban a nagyon rövid intervallumu mikroorganikus funkciót /óránként/, megérteni az anyag - csere folyamatok gyors, napi ritmusát.

c./ Feladatnak kell tekinteni a biokémiai metodikák alkalmazását, amely új utat nyit a jövőre nézve. Jelenleg meg lehet próbálni a heterotróf produkciót meghatározni rövididejű  $C^{14}$  sötét fixálósos technikával.

d./ Matematikai modelleket kell alkalmazni a fito- és bakterio-plankton populáció dinamikájának és anyagcsere folyamatainak megértésére.

Az előzőekben részletezett feladatokat célszerű figyelembe venni a Tisza jövőbeni mikrobiológiai kutatási programjának az összeállításakor, és később a megvalósítás során is. A tervezésnél és a kivitelezésnél egyaránt tekintettel kell lennünk a folyó ökológiai sajátosságaira és majd a feltöltött Kiskörei-tározó létrejöttére.

A Tisza mikrobiológiai vizsgálatával korábban hagyományos higiénés vízminősítés keretében foglalkoztak. Az eredményeket a KÖJÁL laboratóriumainak munkatársai adták közre. Papp Szilárd 1971-ben közzölt adatokat /coli-szám és huspép-agaron számolt csiraszám/ a Tisza egész magyarországi szakaszára és a mellékfolyókra vonatkozóan. Meg-

állapította, hogy a Tisza vize a Sajó, a szolnoki és a szegedi szennyvizek hatását érzi meg higiénés bakteriológiai szempontból a legerősebben. Később Deák, Zs.-Schiffner, K. 1975-ben megjelent dolgozatában találunk higiénés vizbakteriológiai eredményeket. Az általuk végzett vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a Tisza vízminősége az elmúlt 10 év alatt egy kategóriával romlott. Estók et al. 1976-ban a Tisza Csongrád és Kisköre közötti szakaszáról megállapítja, hogy a tiszafüredi szelvény a legszennyezettebb, Kisköre felé haladva a higiénés paraméterek alapján csökken a víz szennyezettsége. Hegedüs /1976/ a Tisza Csongrád megyei szakaszának további vízminőségromlásáról számolt be. Doblerné és Hegedüs 1978. tavaszán újabb eredményeket ismertetett a Tisza szegedi szakaszára vonatkozóan.

A Tisza bakterioplanktonjának mennyiségi viszonyaival és az azt befolyásoló tényezőkkel korábban csak rövid tájékoztató és adatközlő jellegű dolgozatok foglalkoztak /Hamar 1976 a, b, c, Végvári et al. 1976, B.Tóth et al. 1978/. Hazai vizeink közül a Balatonon és a Velencei-tavon végeztek hasonló jellegű vizsgálatokat/ Oláh 1969 a, 1970 a, b, c, 1971 a, b, c, 1973 a, b, 1974, 1975, valamint Oláh-Vásárhelyi 1970, Vásárhelyi-Felföldy 1970/.

Az eredményeket azonban roppant nehéz összehasonlítani, mivel a Balaton egy nagy kiterjedésű, sekély tó, a Tisza pedig egy közepes nagyságú, magas hordaléktartalmú folyóvíz. A teljesen más hidrológiai, hidrokémiai és hidrobiológiai adottságok miatt az összehasonlítás lehetősége nagyon korlátozott. A Tisza és a Kiskörei-tározóhoz hasonló víz bakteriológiai viszonyainak vizsgálatára sem metodikai, sem az adatok értékelését tekintve nincs hazai példa.

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. Vizsgálatok helye, ideje, módja

A Tisza bakteriológiai viszonyainak megismeréséhez a folyó különböző szakaszán vettünk mintákat.

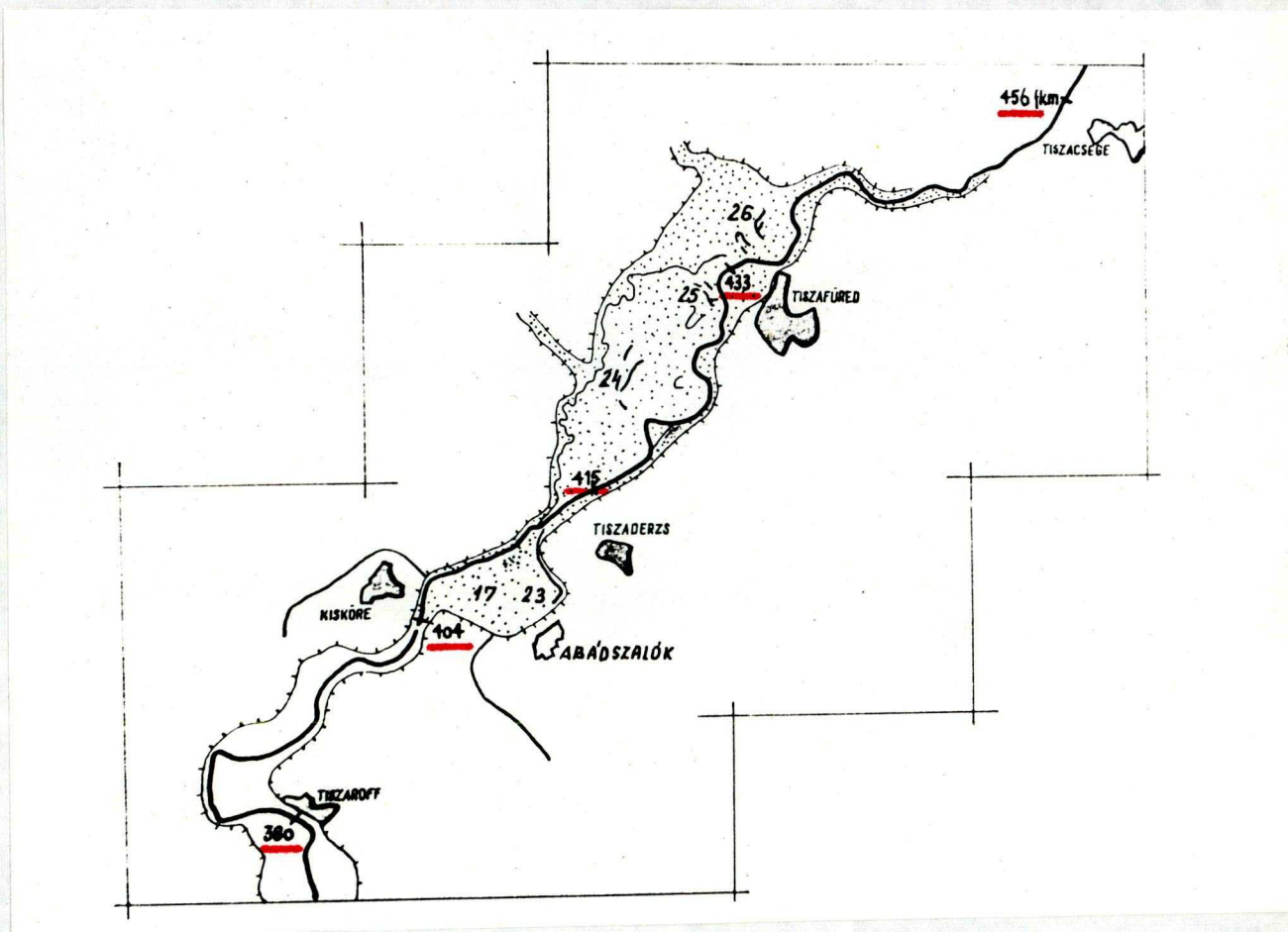
A Tisza mederduzzasztott szakaszát 1974-1975-1976-ban rendszeres kéthetenkénti ill. havonkénti mintavételekkel ellenőriztük. A mintákat Tiszakeszi /467 fkm/, Tiszacsege /456 fkm/, Tiszafüred /433 fkm/, Tiszaderzs /415 fkm/, Kisköre /404 fkm/ és Tiszaroff /380 fkm/ térségéből vettük /l. ábra/.

A tiszacsegei mintákkal a tározótérbe befolyó, a tiszaroffi mintákkal pedig a duzzasztómű térségéből elfolyó víz minőségéről kívántunk képet kapni. A folyó tározótérre eső szakaszának vizsgálatával megkíséreltük felmérni a Tisza vizének pillanatnyi állapotát, vízminőségének változásait, figyelembe véve a folyót érő természetes és mesterséges hatásokat.

A Tisza bakterioplanktonjának megismeréséhez nyújtottak segítséget a Kiskörénél /404 fkm/ 1977-ben 2 alkalommal, /április 18.-május 24. és augusztus 2.-szeptember 6./ naponként vett minták adatai, amelyekkel a folyó bakterioplanktonjára ható kisebb, rövidperiódusú változásokat volt módunk regisztrálni.

A folyónak egy meghatározott szelvényében végbemenő térbeli és időbeli változásait rögzítettük a 24 órás vizsgálatokkal /a mintákat három óránként vettük/ Kiskörénél 1974. április 23-24-én és 1974. augusztus 14-15-én, valamint a vertikális mintavételekkel 1974. április 9-én /vö. táblázatok/.





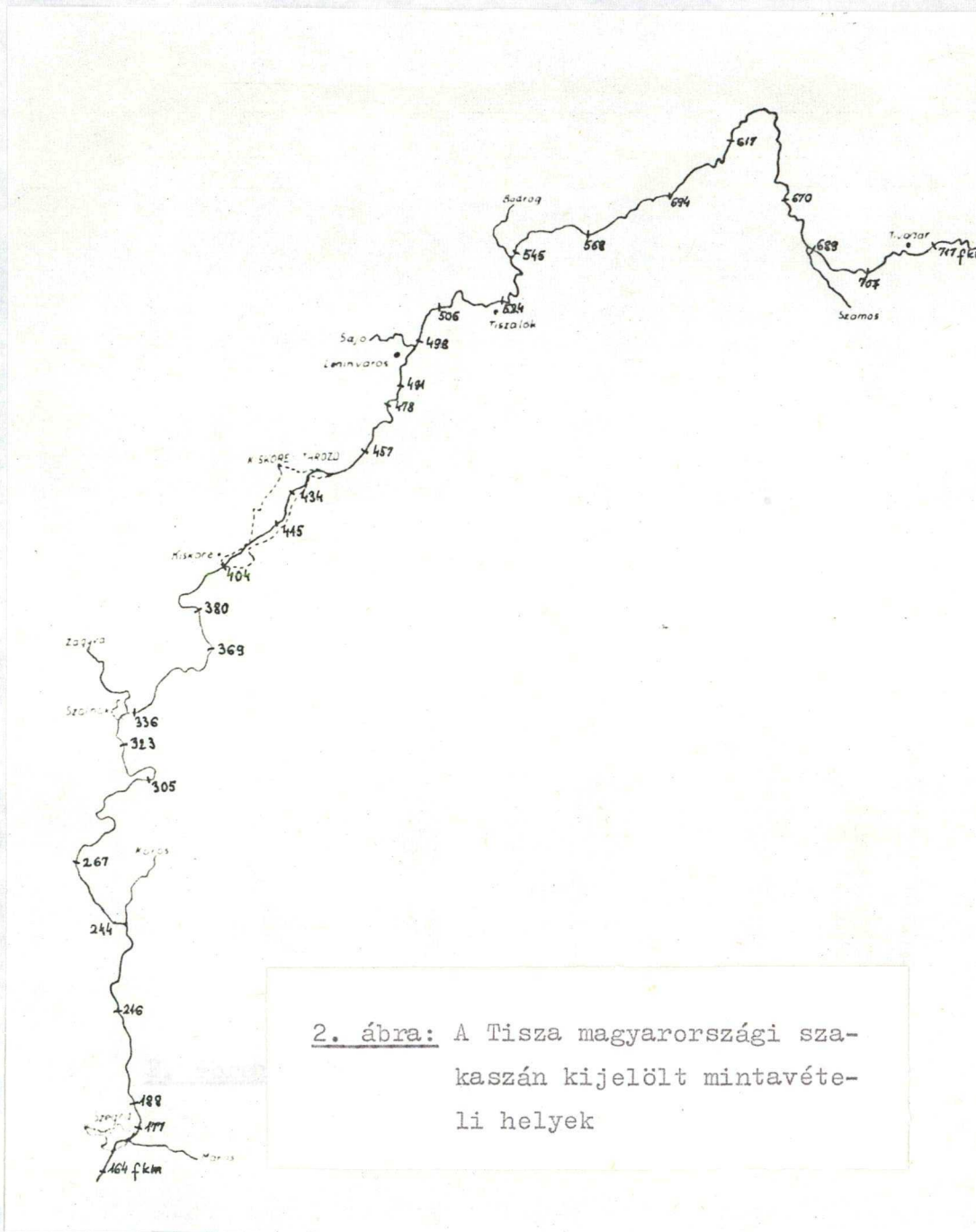
1. ábra: A Tisza 1974-76-ban rendszeresen vizsgált szakasza a Kiskörei-tározónál

A Tisza hidroökológiai viszonyait tekintve, természetes és mesterséges hatásoktól állandóan befolyásolt folyó. Ezért nem elégséges vizsgálni csak a duzzasztott szakaszon, hanem célszerű a duzzasztott szakaszcsoportról kapott képet belehelyezni a Tisza egész magyarországi szakaszára jellemző képbe; szükséges volt megvizsgálni a két vizlépcső, a Tiszalöki és a Kiskörei Duzzasztómű közötti Tisza szakasz bakteriológiai viszonyainak alakulását is különböző vízjárások mellett.

Az első szempont figyelembe vételével végeztünk hossz-szelvény vizsgálatokat a Tisza egész magyarországi szakaszán, különböző vízjárású időszakokban /2. ábra/. 1974. március 22-23-án a 497-177 fkm közötti szakaszon, 1975-ben két alkalommal, június 8-16-ig áradásos időszakban a 718-168 fkm között, valamint szeptember 18-27-ig kisvízes időszakban az 550-168 fkm közötti szakaszon. 1977-ben augusztus 21-28-ig a Tisza 717-164 fkm közötti szakaszán regisztráltuk a változásokat alacsony vízállás mellett. A második szempontnak megfelelően 1977-ben Tiszalök és Tiszaroff közötti folyószakaszon ún. "kis hossz-szelvény vizsgálatokat" végeztünk 8 alkalommal /február 22-23; március 21-23; április 26-27; május 23-26; július 4-8; július 26-29; augusztus 21-24; szeptember 12-16/.

Az előzőekben jelzett bakteriológiai vizsgálatok részét képezik egy komplex hidrobiológiai vizsgálat sorozatnak. Az eredmények értékelésekor ahol azt feltétlenül szükségesnek tartottuk, kitérünk a hidrológiai, vízkémiai, algológiai és zoológiai vizsgálatok során kapott eredmények vázlatos ismertetésére is.





2. ábra: A Tisza magyarországi szakaszán kijelölt mintavételi helyek

### 3.2. A Tisza környezettani viszonyai

Az 1957-ben megépült Tiszalöki, majd 1973-ban elkészült Kiskörei Vizlépcső üzembe helyezésével folytatódott a Tisza "csatornázása". E munkálatokkal a levonuló árvizek szabályozhatók, a nyári kis vízmennyiségek duzzasztással visszatARTHATÓK.

A Kiskörei Vizlépcső üzemmenetére jellemző a vizsgálati időszakban, hogy 500 m<sup>3</sup>/sec vízhozamig duzzasztás, ún. mederduzzasztás folyik /a duzzasztási szint 87.50 m.Orsz./, 500-1.000 m<sup>3</sup>/sec között fokozatosan kiemelik a szegmens táblákat, 1.000 m<sup>3</sup>/sec felett már szünetel a duzzasztás. Így a Vizlépcső térségében duzzasztásos ún. kisvízi és duzzasztás nélküli időszakok váltják egymást a folyó vízhozamától függően.

A mesterséges beavatkozások nagymértékben megváltoztatták a Tisza folyóvízi állapotát. A Kiskörei-tározó 1978-ban feltöltésre kerül /89.00 m.Orsz. vízszintre/, ezzel jelentős változás történik a folyó életében.

A továbbiakban röviden szólunk a Tisza természetföldrajzi, hidrológiai, vízkémiai és biológiai viszonyairól.

A Tisza a Kárpátmedence K-i felének nagyobb folyója, az ÉK-i Kárpátokban ered és csaknem 1.000 km ut megtétele után ömlik a Dunába. Vizgyűjtőterülete 157.186 km<sup>2</sup>, ennek 0,7 %-a magashegység, 18,4 %-a középhegység, 34,4 %-a dombvidék és 46,5 %-a síkvidék. A vizgyűjtő erdővel borított területe 26,4 % /Andó 1971, Csoma 1971/.

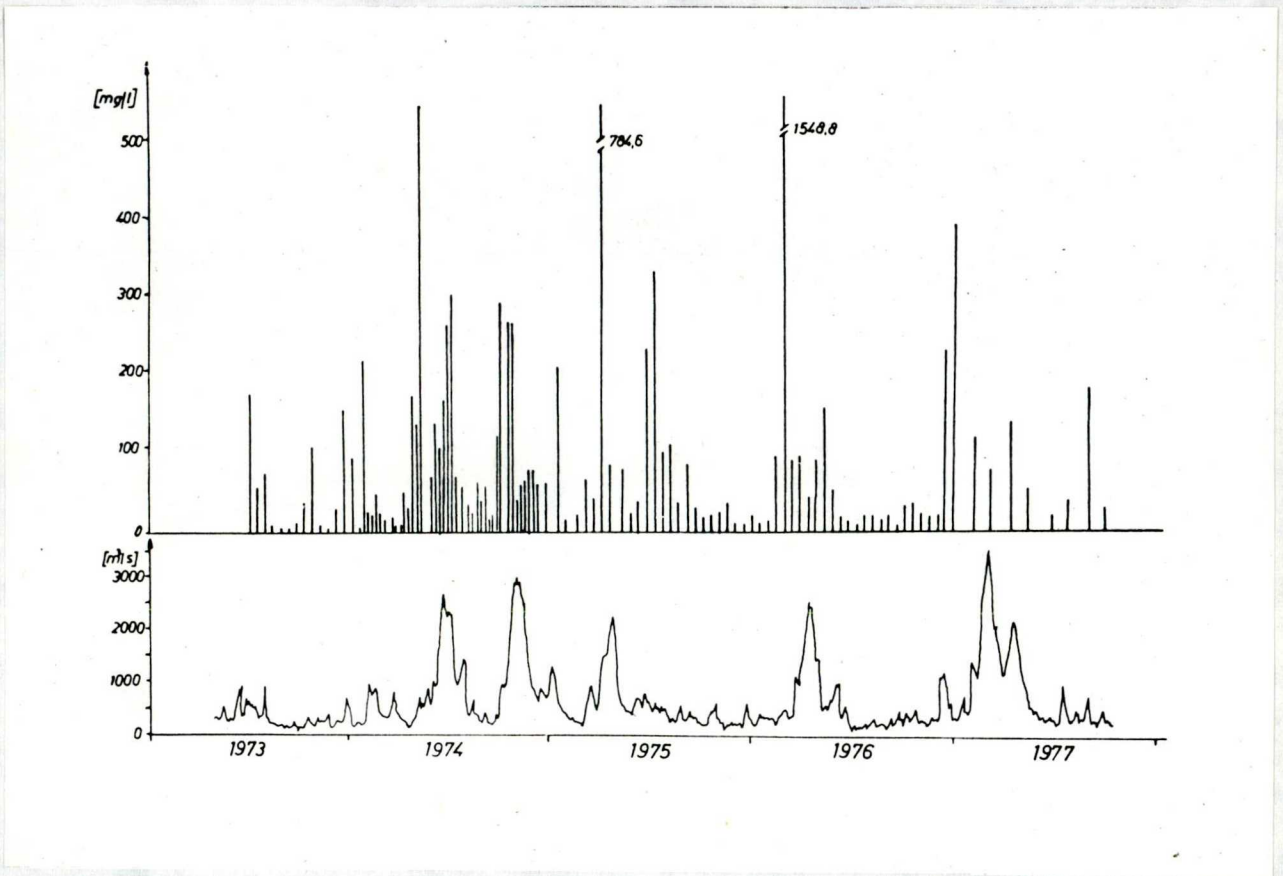
A Felső-Tisza vízgyűjtőjéről hirtelen áradásra képes vizek zudulnak le és a szinte esés nélküli síkságra érve, szélsőséges vízjárást okozva összetorlódhatnak. A Tiszán évenként három jellegzetes áradási típus különíthető el: a téli és a télvégi hóolvadásból, vagy az azt követő tavaszi esőkből származó télvégi-tavaszi áradás, a májusi és júniusi esők nyomán elinduló, zöldár néven ismert nyári áradás, végül az őszi esőzésekből keletkező őszi áradás, vagy leveles ár. Ezek közül egy-egy évben akár az egyik, akár a másik, esetleg mindegyik elmaradhat /Vágás 1977/.

A Tiszára a lebegtetett hordalékszállítás jellemző, hordalék-töménysége 3-5-ször nagyobb, mint a Dunáé /Bogárdi 1971/. A Tisza lebegőanyagtartalmában lényeges változást okozott a két duzzasztómű, a Tiszalöki és a Kiskörei megépítése. Ezek kisvizi időszakban /vizhozam <500 m<sup>3</sup>/ a lebegőanyag mennyiségének jelentős mértékű csökkenését eredményezték.

Áradásos időszakban azonban az árhullámok felszálló ágában, a duzzasztóművek létesítése előtti időszakban mért adatokhoz viszonyítva, lényegesen több lebegtetett hordalékot szállít a Tisza /Bogárdi 1971; Végvári 1975/.

A lebegtetett hordalék mennyiségének változására jellemző, hogy az árhullámok felszálló ágában a legmagasabb a lebegőanyag tartalom /az 1976. márciusi árhullám felszálló ágában a maximális lebegőanyag tartalom 1.548 mg/l volt, vö. 3. ábra/. A vízhozam növekedésével mennyisége fokozatosan csökken /200-300 mg/l-re/ és az árhullám leszálló ágában közel állandó értéken marad /Végvári 1975/. Kisvizi időszakban a folyó duzzasztott szakaszán mindössze 10-50 mg/l lebegtetett hordalék mérhető.





3. ábra: A Tisza vízjárása 1973-1977 között /lenn/ és a Tisza lebegőanyag tartalmának változása /fenn/

A Tisza kémiai és biológiai sajátosságainak alakulása a hidrológiai tényezők, különösképpen a vízjárás és a lebegtetett hordalék mennyiségének és minőségének a függvénye. Több kémiai komponens a lebegőanyaggal együtt változik, a köztük fennálló függvénykapcsolatnak megfelelően /Végvári 1975; B.Tóth 1975/. A folyó vize  $\text{Ca-HCO}_3$  típusu. A duzzasztás hatásának tudható be a kalcium magnézium arány eltolódása /Ádámosi et al. 1974/. Ez a típusváltozási hajlam tartós duzzasztásnál erősödhet. A trofitás és eutrofizálódás szempontjából fontos növényi tápanyagok - a foszfor és a nitrogén - igen nagy mennyiségben vannak jelen a folyó vizében. Mennyiségük jóval az eutróf állapot kialakulásához szükséges "veszélyes" küszöbérték fölött van /B.Tóth 1975/. A folyó oxigén ellátottságára jellemző, hogy az esetek többségében 100 % körüli telítettségű.

A Tisza fitoplanktonjának mennyiségi és minőségi összetétele a lebegőanyag és az éghajlati viszonyok függvénye is /Hamar 1975/. Zooplanktonját jól alkalmazkodó, tág ökológiai valenciájú fajok alkotják /Bancsi 1975/. A duzzasztás hatására a fito- és zooplanktonban egyaránt állóvízi elemek jelentek meg. A vegetáció periódusban történő mederduzzasztás gazdag népségű és nagy produktivitású fitoplankton állomány /Hamar 1977/, valamint eléggé változatos fajösszetételű és magas egyedszámú zooplankton kifejlődését eredményezi /Bancsi 1977/. A Tisza hidroökológiai sajátosságainak jellemzésénél tehát nemcsak a természetes adottságokat, hanem a mesterséges tényezőket /duzzasztás, tározás, valamint az urbanizáció következményeit/ is messzemenően figyelembe kell vennünk.



### 3.3. A baktériumok táplálkozása és légzése

Mielőtt az alkalmazott módszerekről szólnánk, fontosnak tartunk néhány szót szólni a baktériumok anyagcseréjéről.

A baktériumok túlnyomó többsége heterotróf táplálkozású, s csak igen kis hányaduk tartozik az autotrófok közé. A heterotróf baktériumok táplálkozásukban szerves anyagokra szorulnak, mivel a szén csak szerves anyagokból képesek testükbe építeni. Az autotróf baktériumok viszont a szén széndioxidból építik testükbe a környezetből nyert fény- vagy kémiai energia felhasználása révén.

A heterotróf baktériumok vagy szaprofiták, vagy paraziták. A szaprofita mikrobák környezetük szerves anyagait enzimeikkel elbontják, s az így nyert, még ugyancsak szerves anyagokat testükbe építik, inkorporálják. A parazita baktériumok viszont élő szervezetek, növények, állatok és az ember testének szerves anyagait veszik fel táplálékként.

A szaprofiton baktériumok között elbontó működésük szerint beszélünk erjesztő vagy zimogén, rothasztó vagy szaprogén, szin - anyagtermelő vagy kromogén, hőtermelő vagy termogén, világító vagy fotogén szervezetekről. Az erjesztőket az erjedési termék vagy erjesztendő tápanyag, un. szubsztrátum minősége szerint szokás csoportosítani. Eszerint az erjesztők lehetnek alkoholos, tejsavas, vajsavas, ecetsavas mikrobák. Az erjesztendő szubsztrátum szerint cellulóz, pektin, kitin, protein stb. erjesztő szervezetek. Ez utóbbiak a természetes vizekben igen jelentősek. A fehérjetartalmú anyagok levegő nélkül történő, anaerob bontását rothadásnak, a levegő jelenlétében, azaz aerob úton végbemenő lebontást viszont korhadásnak nevezzük.

Az autotróf baktériumok vagy fotoredukálók, vagy kemoszintetizálók. A fotoredukálók pigmentrendszerük segítségével a széndioxidot szervesanyaggá redukálják, s beépítik testükbe. A kemoszintetizáló baktériumok a széndioxid redukciójához szükséges energiát energiagazdag vegyületek eloxidálásával nyerik. Az energiát nyújtó anyagok szerint beszélhetünk metán-, hidrogén-, vas-, kén - és nitrifikáló baktériumokról.

A baktériumok légzés szerint kétfélék lehetnek. Az aerob baktériumok életműködéséhez a levegő molekuláris oxigénje szükséges, az anaerob szervezetek viszont a molekuláris oxigént nélkülözni képesek /Kiss 1968/.

Közvetlen feladatunk az összbaktériumszám vizsgálata. Amikor tehát erről beszélünk, ebbe az összességbe az előbbi szervezetek közül bármelyik jelen lehet, azserint, hogy a folyóba ömlő víz milyen származású. Tulnyomó többségben a heterotróf baktériumok szerepelnek, közülük is elsősorban a szaprofita életmódúak. A paraziták csak esetenként, főként városi szennyvizekkel kerülhetnek nagy mennyiségben a folyó vizébe. Áradások alkalmával feltehetően jelentős a csapadék által a talajból kimosott baktériumok száma, melyek nagyrészt valószínűleg nitrifikáló, kemoautotróf szervezetek.

#### 3.4. Alkalmazott módszerek

A bakteriológiai feldolgozásra szánt mintákat a Tisza sodorvonalából, hajóról vettük, steril körülmények között. A mintákat a mintavételt követően - 24 órán belül feldolgoztuk a laboratóriumban.

A vizsgálatok során az alábbi módszereket alkalmaztuk;

- A víz összes baktérium tartalmát /összes baktériumszám/ közvetlen mikroszkópikus technikával határoztuk meg /vö. 3.4.1. fejezetrész/.

- Az aerob heterotróf baktériumok kimutatásánál /összes csiraszám/ kétféle táptalajon, nátrium-kazeinatos és nutrient agaron történő tenyésztést alkalmaztunk /vö. 3.4.2. fejezetrész/.

- A teljes bakterioplankton biomasszáját mikroszkópi méréssel kapott adatokból számítottuk ki /vö. 3.4.3. fejezetrész/.

#### 3.4.1. Összes baktériumszám meghatározása

Ezzel a módszerrel a víz térfogategységében található baktériumok összességét határoztuk meg oly módon, hogy a baktériumok protoplazmáját jól festő eritrozinnal tettük láthatóvá. Az eredményeket indivdum/ml-ben adjuk meg.

A membránfilteres technikát 1932-ban Razumov írta le, általános használata azonban a Szovjetunióban is csak az 50-es évektől kezdve, a nagy víztározók mikrobiológiai vizsgálatával indult meg /Kuznyecov 1952; Drabkova 1964; 1974; 1976; Gak 1975; Kalasnyikova 1966; Kozsova 1964; Mihajlenko 1972; Rogyina 1959; 1964; 1972; Romanenko 1974; Trojckij 1967; Vasziljeva 1960/. A Szovjetunióon kívül szinte az egész világon elterjedt ez a módszer. Több-kevesebb változtatással és kritikával a legkülönbözőbb vizekben /sekély és mély tavakban, hegyvidéki tavakban és tározókban stb./ használták és használják ma is /Anderson 1977; Daubner 1972; Dokulil 1975; Godlewska 1975; Melchiorri-Santolini 1968; 1975; Kadota 1975; Lane 1977; Mason 1977; Niemela 1973; Paluch 1963; 1965; Schmidt 1970; Sorokin 1972; Tilzer 1972; Zeeb 1972/.



Hazánkban először 1966-ban alkalmazta Oláh a Balaton mikrobiológiai kutatásakor. Azóta legtöbb munkájában a bakterioplankton mennyiségi vizsgálatánál a membránfilteres módszert használta /Oláh 1969; 1970 b, c; 1971 b, c; 1973; 1974/.

A bakterioplankton a különböző vizben lebegő baktériumok összessége. Ezzel a módszerrel azokat a baktériumokat is számításba vesszük, amelyek táptalajon való tenyésztése nagyon nehézkes, vagy egyáltalán nem lehetséges. Az így kapott baktériumszám mindig nagyobb, mint a tenyésztés utján megállapított érték.

#### A módszer leírása:

##### a./ Mintavétel

A mintákat desztillált vízzel kiöblített, száraz, jól záró üvegbe vesszük. 10 ml-enként 1 ml 37 %-os formalinnal tartósítjuk.

##### b./ Szűrés

A vizek baktérium tartalmától függően 1-50 ml- vizet szűrünk át 0,45  $\mu$  pórusnagyságú /5 cm átmérőjű/ Sartorius membránfilteren /más szűrőtípus is használható/. A Tisza bakterioplankton vizsgálatánál figyelembe kell venni a folyó magas lebegőanyag tartalmát. A nagyon sok baktériumot és szesztont tartalmazó mintát baktériummentes vízzel hígítjuk szűrés előtt. A szűrés előtti hígítás különösen célszerű a Tisza esetében áradásos időszakban, ekkor ugyanis csak 1-2 ml minta átszűrése válik szükségessé, kisvizes időszakban általában 5 ml-t szűrünk.

Megjegyzendő:

- A membránszűrőlapot használat előtt desztillált vízben kifőzzük 4 %-os formalinban tároljuk /igy a rájuk tapadt baktériumok nem hamisítják meg az eredményt/.
- A szűrőkészülék perforált lemezére célszerű 2 réteg közönséges szűrőpapirkorongot elhelyezni és erre tenni a membránfiltert, így a szűrlet egyenletesen terül szét annak a felületén.
- A minta szürése előtt cseppentsünk néhány ml baktériummentes desztillált vizet a membránfilterre.

A szürés befejezése után a vizet jól leszivatjuk, óvatosan, csipesszel kivesszük a membránfiltert a készülékből és petricsészébe, száraz szűrőpapírra helyezve szobahőmérsékleten hagyjuk megszáradni. A membránfilter szélére rögzítjük a leszűrt minta adatait /mv.hely, mv. idő, átszűrt mennyiség/.

c./ Festés, a preparátum készítése

A megszáradt membránfiltereket petricsészében levő karbolsavas eritrozinnal átitatott szűrőpapírra helyezük, alsó felületükkel lefelé fordítva. A festéshez annyi oldatot használjunk, hogy a szűrőpapír nedvesen fénylő legyen. A festés ideje a festék minőségétől függően 1-24 óra.

Karbol-eritrozin oldat:

5 g alt. frissen desztillált fenol /karbolsav/ 100 ml desztillált vízben oldva + 3 g kristályos eritrozin.

Az elkészített oldatot szűrőpapíron átszűrjük. Zárt üvegben hosszabb ideig tárolható.

A felesleges festék eltávolítása céljából a festett filtert desztillált vízzel átítatott szűrőpapírra helyezük petricsésébe. A szűrőpapírt addig váltjuk, míg a membránfilter festéket ad le és a filter széle halványrózsaszínű nem lesz. A szűrőlapot száraz szűrőpapíron szobahőmérsékleten megszáritjuk.

d./ Számolás

A festett filterből imerziós olajba ágyazott preparátumot készítünk, majd fáziskontraszt mikroszkóp alatt 16 x 100-as nagyítással, zöld színszűrő használatával 5, véletlenszerűen kijelölt hálóban /5 x 25 kiségyzet/ megszároljuk a baktériumokat. A baktériumokat erősen kontrasztos fekete színben láthatjuk, ugyanis protoplazmájuk jól visszatartja a festéket. A vizsgálandó viz összes baktériumszámának meghatározását 1 ml-re átszárolva /ind/ml/, a következő képlet szerint végeztük:

$$\text{Összes bakterioplankton } /X/ = \frac{I \cdot F}{a \cdot n \cdot V}, \text{ ahol}$$

I = összes szárolt baktériumsejt

F = membránfilter hasznos szűrőfelülete  $\mu^2$ -ben

a = egy vizsgálati négyzet területe  $\mu^2$ -ben

n = a vizsgált négyzetek száma

V = az átszárolt minta térfogata ml-ben

Ugyanazon okulár, objektív és okulárháló használata esetén az  $\frac{F}{a \cdot n}$  = K érték állandó, így leegyszerűsítve a képlet:

$$X = K \cdot \frac{I}{V}$$

### 3.4.2. A közvetett lemezöntéses technika

Ezzel a módszerrel a szervesanyagok bontásában fontos szerepet játszó szaprofita mikroorganizmusok számát határoztuk meg. Két táptalaj típust használtunk:

a./ A higiénés gyakorlatban elterjedt nutrient agart /hus-pepton/ és a b./ nátriumkazeinatos agar táptalajt.

Oláh /1970/ a nutrient agart kevésbé tartja alkalmasnak a vizek lassan növekvő baktériumainak számlálására, azonban tájékoztatást kapunk ezzel a módszerrel a nagyobb szervesanyagterhelésről. A hus-pepton agaros módszerrel a gyorsan növekvő baktériumokat számoljuk, az eredmények alacsonyabbak, mint a nátriumkazeinatos táptalajon kapott adatok. A képződött telepek gyakran összefolynak.

A nátrium-kazeinatos táptalaj előnyei Oláh /1970/ szerint a következők;

- a táptalajon lényegesen több baktérium képes telepet kifejleszteni;
- a baktériumtelepek kicsik, egymástól jól elkülönülnek;
- a kromogén, szinképző baktériumok is nagyobb százalékban fejlődnek..

a./ Heterotróf baktériumok tenyésztése nutrient /hus-pepton/ agaron

#### Táptalajösszetétel:

pepton	10 g	1.000 ml-re töltjük fel desztillált vízzel
huspép	15 g	pH = 7,5-re állítjuk be, 121 C <sup>o</sup> -on, 1,1
NaCl	3 g	atm. nyomáson autoklávozzuk, szűrjük, szét-
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	4 g	töltjük üvegekbe, ismét sterilizáljuk 20
agar	15 g	percig.

A munka menete:

A minta baktériumtartalmától függően higitási sort készítünk /10 x; 100 x; 1.000 x; stb./ steril fiziológias konyhasóoldattal /0,9 %-os NaCl oldat/, jellel ellátott, 10 cm  $\emptyset$  petricsészébe a megfelelő higitásu mintából 1-1 ml-t mérünk /higitásonként 3-3 párhuzamost használva/, majd kb. 15 ml 40-45 C<sup>o</sup>-os huspepton agart adunk hozzá. A vizet a táptalajjal a lezárt petricsészébe körkörös mozgatással gondosan elegyítjük. A sterilitás szabályait minden esetben be kell tartani!

A csészéket a táptalaj megdermedése után fedelükkel lefelé fordítva termoszótába helyezük, 20-22 C<sup>o</sup>-on inkubáljuk 48  $\pm$  2 órán át. A telepszámlálás binokuláris mikroszkóppal vagy telepszámláló berendezéssel történik. Csak azokat a higitásokat értékeljük, amelyekből 30-300 telep fejlődött ki. A telepek számát mindig 1 ml-re számítjuk át.

b./ Heterotrófok tenyésztése nátriumkazeinatos-agaron

Táptalaj készítése

kazein	1 g	1.000 ml-re feltöltjük, pH-t 7,5-re
glükóz	2 g	beállítjuk. Sterilizálás 121 C <sup>o</sup> -on
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,2 g	20 percig.
MgSO <sub>4</sub>	0,2 g	
FeSO <sub>4</sub>	nyomokban	
agar	15 g	

Na-kazeinat készítése

1 g kazeint 10 ml 0,1 n NaOH-dal hidrolizálunk.



### A munka menete

Azonos a hus-pepton agar esetében ismertettekkel, csak az inkubálás 5 napig tart. A csiraszámot hasonlóan 1 ml vízre adjuk meg.

#### 3.4.3. A baktérium biomassa meghatározása

A biomassa meghatározásánál a sejtek alakjából és méretéből indulunk ki. A coccusokat gömbnek, a pálcikákat hengernek fogjuk fel. Egy baktériumsejt biomasszáját  $\mu^3$ -ban adjuk meg. A baktériumok fajsúlyát 1,00-nek tekintjük /az eredmények nedves súlyra vonatkoznak/. A meghatározást az összes bakterioplankton számolásával együtt, a festett membránfilteren végezzük. A vizminta biomassa adatait  $g/m^3$ -ben fejezzük ki.

#### 3.4.4. Összefüggések a direkt és indirekt módszerrel kapott baktériumszámok között /Irodalmi adatok alapján/

A direkt eljárásnál a sejtek mikroszkópikus számolása történik, míg az indirekt módszerrel valamilyen táptalajon kitenyésztett kolóniák számolását végezzük. A membránszűrős technikával sokkal nagyobb értékeket kapunk, mint a lemezöntéssel. A kolóniák számolásánál kapott eredmények ugyanis az előzőeknek csak mintegy 1 %-át adják /O-verbeck 1974/. Az eredmények közötti nagy eltéréseket inkább a használt táptalajok nagyfoku szelektivitásának tulajdonítják a szerzők /Kuznecov-Romanenko 1974; Rogyina 1972/, mintsem a membránszűrőn elhalt sejtek nagy számának. Az elhalt sejtek mennyisége az összes sejthez viszonyítva, többféle módszerrel nézve sem éri el a 20 %-ot /Razumov et al. 1962/.

A használt táptalajok szelektivitása valószínűleg igen nagy számlálásbeli eltéréseket eredményez. Ezt genetikai úton, az un. hiánymutációk kimutatásával lehetne feltárni. Több heterotróf, illetve szaprofita baktériumnál ismeretes az un. prototrófia és az auxotrófia jelensége. A prototróf baktériumok a növekedési faktoraikat és az egyes fontos aminosavakat maguk képesek előállítani, az auxotróf baktériumok viszont erre nem képesek. Ezért nem elégszenek meg az un. minimál-táptalajjal, amely csupán glükózt, mint szénforrást és néhány organikus sót tartalmaz, hanem igénylik az un. komplett táptalajt, amely az említett növekedési faktorokat, aminosavakat tartalmazza. Ilyen táptalaj készítésénél pl. élesztőkivonat, kazein-hidrolizátum stb. szükséges. A közönséges *Bacillus subtilis* pl. a triptofán aminosavára nézve többnyire prototróf. Vannak azonban triptofánra nézve auxotróf törzsei is amelyek pontmutációval keletkeznek. Ezek az un. triptofán dependens /Triptofánt igénylő, törzsek/Horváth 1970/. A prototrófia-auxotrófia a baktériumok világában valószínűleg igen elterjedt, s a különböző módszerű számlálásokban igen nagy eltéréseket okozhat.

A baktériumok membránfilteres számlálásakor kapott értékek nagyon eltérőek lehetnek attól függően, hogy a minta detrituszban milyen gazdag, vagy mennyire kicsik a baktériumok / $< 1 \mu$ /. E nehézségek miatt esetenként különböző típusú vizsgálatok variációit végzik /Rogyina 1972/. A vizsgálat alapja a fluoreszcensz technika. Mivel a Tiszára mindkét tényező jellemző, ezért célszerűnek látszana bevezetni ezt a módszert, ahol fluoreszcensz mikroszkóp segítségével, acridin orange festéssel meg lehet különböztetni az élősejteket a holtaktól és természetesen a hordaléktól. Pontosabb eredményeket elektronmikroszkópos technikával lehet elérni /Overbeck 1974/.

Ha természetes szubsztrátumot /tó vagy folyóvizet/ tartalmazó táptalajon számoljuk a kinőtt telepeket, akkor a kapott eredmények már közelebb járnak a vizek természetes mikroflórájának mennyiségéhez. Erről azonban még kevés adat áll rendelkezésünkre /Melchiori-Santolini-Cafarelli 1967/. Az előző szerzők a lemezöntéses és membránszűrős technikát kombinálták. A tápoldatként tóvizet használtak, és nagyobb baktériumszámot kaptak, mint szervesanyaggal dúsított tápoldatokkal /vö. az alábbi táblázat/.

direkt ind/ml	lemezöntés	
	szervesanyaggal dúsított táptalaj csira/ml	tóvizzel kevert táptalaj csira/ml
$480 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^2$	$150 \cdot 10^2$
$670 \cdot 10^2$	$4,9 \cdot 10^2$	$240 \cdot 10^2$
$750 \cdot 10^2$	$6,0 \cdot 10^2$	$460 \cdot 10^2$

A kevésbé szennyezett tóviz mikróbai többségének a tóviz megfelelő, s ha tóvizet tovább dúsítjuk, vagy nagy szervesanyagtartalmu egyéb tápoldatot használunk, az már pl. a cellulózbontóknak nem kedvező, sőt esetleg mérgező, károsító hatásu lehet. Ezáltal kevesebb faj képviselői alkotnak telepeket az ilyen táptalajon a nagyon kevert, sok fajt tartalmazó baktérium-népeségből.

Oláh és Vásárhelyi /1970/ összehasonlító táptalaj vizsgálatokat végeztek. Megállapították, hogy a szaprofiták mennyiségi meghatározására a sok szervesanyagot tartalmazó táptalajok közül a nátrium-kazeinatos táptalaj a legalkalmasabb /ezen nő ki a legtöbb baktériumtelep/. Az erősen szennyezett vizeknél azonban még indokolt a nutri-ent agar használata is.

#### 4. Eredmények

##### 4.1. Rendszeres vizsgálatok a Kiskörei Vizlépcső térségében 1974-1976 között

A Tisza Tiszacsege-Tiszaroff /1974-1976/, valamint Tiszakeszi-Tiszaroff /1975-1976/ közötti duzzasztott szakaszának havonkénti és kéthetenkénti bakteriológiai vizsgálatával az volt a célunk, hogy állapotfelmérést és adatgyűjtést végezzünk a tározó feltöltése előtti időszakban.

Az azonos mintavételi helyekről különböző időben és eltérő vízjárási viszonyok között vett mintákkal a változások milyenségéről és gyakoriságáról kívántunk képet kapni.

A levonuló viztestek minőségétől függően a legkülönbözőbb vízminőségi állapotokat tudtuk tanulmányozni. Az adatok alapján elemezhetjük a duzzasztás hatását a Tisza bakterioplanktonjára.

##### 4.1.1. A Tisza bakterioplanktonja 1974-ben

A bakterioplankton mennyiségi viszonyainak jellemzéséhez elengedhetetlenül fontos néhány szót szólni a vizsgálati periódus vízjárásáról és a lebegőanyag mennyiségének alakulásáról.

1974-ben a rendkívüli időjárás hatására létrejött igen szélsőséges vízjárás volt jellemző. Az enyhe lefutású télvégi-tavaszi áradást egy időben eltolódott /május-közepe - július vége/ zöldár követte, melynek maximális vízhozama 2.670 m<sup>3</sup>/sec, maximális lebegőanyag tartalma 550 mg/l volt Kiskörénél /vö. 3. ábra/. Augusztus-szeptemberre rövid kisvízi időszak volt jellemző. Az őszi leveles ár, az év legnagyobb árhullámának levonulását eredményezte a Tiszán október eleje-december eleje között /vö. 3. ábra/.

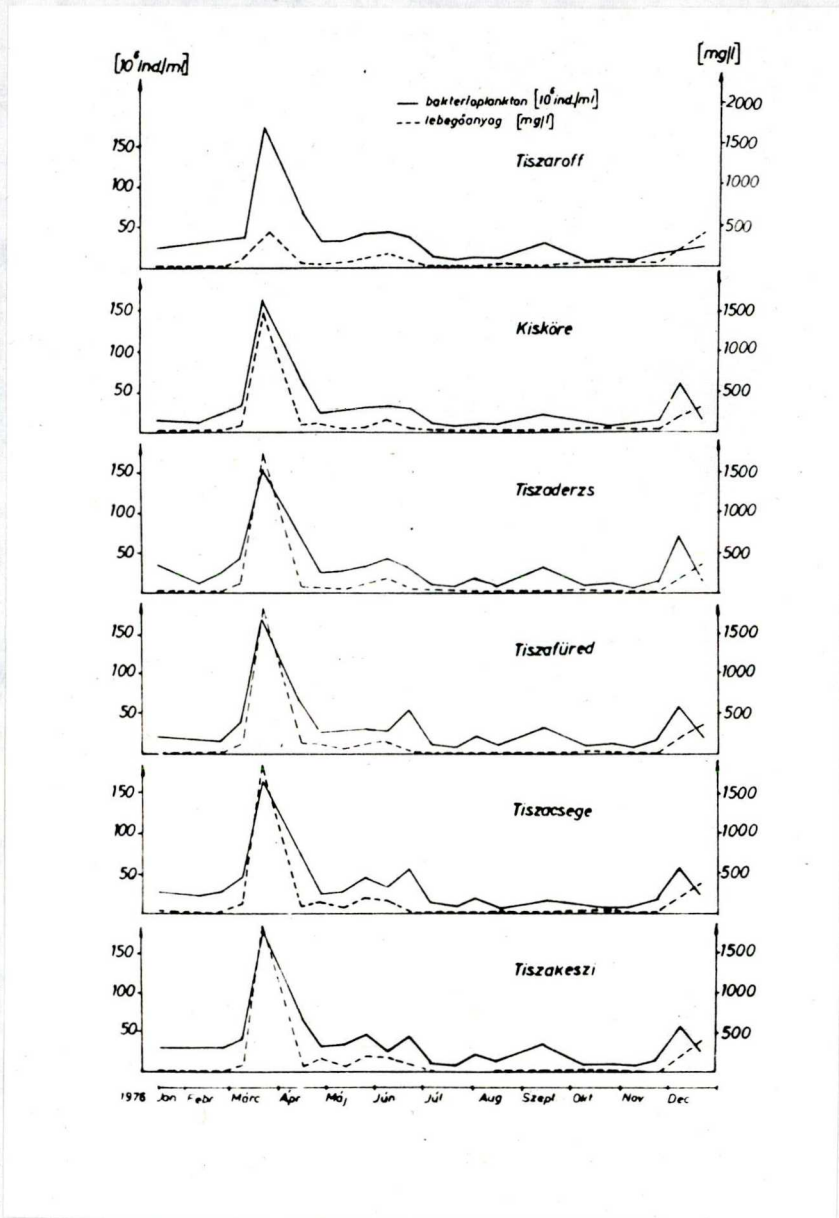
A bakterioplankton mennyiségi viszonyait /4. ábra/ a Tisza vízgyűjtő területéről a különböző vízjárású időszakokban érkező víztömegek mennyiségi és minőségi viszonyai határozták meg.

A februárban levonuló télvégi-tavaszi áradás egy- a Tiszára jellemző közepes  $40-52 \cdot 10^6$  ind/ml összes baktériumszámot eredményezett a Tiszacsege-Tiszaroff közötti szakaszon /vö. 4. ábra/. Az ezt követő és rövid ideig tartó duzzasztás alatt számuk  $10,7-13,6 \cdot 10^6$  ind/ml-re csökkent. Május közepén a több kisebb árhullámmal induló zöldsár a bakterioplankton mennyiségének fokozatos emelkedését okozta /70-87- $\cdot 10^6$  ind/ml/.

A baktériumszám maximumai az egyes mintavételi helyeken különböző időpontokra estek. Ez minden bizonnyal arra vezethető vissza, hogy az egymást követő kisebb árhullámoknak - mintavételi helyenként - a felszálló vagy leszálló ágából származott a minta. A baktériumszám maximuma kb.  $800 \text{ m}^3/\text{sec}$  vízhozamnál volt Kiskörénél /87  $\cdot 10^6$  ind/ml/, az árhullám tetőzésekor azonban /2.600  $\text{m}^3/\text{sec}$ / már csak  $38 \cdot 10^6$  ind/ml-t találtunk.

Julius második felében, az árhullám leszálló ága végén ismét emelkedést tapasztaltunk /57-78  $\cdot 10^6$  ind/ml/, mintavételi helyenként nagy ingadozással. Ez a jelenség az áradás végén a hullámtérről az élő mederbe visszafolyó víz hatásának tulajdonítható.

Az augusztus-szeptemberi rövid kisvízi időszakban viszonylag kiegyenlítődött a duzzasztott szakasz baktériumtartalma, majd a víz hőmérsékletének csökkenésével a bakterioplankton sűrűsége is lecsökkent  $13-18 \cdot 10^6$  ind/ml-re.



4. ábra: A Tisza összes bakterioplanktonjának és lebegőanyag tartalmának alakulása 1974-ben a folyó Tiszacsege-Tiszaroff szakaszán

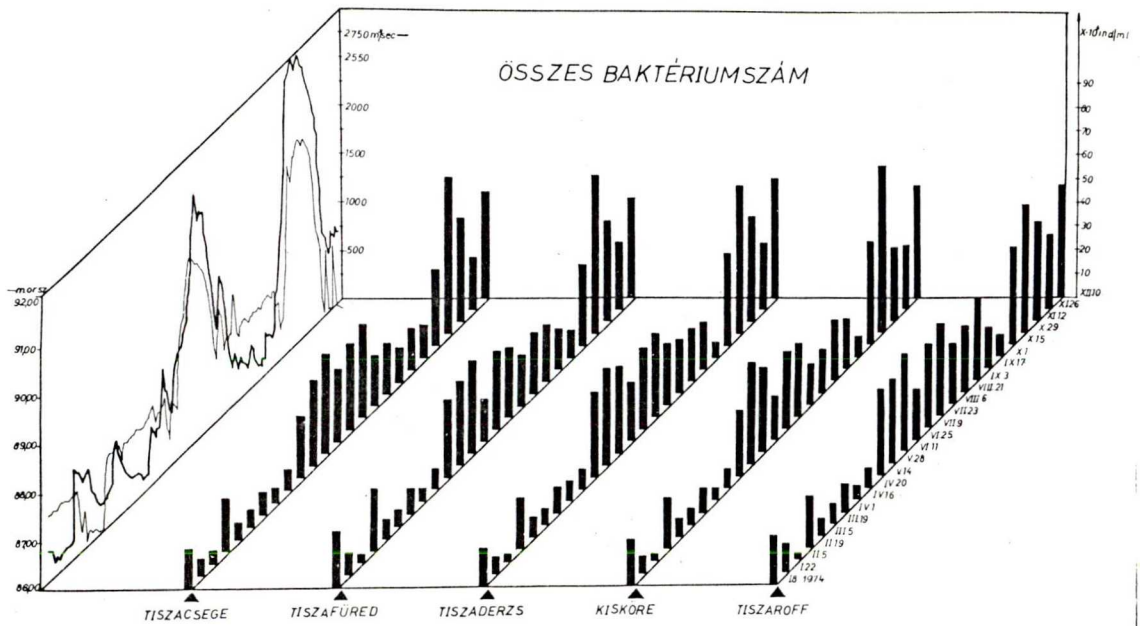


Az őszi, magas szerves anyag tartalmu levelesár a baktériumszámot  $10^8-141 \cdot 10^6$ -ra emelte. Ez az árhullám a bakterioplankton változásának hasonló tendenciáját mutatta, mint a nyári áradás, csak sokkal nagyobb volt a baktériumszám. A nagy értékek a hirtelen jött kiadós őszi esőzések által kimosott talajbaktériumok mennyiségéből adódhattak. A hullámtérről visszafolyó víz nagy baktériumtartalma miatt a decemberi mintavétel során egy újabb maximumot mértünk  $/84-100 \cdot 10^6$  ind/ml/.

1974-ben két igen magas vízhozamu árhullám vonult le a Tiszán, mely  $2.670$  m<sup>3</sup>/sec és  $2.960$  m<sup>3</sup>/sec-al tetőzött. Mindkét esetben a levonuló hatalmas víztömeg bakterioplanktonjának alakulása hasonló tendenciát mutatott, de az eredmények mennyiségi vonatkozásban eltérőek voltak.

Míg a zöldár levonulása során  $85-72 \cdot 10^6$  ind/ml maximális baktériumtartalmat mértünk, addig az őszi áradáskor  $10^9-141 \cdot 10^6$  ind/ml-t. Az első áradás a hótakaró lassu olvadásának volt a következménye, a második pedig a Tisza felső vizgyűjtőjére hulló nagy mennyiségű csapadék hatására jött létre. Ez - az egyébként hirtelen növekvő sebességgel jövő levelesár - sokkal nagyobb tömegű baktériumot mosott be a vizgyűjtő területről, mint az előbbi /5. ábra/.

Az év folyamán több, m rövid ideig tartó duzzasztásos időszak volt. Minden esetben a duzzasztómű felé közeledve csökkenő tendenciát mutató baktériumszámot regisztráltunk. A lebegőanyag tartalom változása is hasonló volt. A jelenség a duzzasztás hatásával magyarázható.



5. ábra: A Tisza összes baktériumszámának alakulása a folyó vízhozamának tükrében 1974-ben

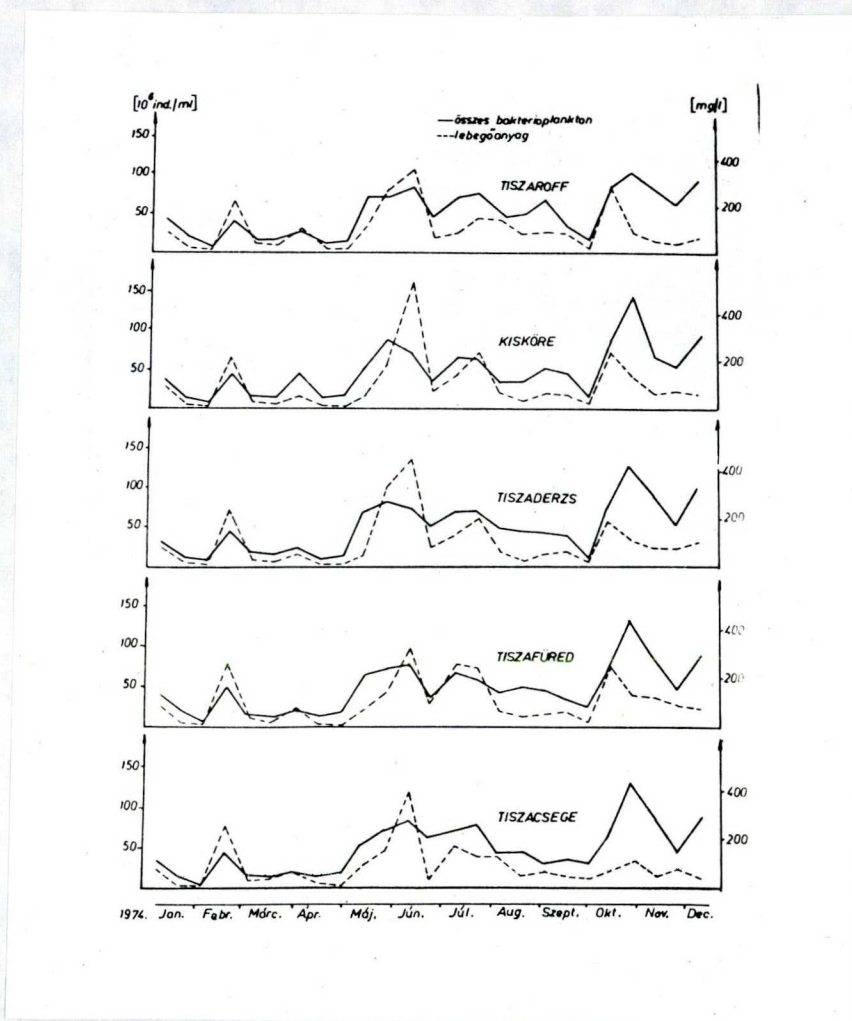
#### 4.1.2. A Tisza bakterioplanktonja 1975-ben

1974. decemberében, 1975. januárjában igen enyhe, csapadékszegény időszak volt.

Az enyhe időjárás hatására rohamos hóolvadás indult meg, mely januárban gyors lefutású áradást eredményezett. Csaknem másfél hónapi duzzasztás után, március elején megindult a zöldár levonulása, melynek első szakasza március közepén  $920 \text{ m}^3/\text{sec}$ -al, a második pedig  $2.230 \text{ m}^3/\text{sec}$ -al tetőzött Kiskörénél. Ez a zöldár jelentette az 1975-ös év nagy áradását. A nyári és őszi változékonny időjárásnak megfelelően gyakran vonultak le kisebb árhullámok, de vízmennyiségük nem volt számottevő. A "kisvizi időszak" csak szeptember végétől október közepéig tartott.

A Tisza 1975. évi bakteriológiai viszonyai az 1974. évben tapasztaltaktól eltérően alakultak /6. ábra/. A hóolvadásból származó árhullám baktériumtartalma  $88-97 \cdot 10^6$  ind/ml között változott, majd az alig több, mint egy hónapig tartó duzzasztás alatt  $17-20 \cdot 10^6$  ind/ml-re csökkent. A vizsgált folyószakaszon március-áprilisban levonuló zöldárt meglepően nagy sűrűségű bakterioplankton jellemezte. Április 8.-án  $178-193 \cdot 10^6$  ind/ml baktériumszámot rögzítettünk. A lebegőanyag értéke is  $400-850 \text{ mg/l}$  között változott. Ezzel a kora-tavaszi esőzésekből származó magas lebegőanyagtartalmu víztömeeggel nagy mennyiségű baktérium vonult le a Tiszán / $34,5 \text{ g/m}^3$ /.

A június-július-augusztusi időszak nagyon heterogén adatokkal jellemezhető,  $28-160 \cdot 10^6$  ind/ml összes baktériumszámot találtunk a vizsgált Tisza szakaszon /vö. 6. ábra/. A bakterioplankton mennyiségének nagy intervallumu változása több tényező eredője. Ebben a periódusban több, különböző vízhozamu /vö. 4. ábra/ árhullám vonult le.



6. ábra: A Tisza bakterioplanktonjának és lebegőanyag tartalmának alakulása 1975-ben a folyó Tiszakeszi-Tiszaroff közötti szakaszán

Mivel a folyómeder ebben az időszakban telítetlen volt, ezért a kicsi, vagy közepes vízhozamu víztestek viszonylag nagy sebességgel vonulhattak le. A gyorsan folyó víz a mederfenékről magas baktériumtartalmu üledéket kapott fel és juttatott a planktonba, ami esetenként hirtelen baktériumszám /és lebegőanyag tartalom/ emelkedést okozott.

A kisvízi időszak szeptember végétől október elejéig tartott, amely  $5-19 \cdot 10^6$  ind/ml-el jellemezhető. Az október végi kisebb árhullám csekély baktériumszám emelkedést okozott /19-26 ind/ml/. November elejétől december közepéig tartós duzzasztás volt. Ekkor a vizsgált Tisza szakasz bakterioplanktonja a mennyiségi viszonyokat tekintve homogénnek mondható, baktériumszáma alacsony, a duzzasztómű felé közeledve a csökkenő tendencia egyértelműen érzékelhető volt /vö. az alábbi táblázat/:

Időpont	Tiszakeszi	Tiszacsege	Tiszafüred	Tiszaderzs	Kisköre	Tiszaroff
X. 14.	19,3	12,0	10,9	8,1	5,1	13,2
XII.12.	23,0	18,1	16,8	13,8	9,4	11,9
XII.16.	-	13,4	10,3	9,9	8,6	11,9

Az adatokat  $X \cdot 10^6$  ind/ml-ben adtuk meg.

#### 4.1.3. A Tisza bakterioplanktonja 1976-ban

A Tisza 1976. évi vizjárása minden tekintetben az irodalmi adatoknak megfelelően alakult /Végyvári 1976./. Az általunk eddig vizsgált időszakhoz viszonyítva ennek az évnak az adatai tükrözték legjobban a Tiszára jellemző változásokat.

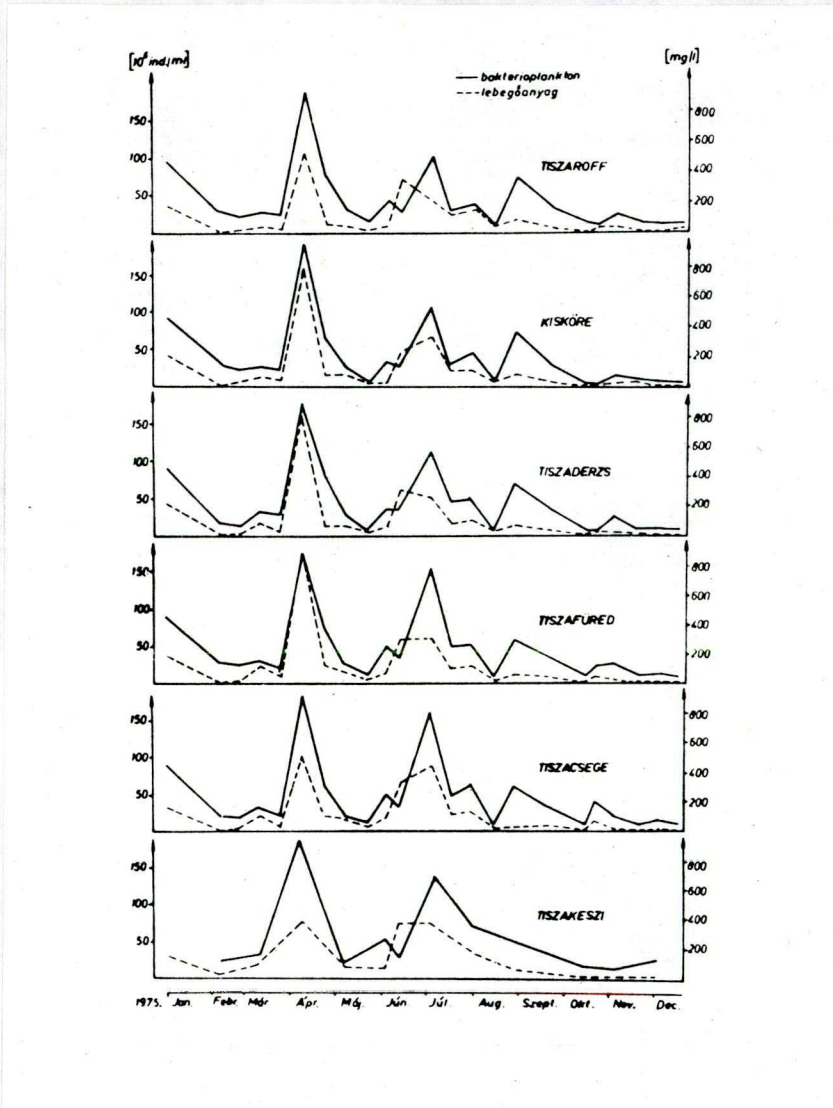
A télvégi-tavaszi áradás február közepétől március végéig tartott és viszonylag kis vízhozammal tetőzött. A zöldár közvetlenül a télvégi-tavaszi áradást követte, melynek maximális vízhozama 2.500 m<sup>3</sup>/sec volt. Ez - egyben az év legnagyobb áradását jelentő - periódus március végétől július elejéig tartott. A Tiszára jellemző nyári kisvízi időszak július-augusztus hónapban alakult ki, igen alacsony /70-280 m<sup>3</sup>/sec/ vízhozammal. A leveles ár szeptember elejétől november végéig tartott, amely ellaposodva jelentkezett több csekély vízhozamu /335-530 m<sup>3</sup>/sec/ árhullám eredőjeként. Decemberben egy Kiskőrénél 1.173 m<sup>3</sup>/sec-al tetőző áradás vonult le a Tiszán.

Ebben az évben is a folyó vizsgált szakaszának bakteioplanktonja a vízjárás függvényében változott. A csekély télvégi-tavaszi áradás a baktériumszámot kevésbé befolyásolta 14-43 · 10<sup>6</sup> ind/ml/, csak kismérvű emelkedést okozott /vö. 7. ábra/.

A minden átmenet nélkül jelentkező zöldár első felszálló ágában ismét igen nagy, 155-173 · 10<sup>6</sup> ind/ml baktériumszámot mértünk. A második két kisebb árhullám Tiszakeszinél és Tiszacsegénél még jól elkülönült egymástól, de Tiszaderzs-Tiszaroff között már szinte teljesen egybeolvadt, ahol már bakterioplanktonjuk sem különíthető el.

A július-augusztusi kisvízi időszak bakterioplanktonja 7-13 · 10<sup>6</sup> ind/ml-re csökkent. Ha egy-egy mintavételi hely adatait időrendi sorrendben tekintjük át ebben a periódusban - a viszonylag állandó vízhozam ellenére - bizonyos mértékű baktériumszám emelkedés tapasztalható /vö. táblázatok/. Ez a vízhozamtól független baktériumszám növekedés már a Tisza saját baktériumplanktonjára jellemző értékek maximuma. Ezt alátámasztja az a tény is, hogy ebben az időszakban a lebegőanyag mennyisége is elhanyagolható volt.





7. ábra: A Tisza bakterioplanktonjának és lebegőanyag tartalmának alakulása 1976-ban a folyó Tiszakeszi-Tiszaroff szakaszán



Az őszi áradás során - adataink szerint - baktériumszegény viz vonult le a Tiszakeszi-Tiszaroff közötti Tisza-szakaszon /természetesen csak a Tiszára jellemző adatokhoz viszonyítva/. Ennek oka valószínűen az, hogy a minták az egyébként is kis vízhozamu árhullámok leszálló ágából származtak. A decemberi áradás az összes baktériumszám közepes mértékű emelkedését okozta 57-74  $\cdot 10^6$  ind/ml értékeket kaptunk az árhullám felszálló ágában december 7-én, melyek december végére /egyben az áradás végére is/ 15-25  $\cdot 10^6$  ind/ml-re csökkentek.

#### 4.2. A bakterioplankton naponkénti változásai a Tisza kiskörei szelvényében /404 fkm/

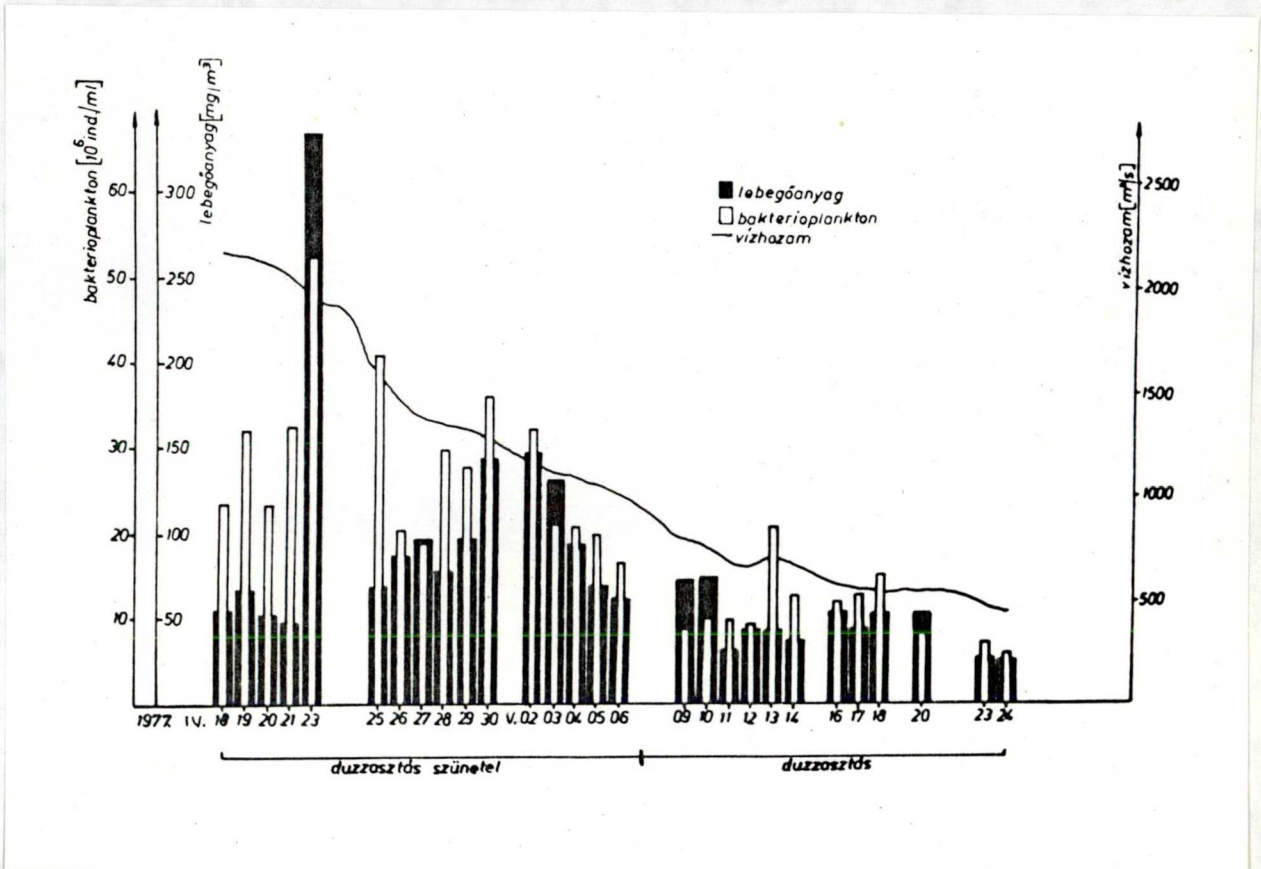
1977-ben két alkalommal naponkénti vizsgálatokkal követtük a víz baktérium tartalmának változását a Tisza kiskörei szelvényében /404 fkm/.

a./ Tavasszal /április 18.-május 24-ig/ a zöldár leszálló ágában /2.100-440  $\text{m}^3$ /sec vízhozamcsökkenés mellett/ vizsgáltuk a bakterioplankton mennyiségi viszonyait /vö. 8. ábra/.

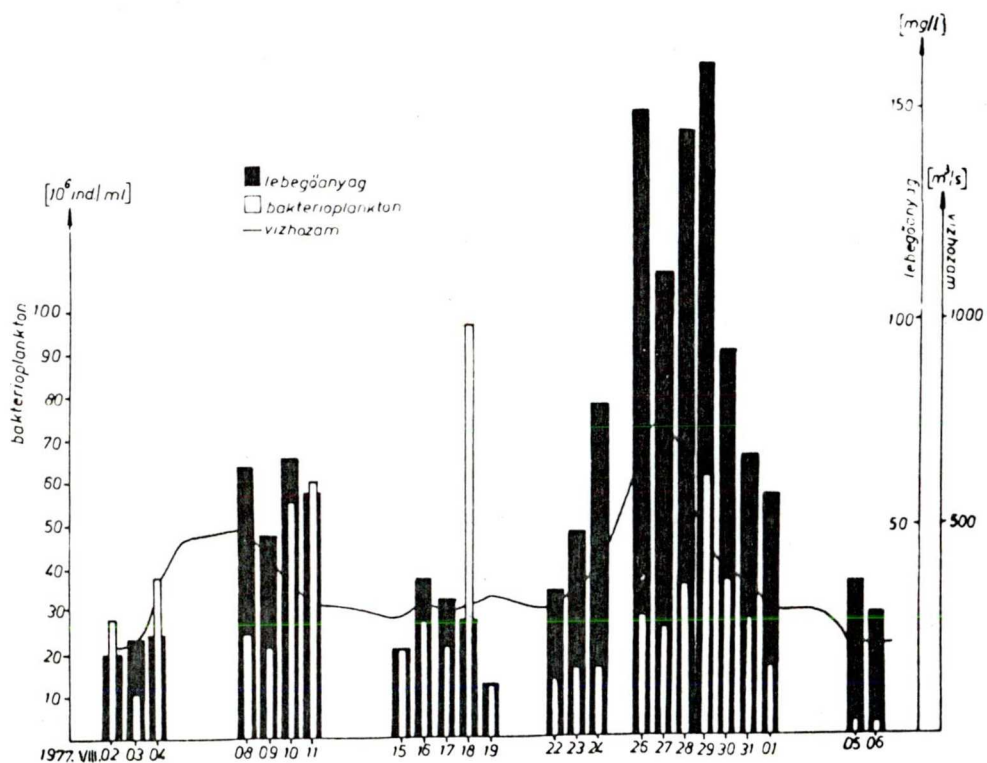
b./ Nyár végén /augusztus 2-től szeptember 6-ig/pedig egy kisebb áradással megzavart kisvízi időszakban. Ez az időszak 240-750  $\text{m}^3$ /sec közötti vízhozammal volt jellemezhető /vö. 9. ábra/.

A tavaszi vizsgálat során jól látható volt, hogy a baktériumszám az árhullám leszálló ágában csökkenő tendenciát mutat, kisebb-nagyobb egyedszám ingadozással. Hasonló tendenciát követ a lebegő anyag változása is. A hullámtérről visszafolyóvíz több ütemben néhány napra ismét emeli a víz baktériumtartalmát.





8. ábra: A Tisza bakterioplanktonjának rövidperiódusu változása 1977. április 18. és május 24. között Kiskörénél



9. ábra: A Tisza bakterioplanktonjának rövidperiódusú változása 1977. augusztus 2. és szeptember 6. között Kiskörénél

A duzzasztás megkezdésével fokozatosan stabilizálódik a víz bakterioplanktonja. A naponkénti kisebb ingadozások az egymás után érkező eltérő víztömegek következménye.

Az augusztus-szeptemberi vizsgálatok egy kisebb árhullám okozta változások követésére adtak lehetőséget.

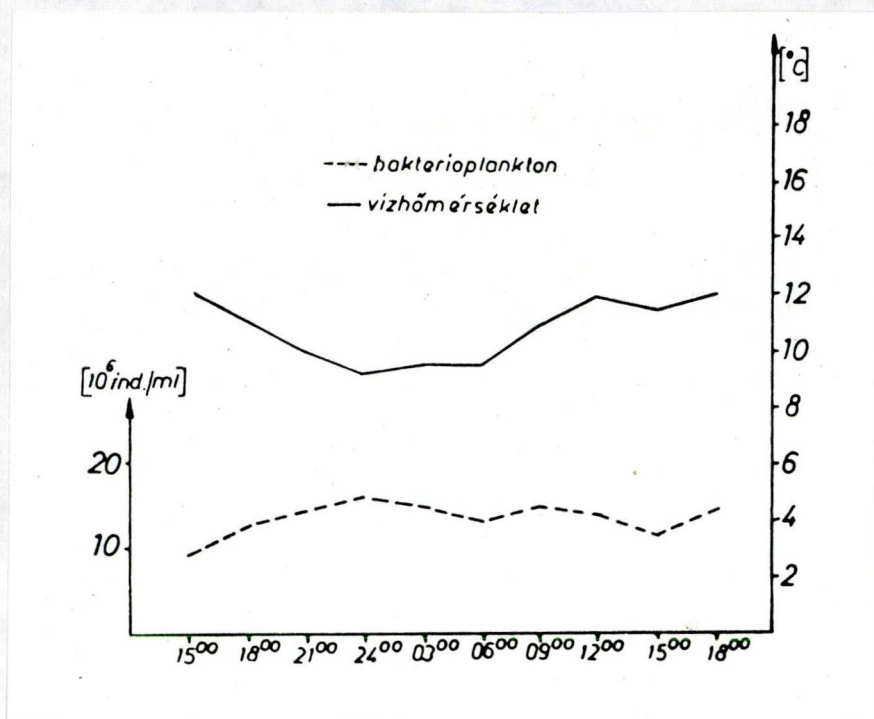
#### 4.3. A bakterioplankton napszakos változásai a kiskörei szelvényben

A folyóvizek kutatásánál a napszakos vizsgálatok valamely mintavételi hely keresztshelvényében átfolyó, egymást követő víztömegek nagyságáról és milyenségéről tájékoztatnak.

A folyó kiskörei szelvényének napszakos változásait két alkalommal 3 óránként végzett 24 órás vizsgálat során tanulmányoztuk 1974. április 23-24-én 300 m<sup>3</sup>/sec átlagos vízhozam, 1974. augusztus 14-15-én pedig 460 m<sup>3</sup>/sec átlagos vízhozam mellett.

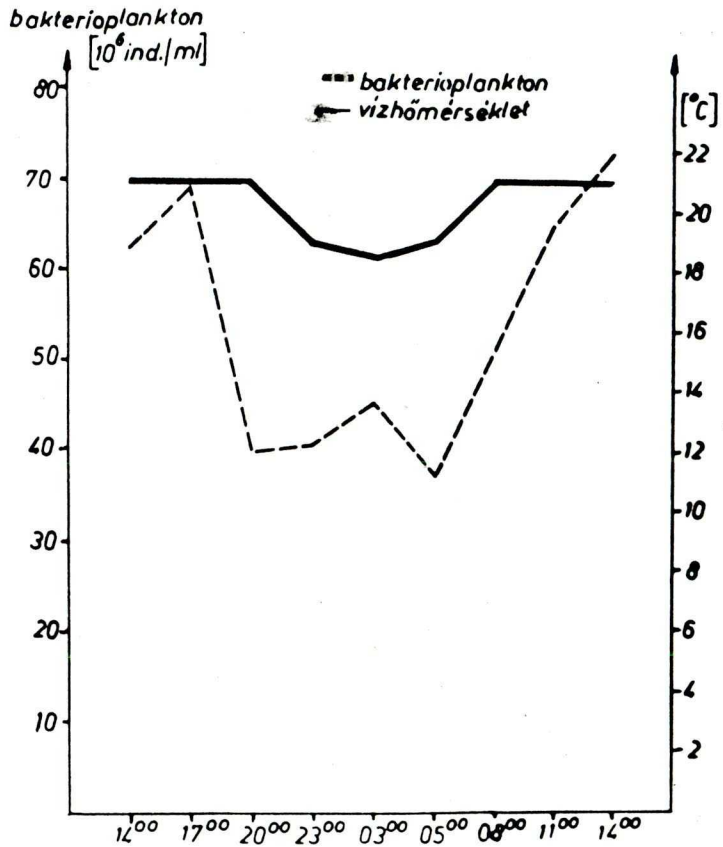
Megállapítható, hogy kis /300 m<sup>3</sup>/sec/ vízhozam esetén a folyó bakterioplanktonjának napszakos változása viszonylag szűk intervallumon belül /9,9-15,9 · 10<sup>6</sup> ind/ml/ marad /10. ábra/. Az augusztusi /560 m<sup>3</sup>/sec/ vízhozam mellett már a napszakos n változások /11. ábra/ tekintélyesek /37,7-73,0 · 10<sup>6</sup> ind/ml/. A három óránként vett minták bakterioplankton adatai a vizsgálati hibánál lényegesen tágabb határok között változtak. A duzzasztóműtől különböző távolságra kijelölt mintavételi helyeken a duzzasztás, az egymást követő víztömegek és a helyenként eltérő mértékű keveredés hatásának eredményeként a kapott heterogén adatok is bizonyítják, hogy a folyó különböző szakaszainak megbízható jellemzéséhez megfelelően és tervszerűen megválasztott mintavételi gyakoriságra van szükség.





10. ábra: A Tisza bakterioplanktonjának napszakos változása 1974. április 23-24-én a kiskörei mintavételi helyen





11. ábra: A Tisza bakterioplanktonjának nap-  
szakos változása 1974. augusztus  
14-15-én a kiskörei mintavételi he-  
lyen /404 fkm/

#### 4.4. A baktériumok vertikális eloszlása a kiskörei szelvényben

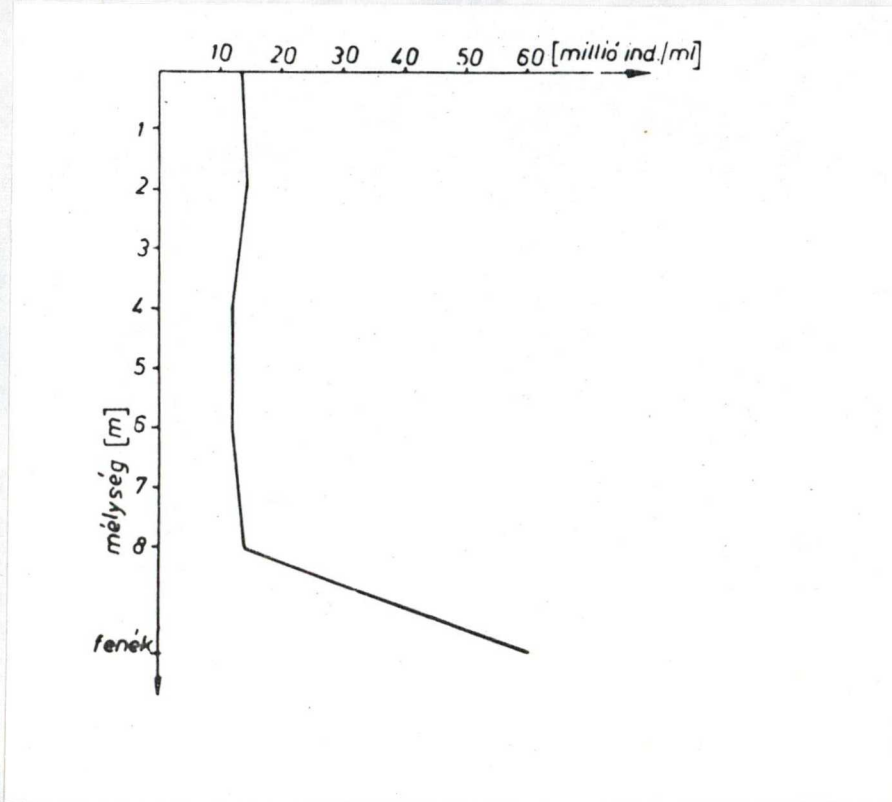
A baktériumok vertikális elterjedéséről kevés irodalmi adat áll rendelkezésünkre. Kuznyecov /1959/ összefoglaló munkájában kiemelte, hogy a vertikális elterjedés a tó jellegétől és az évszaktól függően igen változatos. Rétegzett tavakban a heterotróf baktériumok egyedsűrűsége legnagyobb a felszíni és az alatti vizrétegekben /Potter és Baker 1961/. A Balaton bakterioplanktonjának vertikális elterjedésére az egyenlőtlen eloszlás jellemző /Oláh 1969/. A folyóvízi adatok hiányosak.

A Tisza kiskörei mintavételi szelvényében /1974/ április 8-án kis vízhozamnál /320 m<sup>3</sup>/sec/ a folyó sodorvonalából, különböző mélységből /felszínről 2, 4, 6, 8 méteres mélységből és a fenékközeli régióból/ vettünk mintákat.

A folyó 8 méteres mélységéig többé-kevésbé egyenletes volt az eloszlás /vö. 12. ábra/, a baktériumszám 12-14 · 10<sup>6</sup> ind/ml között ingadozott. A fenékközeli régióban azonban 60 · 10<sup>6</sup> ind/ml egyedszámot mértünk. Ez a magas érték a fenékközeli régió élénk bakteriális tevékenységére utal.

#### 4.5. Bakterioplankton vizsgálatok a Tisza hossz-szelvényében

A folyók egy bizonyos szakaszának megismeréséhez elengedhetetlenül fontos az egész folyó alapvető sajátosságainak az ismerete. A folyóvíz kutatást azonban rendkívül megnehezíti, hogy különböző hatások eredőjeként /áradás, duzzasztás, mellékfolyók/ eltérő tulajdonságú víztestek vonulnak le egy adott szelvényben.



12. ábra: A Tisza bakterioplanktonjának vertikális eloszlása a kiskörei mintavételi helyen /4o4 fkm/

A víztest valamely álló vagy mozgó víztömegnek többé-kevésbé elkülönült része, amely vizi környezetétől mechanikai, fizikai, kémiai és biológiai sajátágaiban bizonyos mértékben eltér. A meteorológiában az időjárás előrejelzése szerkesztésében régóta használatos fogalom a "légtest" vagy "légtömeg", amellyel a különböző levegőfajtákat jelölik.

A Tisza a folyóvizek között egy különleges helyet elfoglaló vizi élőhely. A legkülönbözőbb természetes és mesterséges hatásoknak van kitéve, melynek következtében hidroökológiai jellemzői rövid időn belül megváltozhatnak. Ezért látszott szükségesnek a folyó magyarországi szakaszán hossz-szelvény vizsgálatokat végezni. Az ilyen jellegű vizsgálatoknak az az előnye, hogy

- egy adott vízjárás mellett tulajdonképpen egy víztest változásait lehet figyelemmel kísérni;
- ki lehet mutatni a mellékfolyók, a folyót érő nagyobb szennyezések /pl. szennyviz, hó stb./ és a duzzasztások hatását;
- az azonos körülmények között vett minták paramétereit egyértelműben hasonlítható össze.

Hátránya, hogy csak egy adott vízjárást jellemez.

A folyó hidroökológiai törvényszerűségeinek feltárása az eltérő vízjárási körülmények között /áradás, felszálló, leszálló ág, tetőzés, kisvíz, középvíz, nagyvíz idején stb./ végzett hossz-szelvény vizsgálatok eredményei alapján lehetséges. Ilyen esetben egy levonuló víztömegben a különböző hatások eredőjeként végbemenő folyamatokat lehet elemezni. Megbízható eredményt azonban úgy kapunk, ha az adott vízjárás mellett a vizsgálatra kiválasztott víztesttel együtt lehet haladni. Ehhez a vízsebesség ismerete mellett /Végyvári 1976/ jó technikai felkészültség szükséges.

A Tiszán először 1974. március 22-23-án végeztünk hossz-szelvény vizsgálatokat a 397-177 fkm között. Ez a vizsgálat csak tájékoztató jellegű volt, a körülmények még nem tették lehetővé a minden elvárásnak megfelelő vizsgálat kivitelezését, még nem tudtunk a vízsebességgel megfelelően haladni.

1975-ben két, a Tiszára legjellemzőbb vízjárású időszakban, a tavasz végi, nyár eleji zöldsár idején és a nyárvégi, alacsony vízállásnál végeztünk vizsgálatot. Az árvizes vizsgálat sorozatot június 8-16-ig bonyolítottuk le /757-173 fkm között/, míg a kisvizes vizsgálat sorozatra szeptember 18-27-ig került sor /549-168 fkm között/.

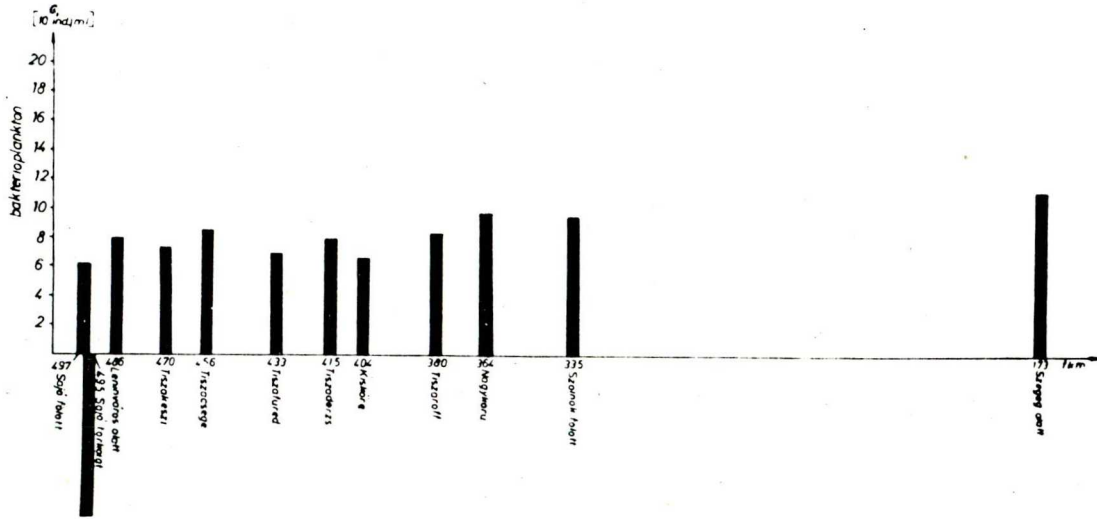
1977-ben ismét végeztünk egy hossz-szelvény vizsgálatot, augusztus 21. és augusztus 28. között a folyó magyarországi szakaszán /717-164 fkm/.

#### 4.5.1. Hossz-szelvény vizsgálatok a Tisza magyarországi szakaszán 1974. évi hossz-szelvény vizsgálat

Az 1974. március 22-23-án lebonyolított hossz-szelvény vizsgálatot a 497 fkm /Sajó feletti/ és a 197 fkm közötti /Szeged alatti/ szakaszon végeztük, kisvizi időszakban. Ekkor a folyó lebegőanyag tartalma 17,4-23,6 mg/l között ingadozott.

A vizsgálatok során a Tisza bakterioplanktonjára vonatkozóan a folyóra hidegebb, kisvizi időszakban jellemző értékeket kaptunk: 6,12-11,58  $\cdot 10^6$  ind/ml között változott a folyó összes baktériumszáma. A 13. ábrából látható, hogy a bakterioplankton mennyiségének ingadozása csekély volt, csaknem azonos sűrűségű baktériumtömeg vonult le a Tiszán.





13. ábra: A bakterioplankton változása a Tisza hosszszelvényében 1974. március 22-23. között

A Sajó a szennyező hatását érezteti, de a Tisza nagymérvű természetes tisztuló képessége miatt rövid idő után helyreáll az eredeti állapot. A Kiskörei Duzzasztómű felé közeledve csökkenő tendencia mutatkozik, az egyik legalacsonyabb értéket Kiskörénél /404 fkm/ mértük /6,54 · 10<sup>6</sup> ind/ml/. A duzzasztómű után megemelkedik a baktériumszám a fölkevert víztömeg hatására. Szeged felé haladva további növekedést tapasztaltunk.

### 1975. évi hossz-szelvény vizsgálatok

Az 1975. évi áradásos időszakban végzett /június 8.-16./ vizsgálatssorozat célja, egy hidrológiailag jól elkülöníthető árhullám végigkísérése volt.

Olyan áradást kellett kiválasztani, amelynek vízhozama a kiskörei szelvényben nem éri el az 1.000 m<sup>3</sup>/sec-ot. Ezt abból a megfontolásból tettük, hogy se a tiszalöki, se a kiskörei duzzasztást ne kelljen még megszüntetni, és így lehetőség nyíljon a vizlépcső hatásának érvényesülésére, annak kimérésére.

A Tisza vízhozamát a vizsgálat során a mellékfolyók vízmennyisége állandóan módosította. Így a Szamos fölötti 211 m<sup>3</sup>/sec-os vízhozamu Tisza 1.662 m<sup>3</sup>/sec vízhozammal hagyta el az országot. A vízhozam emelkedések a mellékfolyók sorrendjében az alábbiak szerint alakultak: a Szamos fölötti 211 m<sup>3</sup>/sec vízhozamu Tisza a Szamos torkolat után 392 m<sup>3</sup>/sec-ra, a Bodrog alatt 585 m<sup>3</sup>/sec-ra, a Sajó alatt 711 m<sup>3</sup>/sec-ra, a Zagyva alatt 810 m<sup>3</sup>/sec-ra, a Kőrös alatt 932 m<sup>3</sup>/sec-ra és végül a Maros alatt 1.662 m<sup>3</sup>/sec-ra módosult /Beszámoló 1975/.

A Tisza felső szakaszának lebegőanyag tartalma igen magas volt /370-550 mg/l/, amely a Szamos nagy lebegtetett hordalékának /1.273 mg/l/ következménye. Mindkét vizlépcső felé haladva az ülepedés érzékelhető, végül az alsó szakaszon a Maros 436 mg/l-es lebegő anyag tartalma ismét módosította a tiszai viszonyokat /Ádamosi et al. 1978/.

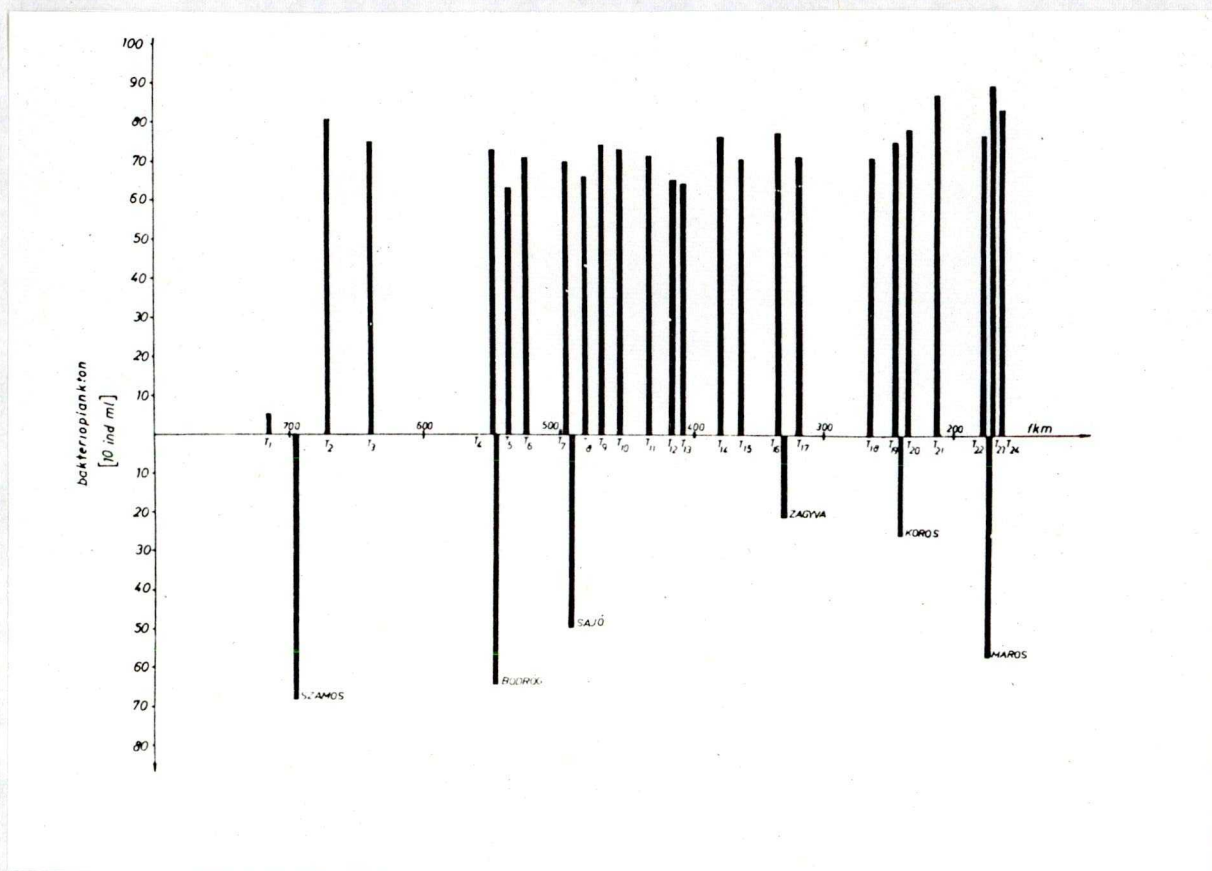
Az áradáskor lebonyolított hossz-szelvény vizsgálat során a Tisza összes bakterioplanktonjának vizsgálata magas értékeket eredményezett. A Felső-Tiszán /718 fkm/ mért adatokon kívül a folyó hossz-szelvényében 64,6-92,3  $\cdot 10^6$  ind/ml baktériumszámot mértünk.

A Felső-Tisza Tivadarnál /718 fkm/ még csekély baktériumtartalmu. A Szamos jelentős lebegőanyag tartalmu vize igen sok baktériumot szállít, /71,4  $\cdot 10^6$  ind/ml/ vö. 14. ábra/, melyek a vizgyűjtő jellegéből adódóan valószínűen talajból kimosott baktériumok lehetnek. Számuk a lebegtetett hordalék lassu kiülepedésével együtt csökken a Tiszalök előtti térségig /64,6  $\cdot 10^6$  ind/ml/.

A tiszalöki duzzasztómű előtt emelkedett a baktériumszám. Ennek oka az volt, hogy a duzzasztómű, üzemeltetésével kapcsolatos munkálatok miatt, vizet engedett el /50 cm-el csökkentették a felvizi vízszintet nyolc óra alatt/.

A Bodrog az 550 fkm-nél, a Sajó pedig a 496 fkm-nél ömlik a Tiszába. Ugy tűnik, hogy a vizsgált áradásos időszakban mindkét folyó inkább hígító, mint szennyező hatással van a Tisza bakterioplanktonjára, amit az alábbi táblázat szemléltet:

Mintavételi hely		Lebegőanyag mg/l	Bakterioplankton $10^6$ ind/ml
Tisza	549 fkm	469	74,0
Bodrog	1 fkm	42	65,7
Tisza	537 fkm	198	64,6
Tisza	497 fkm	463	71,4
Tisza	481 fkm	450	67,9
Sajó	1 fkm	221	51,2



14. ábra: A bakterioplankton mennyiségének változása a Tisza hossz-szelvényében 1975. június 8-16. között áradásos időszakban.

A Sajó vizének nagy szervesanyag-tartalmát  $KOI_{sMn} = 27,35 \text{ mg/l}$  azonban csak lassan tudta a Tisza baktériumflórája lebontani, annak ellenére, hogy a bakterioplankton mennyisége, már a 470-fkm-re visszaállt a vizsgált víztest jellemző értékére  $75,9 \cdot 10^6 \text{ ind/ml}$ . A 470 fkm-től /Tiszakeszitől/ a kiskörei duzzasztóműig /404 fkm/ a baktériumszám lassu csökkenését figyelhettük meg  $75,9-66,6 \cdot 10^6 \text{ ind/ml}$ .

Az adatokból az látszik, hogy közepes áradás ellenére is érvényesült a duzzasztás baktériumszám csökkenő hatása.

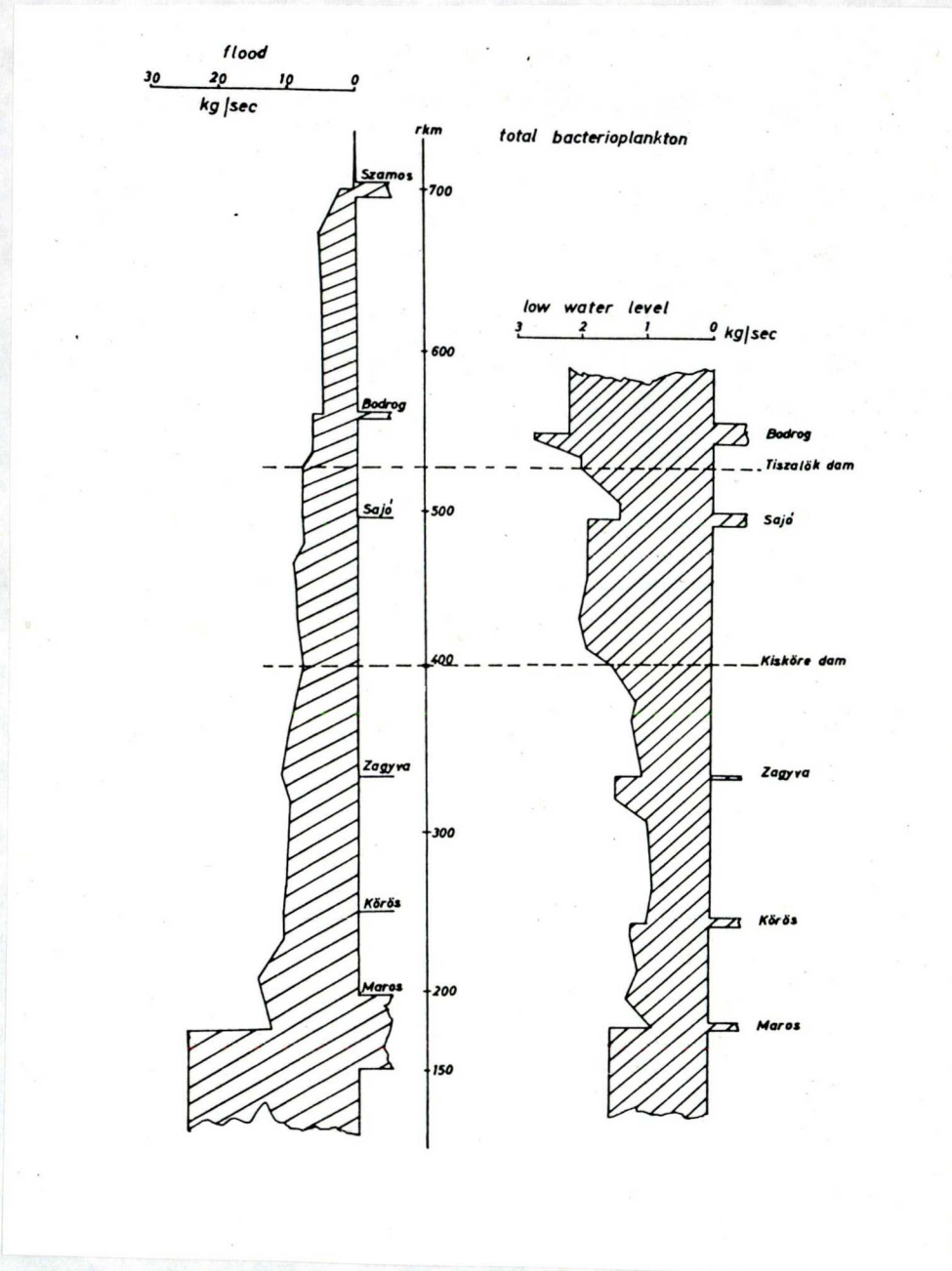
A Kiskörei Vizlépcső után a bakterioplankton mennyisége ismét növekedett. Lefelé haladva a folyó szelvényében további fokozatos baktériumszám emelkedés tapasztalható. A Kőrös, melyen a vizsgálat idején vízvirágzás volt, kissé megemelte a Tisza bakterioplanktonját. A hordalékos Maros /436 mg/l/ is baktériumszám növekedést okozott /vö. 14. ábra/.

A júniusi áradásos időszakban végrehajtott hossz-szelvény vizsgálat anyagáram értékei is nagyok /vö. 15. ábra/. A folyó hossz-szelvényében lefelé haladva kisebb ingadozásokkal a baktérium biomassza fokozatos nagyobbodása tapasztalható /2-25 kg/sec/.

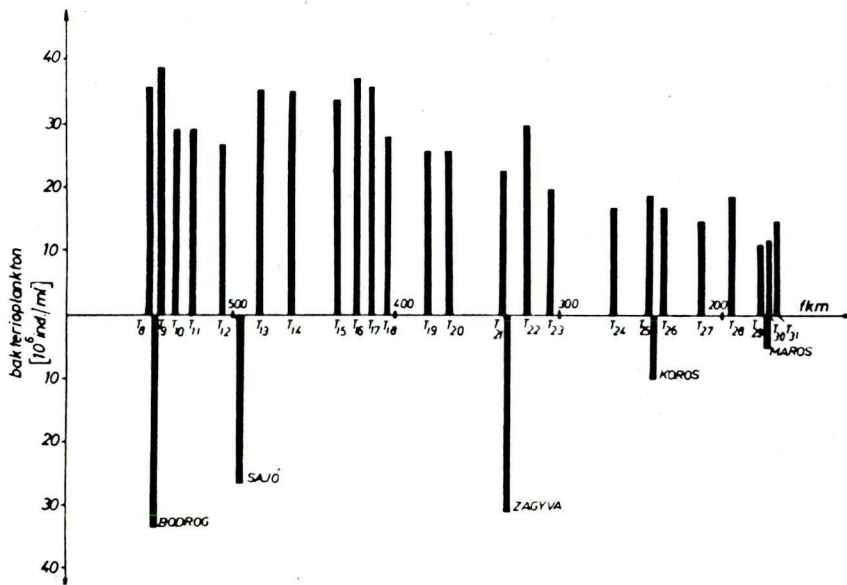
Az 1975. évi kisvízi időszakban /szeptember 18-27-ig/ lebonyolított hossz-szelvény vizsgálat célja az előzőhöz hasonló, ezt azonban áradás mentes időszakban végeztük. Ezt a vizsgálat sorozatot - technikai akadályok miatt - az 549-168 fkm között hajtottuk végre, a vízhozama  $242 \text{ m}^3/\text{sec}$  /Bodrog felett/ -  $550 \text{ m}^3/\text{sec}$  /Szeged alatt/ között változott.

A lebegőanyag tartalom alacsony volt, 25-55 mg/l közötti értékeket mértünk. A duzzasztóművek felé haladva, összességében a Tisza hossz-szelvényében lefelé haladva csökkenő tendenciát mutatott.





15. ábra: A baktériumbiomassza alakulása a Tisza hossz-szelvényében 1975-ben baloldali ábra: áradásos időszakban, jobboldali ábra: kisvizes időszakban



16. ábra: Az összes bakterioplankton változása a Tisza hossz-szelvényében 1975. szeptember 17-27. között kisvizes időszakban

A kisvizi időszakban - kisebb lebegőanyag tartalom ellenére - nagyobb összes baktériumszám értékeket kaptunk, mint az 1974-es hossz-szelvény vizsgálat során /vö. táblázatok/. Míg 1974. márciusában  $6,12-11,56 \cdot 10^6$  ind/ml értékeket mértünk, 1975. szeptemberében  $12,27-38,2 \cdot 10^6$  ind/ml között változott /vö. 16. ábra/ az összes bakterioplankton mennyisége. Ennek okát a hőmérsékletbeli különbségben kereshetjük. Az 1974-es vizsgálat során  $8-10$  C° volt a vizsgált víztest hőmérséklete, 1975. szeptemberében pedig  $17,9-22,0$  C° között változott. Ez utóbbi, a  $20-22$  C° közötti hőmérséklet optimális a baktériumok számára. A 16. ábrából jól látható a két duzzasztómű hatása. A tiszalöki és a kiskörei vízlepcső felé közeledve egyaránt jól érzékelhető a baktériumok számának csökkenése.

A kisvizes vizsgálatssorozat idején kapott adatok jól tükrözik a mellékfolyók hatását. A Bodrog, a Sajó, a Zagyva és a Maros esetében egyaránt a szennyező hatást figyelhettük meg.

A 16. ábrából kivehető a vizsgált folyószakasz közép /594-104 fkm ill. 404-244 fkm/ és alsó /244-164 fkm/ szakasz jellege is.

A kereszt-szelvényben áthaladó baktérium biomassa értékei a vizsgálat során  $0,8-2,7$  kg/sec között változtak. A baktérium biomassa áramlását a folyó hossz-szelvényében a 15. ábra szemlélteti.

#### Az 1977. évi hossz-szelvény vizsgálatok

Az 1977. évi hossz-szelvény vizsgálatot is kisvizi időszakban végeztük, augusztus 21-28-ig. A Tisza 717-164 fkm-es szakaszán,  $300-700$  m<sup>3</sup>/sec /Kiskörénél mért/ vízhozamingadozás mellett. A lebegtetett hordalék mennyisége a folyó szakaszjellegétől függően  $80-480$  mg/l között változott.

E hossz-szelvény vizsgálat során az összbaktériumszám és a baktériumbiomassza meghatározása mellett számoltuk a nátriumkazeinát és nutrient agaron tenyésztett mikroorganizmusok telepeit is.

A bakterioplankton és a biomassza mennyiségi viszonyait a 17. ábra szemlélteti, a szervesanyagbontók számának alakulásáról pedig a 18. ábra tájékoztat.

Az adatok alapján érzékelhető, hogy a Felső-Tisza viszonylag csekély  $35 \cdot 10^6$  ind/ml/ bakterioplanktonját a Szamos milyen nagymértékben növelte /vö. 17. ábra/. Ez a megemelkedett baktériumszám  $59-85 \cdot 10^6$  ind/ml/ jellemző a Tisza felső szakaszára Dombrádig /594 fkm/. A baktériumbiomassza maximuma ezen a folyószakaszon  $21,5 \text{ g/m}^3$ . A plankton nagyobb részét pálcikaformák alkották.

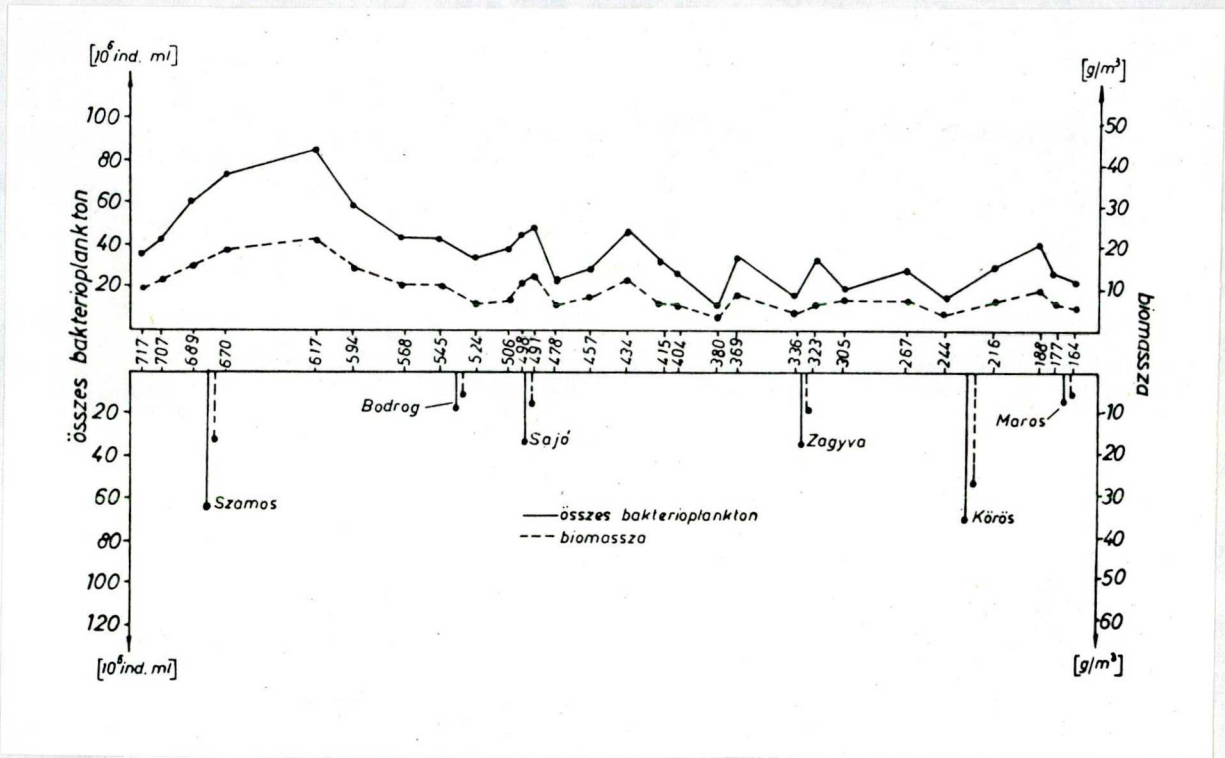
A nátriumkazeinát táptalajon számlált heterotrófok mennyiségének alakulása jól követi az összes bakterioplankton változásának tendenciáját, maximum: Na-kazeinaton:  $481 \cdot 10^3$ , nutrient agaron  $140 \cdot 10^3$  csira/ml.

A tiszalöki duzzasztómű felé közeledve a baktériumok mennyisége rohamosan csökken, ami a többi mért komponensnél is jól kivehető. Az 524 fkm-nél az összes bakterioplankton mennyisége  $34 \cdot 10^6$  ind/ml, a szervesanyagbontók száma  $42 \cdot 10^3$  ill.  $1,7 \cdot 10^3$  csira/ml. A Sajó szennyezett volta jól látható, amelyet a huspép agaron tenyésztett mikroorganizmusok megemelkedett száma jelez /Tisza a Sajó előtt  $2,3 \cdot 10^3$ , Sajó  $26 \cdot 10^3$ , Tisza Sajó után  $40 \cdot 10^3$  csira/ml/.

A Tisza természetes tisztuló képességére jellemző, hogy viszonylag rövid idő alatt visszaáll a korábbi állapot.

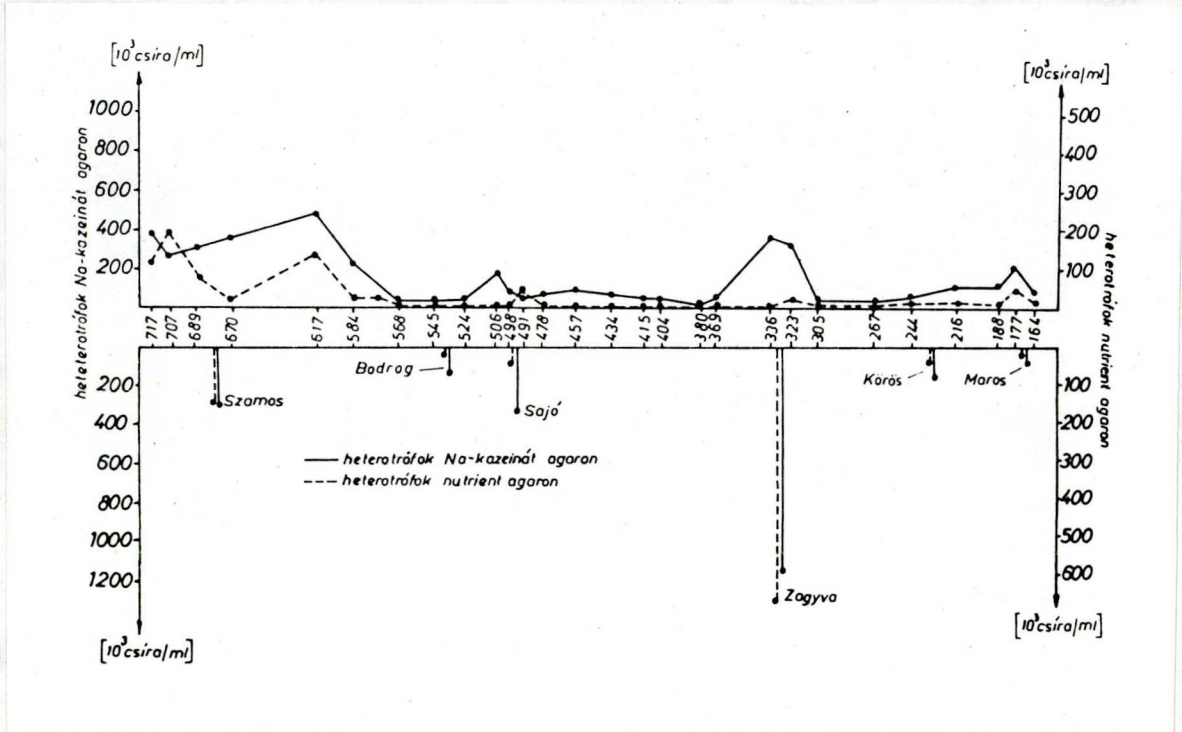
A Kiskörei duzzasztómű - már korábban többször említett - baktériumszám csökkentő hatása /B.Tóth et al. 1977/ a vizsgálat során most is érvényesült.





17. ábra: Az összes bakterioplankton és biomassza változása a Tisza magyarországi szakaszán 1977-ben





18. ábra: A heterotróf baktériumok mennyiségének változása a Tisza magyarországi szakaszán

Szolnok térségében a Zagyva szállított a Tiszába nagy mennyiségű baktériumot:

Zagyva: összes bakterioplankton	$34,3 \cdot 10^6$ ind/ml
heterotrófok Na-kazeinaton	$1160,0 \cdot 10^3$ csira/ml
Nutrient agaron	$652,0 \cdot 10^3$ csira/ml

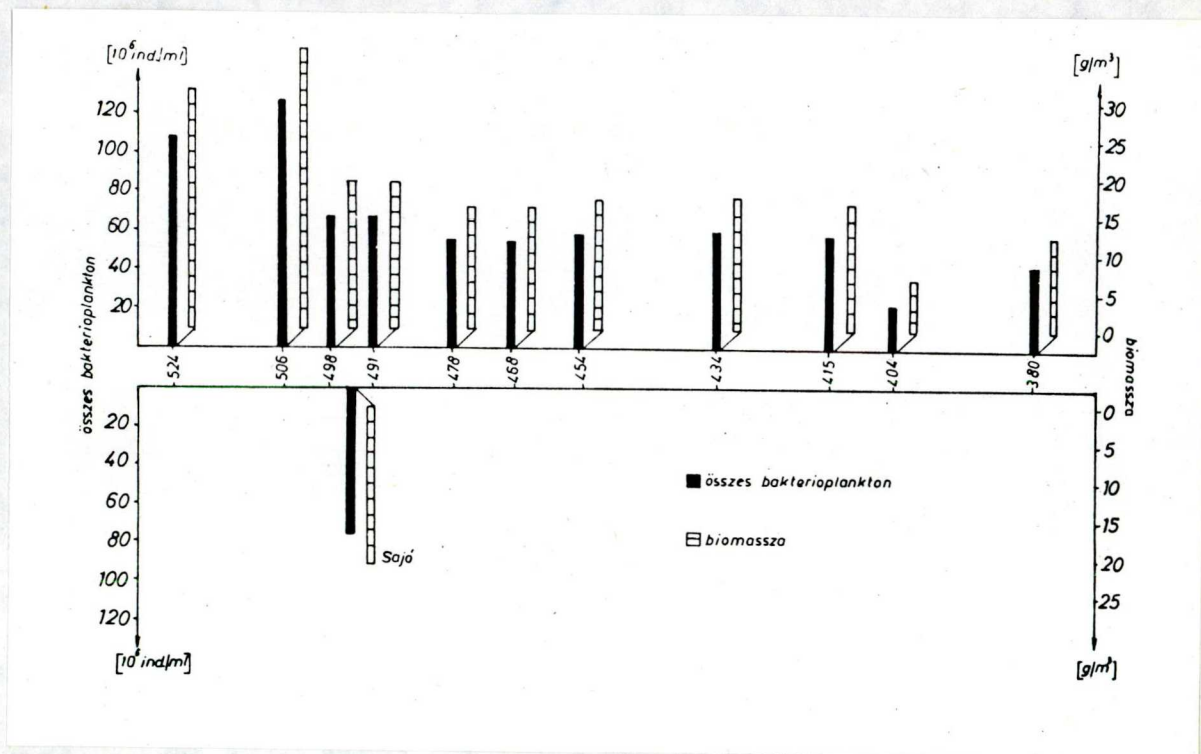
Csongrád térségében már ez a szennyezés sem éreztette hatását olyan mértékben, hogy az kimérhető lett volna. A Kőrös azonban ismét megemelte a Tisza bakterioplanktonjának mennyiségét. Szeged térségében is erősebb szennyezés volt észlelhető.

#### 4.5.2. Hossz-szelvény vizsgálatok a Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán

1977-ben 8 alkalommal végeztünk a Tisza Tiszalök-Tiszaroff /524-380 fkm/ közötti szakaszán komplex hidrológiai vizsgálatokat, melynek egyik fontos feladata volt a kijelölt szakasz bakteriológiai viszonyainak a megismerése. Célunk az volt, hogy különböző vízjárási viszonyok mellett megfigyeljük a két duzzasztómű közötti folyószakaszon végbemenő változásokat. Ezeket a vizsgálatokat un. "kishossz-szelvény vizsgálat" néven emlegetjük.

Az első vizsgálatot február 22-23. között bonyolítottuk le a télvégi-tavaszi áradás felszálló ágában kb. 2.600 m<sup>3</sup>/sec vízhozam mellett. Az áradó víz lebegőanyagtartalma 23,8-126,6 mg/l volt. A folyószakasz bakterioplanktonja az áradás felszálló ágának megfelelően nagy /vö. 19. ábra/, de ekkor már inkább a levonuló víztömeg higitó hatása érvényesült. Az árhullám nagyságából ítélve /max. vízhozam kb. 3.500 m<sup>3</sup>/sec Kiskörénél/ az áradás kezdetén valószínű még nagyobb értékeket mértünk volna.





19. ábra: Az összes bakterioplankton és a baktériumbiomassza mennyiségének változása a Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán 1977. február 21-23. között

Tiszalök előtt /524 fkm/ és a duzzasztómű után /506 fkm/  $10^8 \cdot 10^6$  ill.  $127 \cdot 10^6$  ind/ml összes baktériumszámot mértünk, biomasszája 30,4 ill. 35,8 g/m<sup>3</sup>. A 498-as fkm-től a Kiskörei Duzzasztómű felé haladva csak nagyon kismértékben változott a vizsgált víztest összes bakterioplanktonja /67,1-55,6  $\cdot 10^6$  ind/ml összes baktériumszám, a biomassza 15,7-18,9 g/m<sup>3</sup>. A Sajó ekkor észrevehetően nem befolyásolta a Tisza összes baktériumszámának alakulását, habár planktonja tekintélyes volt /76  $\cdot 10^6$  ind/ml/.

A márciusi "kishossz-szelvény vizsgálatot" /március 21-23/ már a télvégi, tavaszi áradás lezálló ágában hajtottuk végre. A vízhozam nagy, 1.400 m<sup>3</sup>/sec körüli volt, a duzzasztás még szünetelt. A végigkísért víztest bakterioplanktonja és biomasszája az áradás lezálló ágának megfelelően - már alacsony /9-18  $\cdot 10^6$  ind/ml/ volt, vö. 20. ábra.

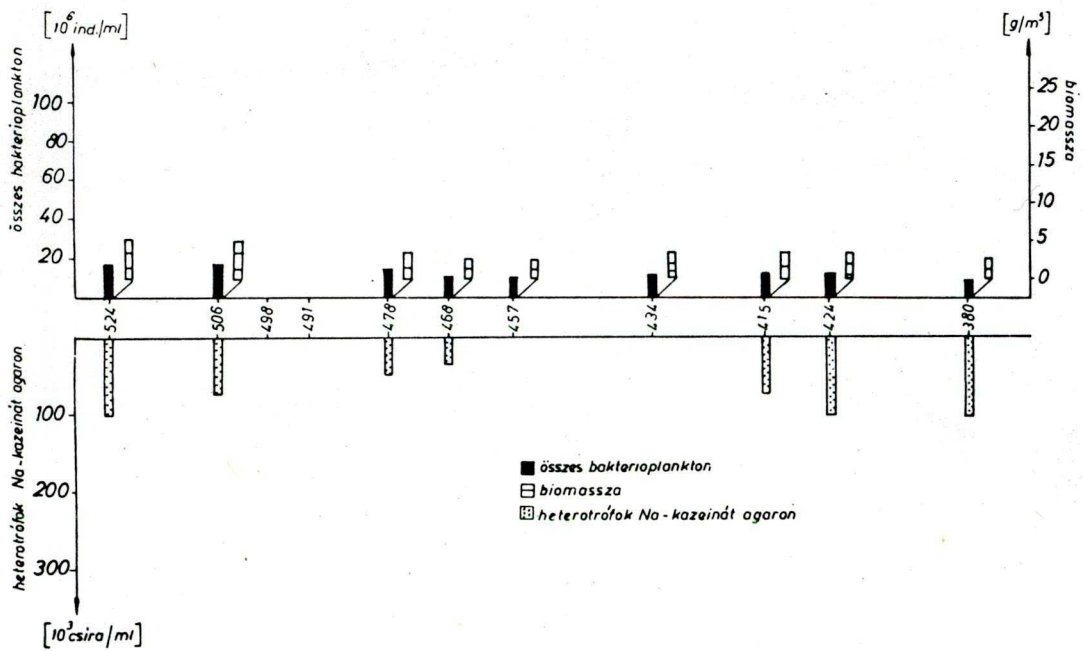
E vizsgálat során tájékoztató jelleggel számláltuk a Na-kazeinat táptalajon tenyésztett heterotóf mikroorganizmusokat.

Az április 26-27-i vizsgálatot a már levonulóban levő zöldár lezálló ágában végeztük kb. 1.300 m<sup>3</sup>/sec vízhozam mellett. A vizsgált szakasz összes baktériumszáma 18,4-37,1  $\cdot 10^6$  ind/ml között változott/vö. 21. ábra/. Az összes baktériumszám és a szervesanyagbontó baktériumok száma hasonló tendenciájú, de a heterotrófok száma még magas volt, /108-203  $\cdot 10^6$  csira/ml/. A Sajó valószínű friss szennyezést hozott, amely kissé megemelte a torkolat alatt a Tisza szaprofita baktériumtartalmát.

A májusi "kishossz-szelvény vizsgálatot" már kisvízi időszakban végeztük, május 24-26-ig /átl. 460 m<sup>3</sup>/sec vízhozam/. A lebegőanyag tartalom csekély, 25-56 mg/l, duzzasztás volt.

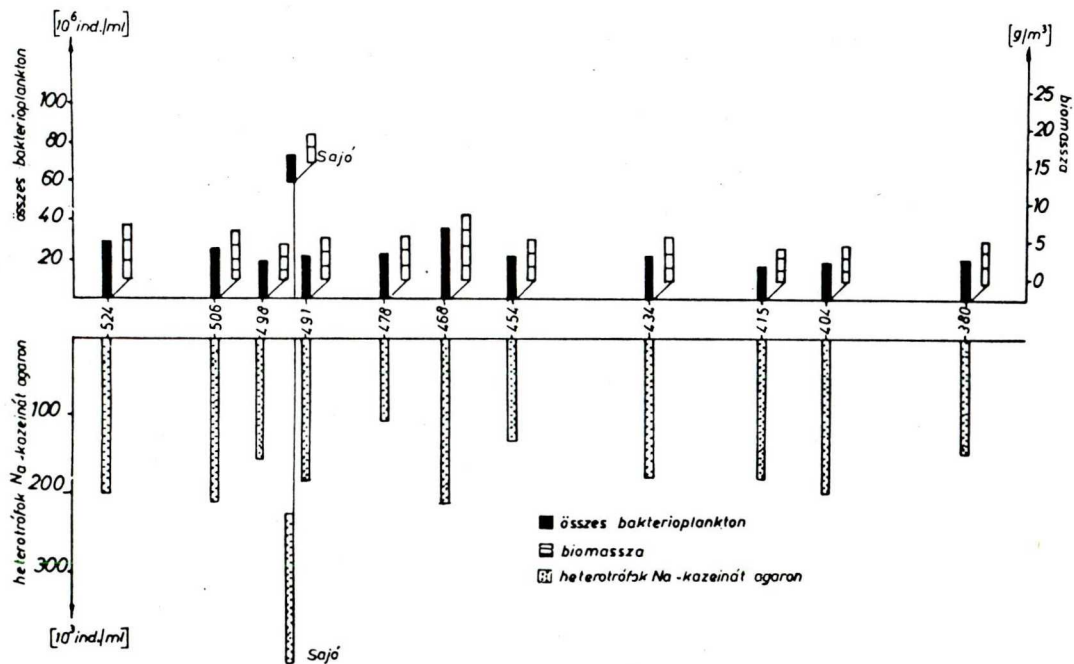
Az összes bakterioplankton és a heterotrófok száma egyaránt alacsony /22. ábra/. Az előbbi 7,4-16,7  $\cdot 10^6$  ind/ml között változott, míg az utóbbi 24-33  $\cdot 10^3$  csira/ml., a Sajó torkolata alatti szakaszt kivéve. A Sajó a Tiszához viszonyítva nagy mennyiségű baktériumot szállított /25,2  $\cdot 10^6$  ind/ml, 208  $\cdot 10^3$  csira/ml/ és ez a kisvízi időszakban súlyosabban érintette a folyót, a mineralizálódás is hosszabb időt vett igénybe.



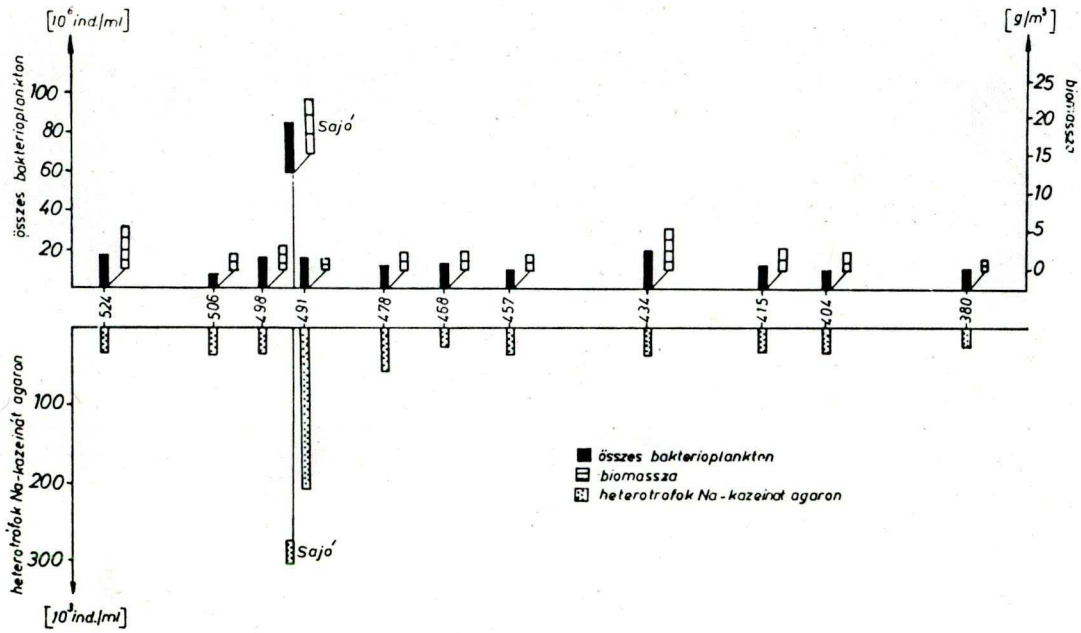


20. ábra: Az összes bakterioplankton, a baktériumbiomassza és a Na-kazeinát agaron tenyésztett heterotrófok számának alakulása a Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán 1977. március 21-23. között





21. ábra: Az összes bakterioplankton, a baktériumbiomassza és a Na-kazeinát agaron tenyésztett heterotrófok számának alakulása a Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán 1977. április 26-27. között.



22. ábra: Az összes bakterioplankton, a baktérium-biomassza és a Na-kazeinat agaron tenyésztett heterotrófok számának alakulása a Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán 1977. május 24-26. között

A julius 4-9-ig végzett vizsgálat idejére szintén kisviz volt jellemző, a vízhozam csekély, átl. 260 m<sup>3</sup>/sec, a lebegőanyagtartalom 15-51 mg/l között változott. A folyószakasz bakterioplanktonja a májusban mért értékekhez viszonyítva magasabb /vö. 23. ábra/, ami valószínű a nyári nagyobb víz hőmérséklettel /21-23 C°/ magyarázható. Jól látható az ábrán a Kiskörei Vizlépcső baktériumszám csökkentő hatása is. E vizsgálat során már nutrient táptalajon is számoltunk szaprofita mikroorganizmusokat.

A julius végi /julius 25-29/ hossz-szelvény vizsgálatot az előzőhöz hasonló körülmények között végeztük. A vízhozam 320 m<sup>3</sup>/sec körüli volt, a lebegőanyag tartalom 34-120 mg/l, a víz hőmérséklet is 21-23 C° között változott.

A bakterioplankton mennyiségi viszonyai az előző alkalommal tapasztaltakhoz hasonló /vö. 24. ábra/, max. 60 · 10<sup>6</sup> ind/ml, a Kiskörei Vizlépcső térségében szintén alacsonyabb értékeket mértünk /21-38 · 10<sup>6</sup> ind/ml/, a biomasza értékei viszont magasabbak voltak.

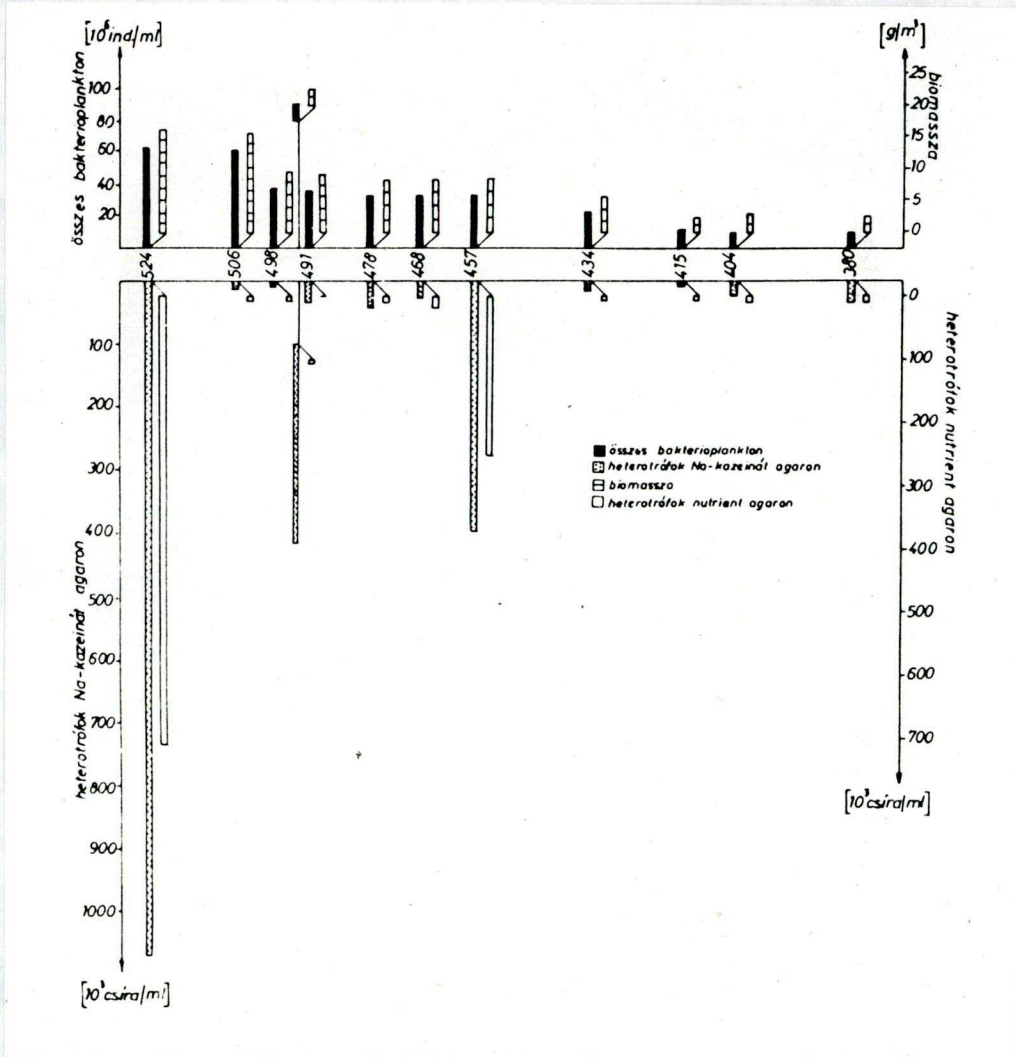
Az augusztus 24-25-i vizsgálatot közepes vízhozam mellett végeztük, /max. 700 m<sup>3</sup>/sec vízhozam/ egy kisebb árhullám tetőzésekor.

A bakterioplankton mennyiségi viszonyai 12-49 · 10<sup>6</sup> ind/ml között változtak /vö. 25. ábra/. A Sajó térsége ismét szennyezett volt. Tiszafüred-Kisköre között a baktériumszám csökkenés egyértelműen érzékelhető.

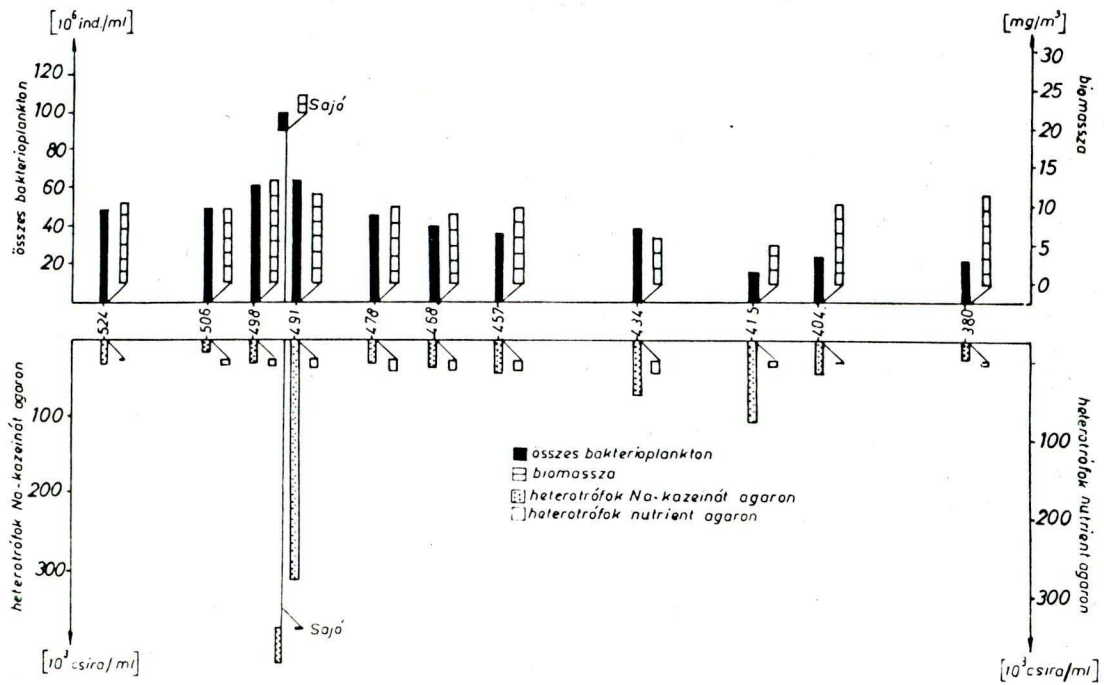
Az év utolsó "kishossz-szelvény vizsgálatát" szeptember 13-15. között végeztük igazi őszi kisvízi időszakban.

Ekkor az összes bakterioplankton és a heterotróf mikroorganizmusok mennyisége is igen alacsony volt /vö. 26. ábra/. A bakterioplankton mennyisége 3,6-7,9 · 10<sup>6</sup> ind/ml között változott. A szervesanyag bontók száma - Tiszalök és a Sajó torkolat közötti szakaszt kivéve - 0,3-1,4 · 10<sup>6</sup> csira/ml /nutrient agaron/ és 2,3-18 · 10<sup>3</sup> csira/ml /nátrium-kazeinat agaron/ között alakult.



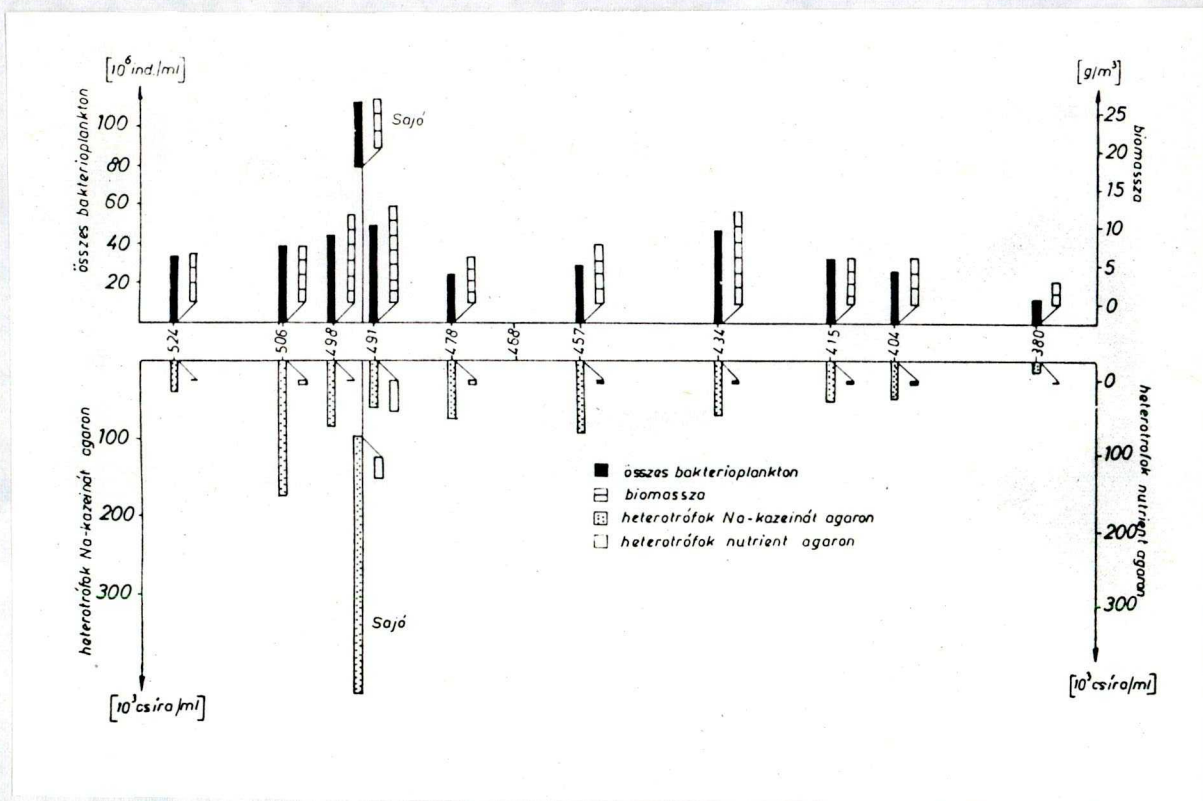


23. ábra: Az összes bakterioplankton, a baktériumbiomassza, a Na-kazeinat és a nutrieni agaron tenyésztett heterotrófok számának alakulása a Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán 1977. július 4-9. között

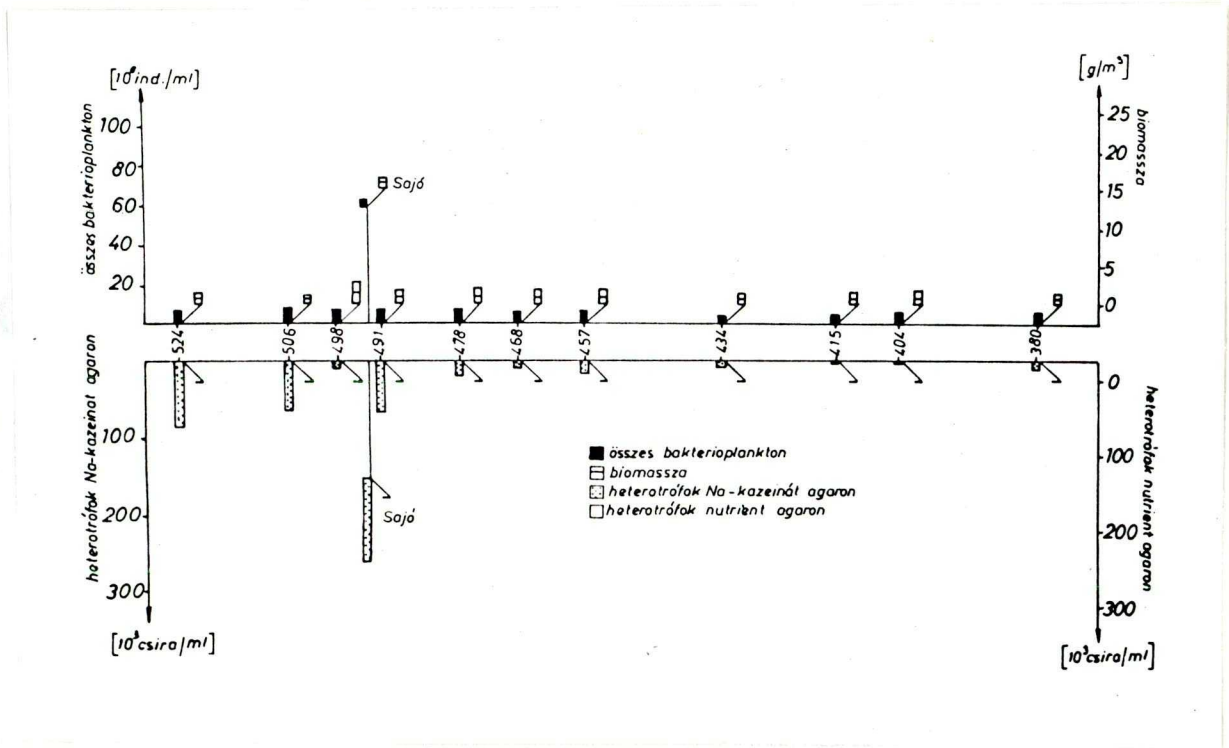


24. ábra: Az összes bakterioplankton, a baktériumbiomassza, a Na-kazeinát és nutrient agaron tenyésztett heterotróf baktériumok számának alakulása a Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán 1977. július 25-29. között





25. ábra: Az összes bakterioplankton, a baktériumbio-  
massza, a Na-kazeinat és nutriént agaron te-  
nyésztett heterotróf baktériumok számának a-  
lakulása a Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán  
1977. augusztus 24-25. között



26. ábra: Az összes bakterioplankton, a baktériumbio-  
massza, a Na-kazeinat és nutrient agaron te-  
nyésztett heterotrófok számának alakulása a  
Tisza Tiszalök-Tiszaroff közötti szakaszán  
1977. szeptember 13-15. között

## 5. Eredmények értékelése

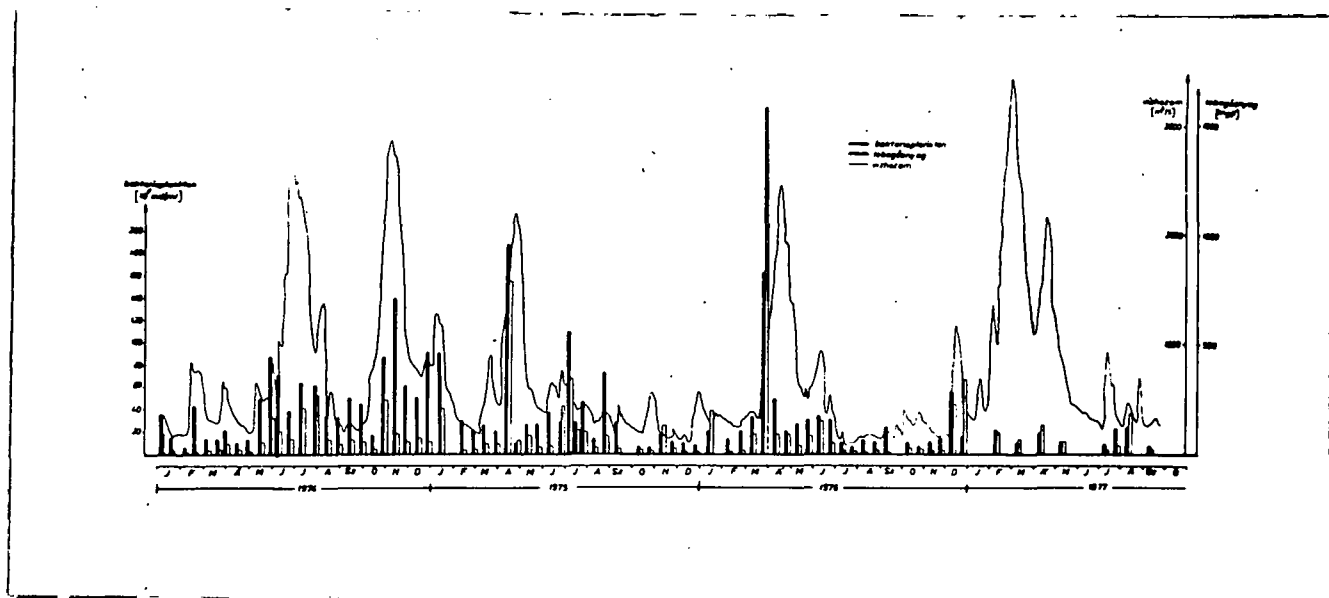
1. Az 1974-76 között rendszeresen vizsgált Tiszaszakasz /Tiszakeszi-Tiszaroff/ bakterioplanktonjának mennyiségi alakulásáról a következőket állapíthatjuk meg:

a./ A folyó bakterioplanktonja a vizsgált időszakban évenként eltérően alakult. Az összes baktériumszám a vízjárás függvényében /vö. 27. ábra/ változott. A baktériumszám maximumot mindig az adott árhullám felszálló ágának kezdeti szakaszában mértük. A bakterioplankton sűrűsége már a tetőzés előtt lecsökkent és az áradás végéig kisebb-nagyobb eltérés mellett közepes értéken maradt. Ez a tendencia hasonló a lebegőanyag tartalom alakulásánál megfigyeltekhez /Végvári 1976/. Az adatok alapján bizonyítottnak tekinthető, hogy a folyó bakterioplanktonja és lebegőanyag tartalma között szoros összefüggés van,  $r$  /korrelációs együttható/ = 0,5514. Az előbbieket jól egyeznek Niemela /1973/ vizsgálatának eredményeivel, aki szintén szoros korrelációt állapított meg a Mahawelli folyó /Ceylon/ vizsgálatára során a baktériumszám és a lebegőanyag tartalom között.

b./ A vizsgálatok eredményeit áttekintve az áradások során és a kisvízi, duzzasztásos időszakban a folyó Tiszakeszi-Tiszaroff közötti szakaszára jellemző bakterioplanktont számszerűen jól elkülöníthető adatokkal jellemezhetjük.

- a télvégi-tavaszi áradások során 1974. és 1976-ban  $30-40 \cdot 10^6$  ind/ml baktériumszámot mértünk, 1975-ben pedig  $90 \cdot 10^6$  ind/ml körüli értéket.

- a nyáreleji vagy zöldsár alkalmával a folyószakasz baktériumtartalmának maximuma 1974-ben  $90 \cdot 10^6$  ind/ml, 1975-ben  $190 \cdot 10^6$  ind/ml, végül 1976-ban  $170 \cdot 10^6$  ind/ml volt.



27. ábra: A vízhozam, a lebegőanyag tartalom és az összes bakterioplankton alakulása 1974-1977 között a Tisza kiskörei szelvényében

- az őszi levelesár bakterioplanktonja nagyon változó, ha kis vízhozamu volt az áradás, akkor  $20-30 \cdot 10^6$  ind/ml körüli értékeket kaptunk /1975-1976/, ha pedig jelentős víztömeg vonult le a folyón /1974-ben/ akkor  $140 \cdot 10^6$  ind/ml baktériumszámot mértünk.

- tartós tavaszi és őszi duzzasztás alatt a bakterioplankton mennyisége  $5-15 \cdot 10^6$  ind/ml, tartós nyári duzzasztás során pedig  $15-35 \cdot 10^6$  ind/ml volt.

Megállapítható, hogy lényeges különbség van a kisvízi időszak és az áradások bakteriológiai adatai között. Ezt bizonyítják az alábbi adatok is:

Tisza Kiskörénél	Vízhozam $\text{m}^3/\text{s}$	Lebegő- anyag $\text{mg/l}$	Lebegő- anyag $\text{kg/s}$	Bakterio- plankton $10^6$ ind/ml	Bakteriális biotomassa $\text{g/m}^3$	Baktérium hozam $\text{kg/s}$
1976. Március 25.	1325	1548	2052	174	43,9	58,2
1975. Október 21.	406	20,2	8,2	4,8	0,9	0,36

Összehasonlítva adatainkat más szerzők vizsgálati eredményeivel, megállapíthatjuk, hogy más folyók bakterioplankton eredményei általában jóval alacsonyabbak, mint a Tiszáé /Rogyina 1964, Jeruszalimszkij 1932, Niemela 1973, Varamova 1957, Zeeb 1972/. Az Oka és a Volga folyóban  $10-12 \cdot 10^6$  ind/ml, a Dnyeperben  $2,9-9 \cdot 10^6$  ind/ml értékek voltak a jellemzők. A nagy szovjet tározók esetében pedig  $0,5-2 \cdot 10^6$  ind/ml volt az átlagos bakterioplankton sűrűség /Sorokin 1967, Zeeb 1972 stb/. A Balaton 1966-70 évi vizsgálata során /Oláh 1971/  $0,5-1,5 \cdot 10^6$  ind/ml összes baktériumszám értékeket kaptak, a Zala esetében pedig  $2,0-3,8 \cdot 10^6$  ind/ml-t számoltak /Oláh 1972/.



c./ A három év eredményeiből kitűnik, hogy az esetek nagy százalékában a Tiszakeszi- és Tiszaroff mintavételi helyeken kapott adatok a legmagasabbak a folyó vizsgált szakaszán. A Tiszakeszinél mért magasabb értékek abból adódnak, hogy ezen a mintavételi helyen a 87.50 mOrsz. duzzasztás mellett még kevésbé érződik a Kiskörei Duzzasztómű hatása.

A tiszaroffi minták nagyobb baktériumtartalma a duzzasztómű által a meder iszap felszínéről felkevert baktériumtömegnek tulajdonítható.

d./ A tartós duzzasztás alatt Tiszakeszitől a Vizlépcső felé haladva a bakterioplankton mennyiségének csökkenő tendenciája érvényesül.

e./ A Tiszára jellemző két, egymástól eltérő vízjárásu - áradás és kisvizi - időszakban morfológiailag eltérő baktériumok domináltak. Az árvizes időszakban a kisméretű coccusok alkotják a bakterioplankton, míg a kisvizi időszakban a nagyobb méretű pálcikaformák domináltak. Az utóbbiak jelenléte állóvízi jellegre utal.

Az áradásos időszakban nagy számban megjelenő coccoid formák valószínű a pálcikaformák hiperfragmentációjával magyarázhatók /Kiss 1956/. A dolgozat részletesen ismerteti más szerzők eredményeit. Perty már több, mint 100 évvel ezelőtt, 1852-ben megállapította, hogy a Spirillum a mikroszkópikus észlelhetőség határán álló kis részecskéket, „Blastien”-eket hoz létre, amelyek Spirillum-sejtekké fejlődnek. Később sok kutató tett hasonló megállapítást. Kulturákban gyakran megjelennek duzzadt, formájukban elváltozott, ún. involúciós formák, gyakran granulummokkal tele, mely utóbbiak szintén képesek sejtekké alakulni. Löhnis véleménye szerint szűrhető részecskék keletkezését minden baktériumnál meg lehet állapítani. Ezek nagysága átlag 0,2  $\mu$ . Vegetatív osztódás útján szaporodásra képesek, s mint „gonidiális generáció” hosszabb ideig avizualis formában egzisztálnak. DNS tartalmuk igen nagy, enzimaktivitásuk minimális, ellenben rezisztenciájuk nagyfokú. Általában kedvezőtlen

körülmények között keletkeznek, s biológiai jelentőségük egyrészt az, hogy az illető baktériumfaj létét kedvezőtlen körülmények között biztosítják, másrészt a faj transzformációjában bizonyos szerepet is játszhatnak /Differenciálatlan állapot, esetleg hibridizáció nemsejtes periódusban, kivonatokkal való irányíthatóság/. Magyarországon Juhász, Vadász és Sinkovics végeztek ilyen vizsgálatokat /in: Kiss 1956/.

A Tiszán végzett vizsgálatok eredménye alapján általánosságban megállapítható, hogy a hóolvadás következményeként levonuló áradások kevesebb baktériumot sodornak magukkal, mint a nyári és őszi árhullámok. Ez a megállapítás azt is igazolja, hogy a Tisza bakterioplanktonja talajkimosásból származik. Hóolvadáskor a fagyott talajon lecsurgó víz kevesebb baktériumot sodor magával, mint a nyári- és őszi időszakok esőzése.

2. A bakterioplankton mennyiségének naponkénti változása a vízhozam függvényében történik, követi a lebegőanyag tendenciáját. A naponkénti ingadozások az egymás után érkező, eltérő minőségű víztömegek következményei.

A 24 órás vizsgálatok heterogén adatai arra engednek következtetni, hogy a folyó különböző szakaszainak megbízható jellemzéséhez megfelelően és tervszerűen megválasztott mintavételi módra /pl. hossz-szelvény vizsgálat/ és mintavételi gyakoriságra van szükség.

A baktériumok vertikális eloszlásáról megállapítható, hogy a vízoszlopban lefelé haladva többé-kevésbé egyenletes az eloszlás, csak a fenékközeli régióknak magas a baktériumszáma.

3. Áttekintve a Tisza magyarországi szakaszán végzett hossz-szelvény vizsgálatok eredményeit, megállapíthatjuk, hogy a Tisza vízminőségviszonyainak minél teljesebb megismeréséhez elengedhetetlenül szükséges a bakterioplanktonra vonatkozó törvényszerűségek feltárása.

A hossz-szelvény vizsgálatok ismételten rámutatnak arra, hogy a Tisza baktériumflórája a lebegőanyag tartalommal változik a folyó hossz-szelvényében. Félő, hogy a mesterséges beavatkozások hatására /pl. duzzasztás következtében történő baktérium kiülepedés/ a Tisza fokozatosan elveszti a folyóra ma még jellemző nagy természetes tisztuló képességét.

E vizsgálatok során a mellékfolyók hatásáról is képet kaptunk. A Tisza bakterioplanktonjának a nagy hányadát, amely a szervesanyag bontásban igen lényeges szerepet játszik, minden valószínűség szerint a Felső-Tisza mellékfolyói, különösen a Szamos adják. A Tisza esetében autochton bakterioplanktonról csak nyári kisvízi időszakban beszélhetünk igen kis vízhozam mellett. Itt látszik szükségesnek megjegyezni, hogy nagy vízhozamhoz alacsony vagy nem változó bakteriális szennyezés /higiénés vonatkozásban/ párosul, kisvíz idején a higiénés bakteriális szennyezés nagyobb, a víz higiénés minősége romlik /Estők Andrik 1975, Hegedüs 1976/.

A mellékfolyók közül a Sajó és a Zagyva, valamint Szolnok város szennyvizei fejtenek ki nagyobb mértékű szennyező hatást a Tiszára. A Tisza azonban napjainkban még rendelkezik akkora természetes tisztuló képességgel, hogy ezeket a hatásokat ki tudja védeni. A folyót érő mesterséges hatások /szennyvizek, duzzasztóművek/ a jelenlegi ökológiai helyzetnek az emberi vízhasználat szempontjából kedvezőtlen irányu eltolódását eredményezhetik. A vizsgálatok szerint többek között a természetes tisztuló képesség csökkenése várható.

4. A Tiszalök-Tiszaroff közötti "kishossz-szelvény vizsgálatok" eredményeiből több következtetést vonhatunk le:

- az eredmények alátámasztják és megerősítik az áradásos és kisvízi időszak bakterioplanktonjának alakulására az eredmények értékelése 1. pontjában tett megállapításainkat;

- a Sajó áradásos időszakban nem, vagy alig érezteti hatását, kisvíz idején azonban komoly szennyezőforrásként jelentkezik. Ez nem annyira az összes bakterioplankton számának emelkedésében mutatkozik meg, hanem a szervesanyagbontók hirtelen megnövekedett számában;

- a Kiskörcei Duzzasztómű baktériumszám csökkentő hatása Tiszacsegétől ill. Tiszafüredtől a vizlépcső felé haladva érezhető.

- Tiszafürednél több esetben nagyobb a bakterioplankton sűrűsége, ill. a heterotrófok száma, mint máshol. Ezt a jelenséget a higiénés vizvizsgálat során is megfigyelték /Estók et al. 1975/. Ennek oka feltételezhetően Tiszafüred kommunális szennyvizének nem megfelelő elhelyezése..

A hossz-szelvény vizsgálatok jól mutatják a Tisza egy-egy szakaszán ill. a folyó egész magyarországi szakaszán a bakterioplankton mennyiségi viszonyainak alakulását. A vizsgálatok során alkalmazott módszerekkel azonban nem kapunk képet arról, hogy az áradó víztömeggel levonuló baktérium biomassza mennyire aktív. Ez a probléma felveti a bakteriális produkciómérés szükségességét. Hasonló fontosságu lenne annak a megismerése is, hogy milyen vízi baktériumcsoportok funkcionálnak a Tisza bakterioplanktonjában, melyek játszanak fontos szerepet a természetes tisztulásban. Ezek ismeretében még közelebb kerülhetünk a Tisza bakterioplanktonjának ill. a folyó törvényszerűségeinek a megismeréséhez.

## 6. Összefoglalás

Az 1974-77 között végzett bakteriológiai vizsgálatok során a kapott adatok értékelésénél a rendelkezésre álló hidrológiai, vízkémiai, algológiai és zoológiai vonatkozásokat egyaránt igyekeztünk számításba venni. Az eredményeket az alábbiakban összegezzük:

- Az összes bakterioplankton mennyisége szoros korrelációban van a lebegtetett hordalékkal.

- A baktériumszám legnagyobb az áradások felszálló ágának kezdetén, közepes az árhullámok tetőzésekor és a leszálló ágban, legkisebb a kisvízi időszakban.

- Általánosságban megállapítható, hogy a télvégi áradások kisebb, a nyári áradások nagyobb baktériumszámmal jellemezhetők.

- Tartós kisvízi időszakban alakul ki a folyó autochton baktériumflórája, amelyre a pálcika formák térhódítása jellemző.

- Folyóvízi körülmények között /különösen áradáskor/ allochton baktériumflóráról beszélhetünk.

- A duzzasztóművek felvizi oldalán számottevő baktériumszám csökkenés figyelhető meg, amely hátrányosan befolyásolja a folyó természetes tisztuló képességét.

- A mellékfolyók szennyező hatása általában csak kisebb mértékű összes baktériumszám emelkedést okoz, de jelentősen emelkedik a szervesanyagontó heterotróf baktériumok száma.

- Az 1974-77 között végzett vizsgálatok eredményei lehetőséget adnak a Kiskörei-tározó feltöltését követő időszak változásainak felméréséhez és az elővizsgálatok során kapott adatok megbízhatóságának ellenőrzéséhez.



A vizsgálatok eredményeiből általánosságban megállapítható, hogy a Tisza 1.000 m<sup>3</sup>/sec-nál nagyobb vízhozama esetében a mellékfolyók által szállított szennyező anyagokat feldolgozza anélkül, hogy a szennyezések maradandó hatása érvényesülhetne. A bakteriológiai adatok azonban figyelmeztetnek arra is, hogy a duzzasztóművek üzembe helyezésével, esetleg újabbak építésével a Tisza természetes tisztuló képessége rohamosan csökkenni fog.

I r o d a l o m

Adatok a Tisza környezettani ismeretéhez, különös tekintettel a Kiskörei Vizlépcső térségére, Kisköre, 1977, 1-221.

Anderson, R.S.-Dokulil, M. /1977/: Assesments of Primary and Bakterial Production in Three Large Mountain lakes in Alberta, Western Canada.- Int. Rev. ges. Hidrobiol., 62/1, 97-108.

Andó, M. /1977/: A Tisza természetföldrajzi viszonyai, In: Adatok a Tisza környezettani ismeretéhez, különös tekintettel a Kiskörei Vizlépcső térségére, Kisköre, 5-13.

Andrik, P. et al. /1977/: Higiénés vizvizsgálatok hazánk legnagyobb ivóvízhasznosítású víztározóján, a lázbérci tavon. I. Víztározó a Bánpatak völgyében. Bakteriológiai vizsgálatok.-Hidrológiai Közl. 2. p. 88-96.

Ádamosi, M.-Végyvári, P.-Katona, S.-B.Tóth, M.-Bancsi, I.-Hamar, J. /1974/: Duzzasztás hatása a Tisza vízminőségére a Kiskörei Vizlépcső térségében.- Hidrol.Közl. 12. 570-576.

Ádamosi, M.-Végyvári, P.-Bancsi, I.-Hamar, J.-B.Tóth, M.-Ferencz, M.-Szitó, A. /1978/: Limnological investigations in the longitudinal section of the river Tisza.-Tiscia, in press.

Babensien, H.D. /1964/: Hydrobakteriologische Untersuchungen im Steklinsee.-Limnologica /Berlin/ 2. /1/. 9-34.

Bancsi, I. /1976 a/: Zooplankton investigation in the dammed river Tisza reaches.-Tiscia 11, 119-124.

Bancsi, I. /1976 b/: Results of the zooplankton investigation of the bay at Abádszalók.-Tiscia 11, 93-98.

Bancsi, I. /1976 c/: Zooplankton investigations in an experimental area at the Kisköre river barrage.-Tiscia 11, 59-65.

Bancsi, I. -Hamar, J.-Végyvári, P.-B.Tóth, M. /1978/: Limnological characteristics of the Tisza stretch at Kisköre dam in 1975.-Tiscia. in press.

Beszámoló /1974-1976/: Beszámoló a Tisza vizsgálati eredményeiről.-Kiskörei Laboratórium /kézirat/

Bogárdi, J. /1971/: Vízfolyások hordalékszállítására.-Akadémiai Kiadó, Budapest. 837.

Collins, V.G. /1963/: The distribution and ecology of bacteria in freshwater.-Proc. Soc. Wat. Treatm. Exam. 12, 30-73.

Csoma, J. /1971/: A Tiszavölgy vízrajzi jellemzése.-VITUKI összefoglaló jelentés. Bp., 1-36.

Daubner, I. /1972/: Die Bedeutung Hidromikrobiologie bei den Selbstreinigungsgorganen und der Abwasserreinigung.-Gas /wasser/ Abwasser. 335-339.

Daubner, I. /1972/: Mikrobiologie des wassers.-Akademie Verlag, Berlin., 1-44o.

Deák, Zs. /1977/: Bakteriológiai vizsgálatok a Duna Rajka-Budapest közötti szakaszán.-Hidrológiai Közöny, 2. 79-83.

Deák, Zs.-Schiefner, K. /1975/: Higiénés mikrobiológiai vizsgálatok a Tiszán és jelentősebb mellékfolyóin.-Magyar Hyg. XIX. Vándorgy.kiadványa, 22o-228.

Dobler, L.-né-Hegedüs, M. /1978/: Mikrobiológiai vizsgálatok a Tisza Csongrád megyei szakaszán 1975-76-ban. Előadás.

Drabkova, V.G. /1964/: The number and respiration rate of bakterioplankton in lakes of southern Urals. Mikrobiologica, XLV. 2. 358-363.

Drabkova, V.G. /1974/: Produkcionnűje processzű v ozerah kolszkava paluosztrava.-In: Ozera razlicsnűh landsaftov kolszkava paluosztrava. II. 213-223.

Drabkova V.G. /1975/: Szezobnoje izmenenyije csiszlennoszttyi bakterij v ilah kak funkcija limnologicseszkih processzov Ozera Krasznava.-In: Krugavart vesesztva i energii v ozernűh vadajemah, AN SzSzSzR, Novoszibirszk. 65-68.

Drabkova, V.G. /1976/: Bakterialnaja produkcija.-In: Biologicseszskaja produktivnosztty ozera Krasznava i iszlovija jeje formirovanyija. AN SzSzSzR, Leningrád, 138-16o.

Drabkova, V.G.-Csebotarev, E.N. /1974/: Mikroflora vodű i donnűh atlazsényij nyekatorűh ozer kolszkava paluosztrava.-In: Ozera razlicsn. landsaft Kolszkava paluosztrava. II. 12o-142.

Dokulil, M. /1975/: Bacteria in the water and mud of Nensiedlersee /Austria/ Symp. Biol. Hung. 15. 135-14o.

Doetsch, R.N.-Cook, T.M. /1974/: Introductionto Bacteria and Their Ecobiology. University Park Press, Baltimore-London-Tokyo. 371.

Estók, B. /1977/: A Tisza bakteriológiai vizsgálata Tiszafüred és Kisköre között /1975-77/.-/Kézirat/

Estók, B.-Lucskay, K.-Andrik, P.-Vukovich, F. /1976/: A Tisza higiénés vizsgálata a Cigánd-Kisköre közötti szakaszon, 1975-ben. Tiscia /In press/

Fehér, D. /1954/: Talajbiológia, Akadémiai Kiadó, Budapest, 7-822.

- Felföldy, L. /1969/: Szaprobiológiai. Budapest, Kézirat, 1-82.
- Felföldy, L. /1974/: Biológiai vizminősítés. Vizügyi Hidrobiológia. 3. VIZDOK, Budapest. 142-145.
- Felföldy, L. /1974/: Új tározók vizminőségét befolyásoló tényezőkről. 1974. évi VITUKI Tudományos Napok, Bp. Kézirat.
- Fjodorov, V. /1951/: Mikrobiológia. Mezőgazd. Kiadó, Budapest. 1951.
- Fonden, R. /1969/: Heterotrophic bacteria in Lake Malaren and Lake Hjalmarén. Oikos, 20., 344-372.
- Gak, D. Z. /1977/: Pervicsnaja i bakterialnaja produkcija vadaemov baszejna Volgi., -Vodnűje Reszurszű, 1, 55-63.
- Gak, D. Z. - Inkina, G. A. /1975/: Bakterioplankton Volgi i jeje vadahranyilis v ijunye-ijule 1972 g., In: vodnűje reszurszű, AN SzSzSzR. 109-118.
- Godlewska, W. A. - Lipowa /1975/: Destruction of organic matter in the water of some Masurian Lakes of varying trophism. Symp. Biol. Hung. 15. 141-147.
- Goldmann, C. R. - Gerletti, M. - Javornický, P. - Melchiorri - Santolini, U. - Mezaga, E. /1968/: Primary productivity, Bacteria, Phyto- and Zooplankton in lake Maggiore: Correlations and relationships with ecological factors. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 23. 49-127.
- Hamar, J. /1976 a/: Data to the bacteriological and algological conditions of the region of Kisköre River Barrage. -Tiscia 11. 41-44.
- Hamar, J. /1976 b/: Investigation of bacterio- and phytoplankton in the experimental area of Abádszalók at the Kisköre River barrage. -Tiscia 11, 111-114.
- Hamar, J. /1976 c/: Bacteriological and algological investigation of the bay at Abádszalók /Kiskörei reservoir/. -Tiscia 11. 85-92.
- Hamar, J. - B. Tóth, M. - Bancsi, I. - Végvári, P. /1976/: Data to the hydrobiology of the middle and lower Tiszariver region. -Tiscia, 11. 67-71.
- Hegedűs, M. /1976/: Mikrobiológiai vizsgálatok a Tisza Csongrád megyei szakaszán 1976-ban. -/Kézirat/.
- Hickmann, M. - Penn, D. /1977/: The relationship planktonic algae and bacteria in a small lake. -Hidrobiologia. 52/2-3. 213-219.
- Horváth, J. /1970/: Mikrobiológia. -Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1-317.
- Horváth, S. /1970/: Mikrobiológiai praktikum. -Tankönyvkiadó, Budapest. 1-301.
- Ivanov, M. V. /1955/: Metod opregyeljénija produkcii bakterialnoj biomasszű v vadajeme. Mikrobiol. 24/1/, 79-89.
- Janasch, H. W. /1969/: Current concepts in aquatic microbiology. -Verh. Internat. Verein. Limnol. 17. 25-39.

Jerusalimszkij, N.D. /1932/: Opüt isszledoványija bakterialnava naszelényija Moszkvü-réki i jeje pritokov pa metodu nyepaszsredsztvenava szcséta. Mikrobiol., I, 2.

Kadota, H.-Tanaka, N. /1975/: Bacterial production and decomposition of organics matter.-in: Productivity of Freshwater Communities in Lake Biwa. 1-45.

Kalasznyikova, E.P.-Sorokin, U.I. /1966/: Izucsényije mikroflorü bratszskava vadahranyilisa. In: Iszt. Biol. Vnutr. Vod., 13/16/, 170-177.

KGST Egységes Vizvizsgáló Módszerek /1977/: IV. Mikrobiológiai Módszerek, VITUKI, Budapest.

Kiss, I. /1956/: Das Entstehen von Zellen aus Plasmateilhen pflanzlicher mikroorganismen. Acta Biologica, Acad. Scient. Hung. VI. 3-4. 231-255.

Kiskörei Vizlépcső /1973/: Vizügyi Közlemények különytete, Budapest.

Korbély, J. /1937/: A Tisza szabályosása.-Magyar Nemzeti Könyv és Lapkiadó R.T., Debrecen.

Kozsova, O.M. /1964/: Bakterioplankton irkuszkovo vodokhranilishca v pervije mszle zapolnenija godi. in: Trud. Limnol. Inst. 11. /31/. 115-134.

Kuznevov, S.I. /1959/: Die rolle der mikroorganismen im Stoffkreislauf der Seen: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin. 1-301.

Kuznecov, S.I. /1961/: Osznovnüle faktorü formirovanyija bakterialnava naszelényija volzsszkih vadahranyilis. Tr. Vseszojuz. Szovjescs. Ihtiol. Komisz. AN SzSzSzR. 10, 114-118.

Lane, L.S. /1977/: Microbial community fluctuations in a meromictic, antarctic lake. Hidrobiologia, 55/2. 187-190.

Mason, C.F. /1977/: Populations and production of bacteria in the plankton of two shallow lakes.-Hidrobiologia, 55/1., 17-20.

Melchiorri-Santolini, U.-Cafarelli, A. /1967/: Lake water as a medium to cultivate freshwater pelagic bacteria.-Mem. Ist. Ital. Idrobiol: 22, 289-298.

Melchiorri-Santolini, U.-Bertoni, R.-Maestroni, G.J.-Mariazzi, A.A. /1975/: Distribution of pelagic bacterial populations and related ecological factors in a deep lake.-Proceldings of the first intersectional congress of ianus. 2., 385-394.

Mihajlenko, L.E. /1972/: Kalicsesztvennaja dinamika bakterij v vode i gruntah vadahranyilisa. In: The Kiev reservoir, Naukova Dumka Publishers, Kiev. 249-307.

Módszertani Utmutató /1969/: A közegészségügyi-járványügyi állomások járványügyi bakteriológiai laboratóriumainak egységesített módszerei. OKI, Budapest, 1-284.



Mucha, V.-Daubner, I. /1968/: Änderung des Bakterien-Geholtes der Donau im Verlauf von 24 Stunden.-Arch.Hydrobiol. 34. /3/. 150-154.

Niemela, S. /1973/: Connection between the bacterial content of the Mahaweli River and of some adjacent soils. Verh. Internat. Verein. Limnol. 18. 1313-1319.

Niewolak, S. /1973/: Udział w obiegu ważniejszych pierwastków w zbiornikach wodnych. Gospodarka Rybna, 5. p. 11-14.

Oláh, J. /1969 a/: The quantity, vertical and horizontal distribution of the total bakterioplankton of Lake Balaton in 1966/67.-Annal. Biol. Tihany, 36., 185-195.

Oláh, J. /1969 b/: A quantitative study of the saprophytica and total bakterioplankton in the open water and the litoral zone of Lake Balaton in 1968.-Annal. Biol. Tihany, 36, 197-212.

Oláh, J. /1970 a /: Short periodic changes in the microbial plankton quantity of lake Balaton.-Annal. Biol. Tihany, 37. 199-307.

Oláh, J. /1970 b/: Measurement of the reducing ability of natural waters and sediments: A simple limnological method.-Annal.Biol. Tihany. 37. 209-222.

Oláh, J. /1971 a/: The influence of river Zala on the bacteriological condition in Keszthely-bay /Lake Balaton/ Annal. Biol. Tihany, 38., 161-166.

Oláh, J. /1971 b/: A Keszthelyi öbölben időszakonként kialakuló vízvirágzások okairól.-Hidrológiai Közlöny, 1971. 10. 455-459.

Oláh, J. /1973 a/: Bacterial gradients at the sediment-water interface of shallow lakes.-Annal.Biol. Tihany 40, 215-225.

Oláh, J. /1973 b/: A bakterioplankton biomassája és produkciója a Balatonban. Hidrol.Közlöny, 8. 348-358.

Oláh, J. /1974/: Number, biomass and production of planktonic bacteria in the shallow lake Balaton.-Arch.Hydrobiol. 73/2. 193-217.

Oláh, J. /1975 a/: A Balaton évi energiaháztartása.-Halászat, Tud. melléklet, 88-89.

Oláh, J. /1975 b/: Metalimnion function in shallow lakes.-Symp. Biol. Hung. 15. 149-155.

Oláh, J.-Hajdu, L.-Elekes, K. /1972/: Electron microscopic investigation of natural bacterial populations in the water and sediment of lake Balaton and Lake Balatonszék.-Annal. Biol. Tihany, 39. 123-129.

Oláh, J.-Vásárhelyi, R. /1970 a/: Comparative bacteriological investigation of three shallow hungarian lakes with different trophic levels.-Annals. Biol. Tihany., 37, 223-234.

Oláh, J.-Vásárhelyi, R. /1970 b/: Comparative nutrient agar studies on the quantitative survey of saprophytic water microorganismus.-Annal. Biol. Tihany, 37, 235-246.

Ormay, L. /1972/: Az orvosi laboratóriumi asszisztensek kézikönyve. II.-Medicina Kiadó, Budapest. 1-615.

Overbeck, J. /1968/: Principielles zum Vorkommen der Bakterien im See. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 14, 134-144.

Overbeck, J. /1974/: Mikrobiology and biochemistry. Mitt. Int. Verein. Limnol. 20, 198-228.

Overbeck, J. /1975/: Distribution pattern of uptake kinetic responses in a stratified eutrophic lake /Plusz-see ecosystem study IV./ .XI. Ecology of Aquatic Organism. 1. Bacteria. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19, 2600-2615.

Paluch, J. /1963/: Einige physiologische und morphologische Eigenschaften von Mikroorganismen des Wassers im Staubecken Goczalkowicw.-Acta Microbiologica Polonica, 12, 307-330.

Paluch, J. /1965/: Microflora of a River Polluted with Cellulose and Paper Mill Waster Waters. Acta Micorbiol. Polonica. 14. 327-336.

Paluch, J. et al. /1963/: Dobowa zmienność populacji drobnoustrojowych oraz planktonu w wodzie zbiornika GOCZALKOWICKIEGO.-Zesz. Nauk. Pol. Śląskiej. 95. Inz. San. 5. 3-15.

Papp, Sz. /1965/: Felszíni vízeink minősége. Hidrol. Közlöny, 1. p. 30-35.

Potter, L.-Baker, G.E. /1961/: The microbiology of Flathead and Rogers lakes. Montana II. Vertical distribution of the micorbial populations and chemical analyses of their enviromments. Ecology, 42/2. 338-348.

Pólya, L. /1971/: A mikrobiológiai alapjai. Tankönyvkiadó, Bp. 1-214.

Razumov, A.S. /1932/: Direct count method for bacteria in water.-Mikrobiológia, 1 /2/, 131-146.

Razumov, A.S.-Kors, L.E. /1962/: Primenyenyije fazovo-kontrasztnoj mikroszkopii dlja podszcseta bakterij prajamum metodom pri izucsenyii lacseszta va vodü. Mikrobiologia 31, 2, 357.

Rheinheimer, G. /1975/: Mikrobiologie der Gewasser.-Gustav Fischer Verlag, Jena, 1-204.

- Rodina, A.G. /1959/: Mikrobiologija v razreseniji vaprosov biologiceszskoj produktivnosztyi vadaemov.-In: Molb.fil. AN SzSzSzR, Trud. objed. naucs. szesz. II., 331-338.
- Rodina, A.G. /1964 a/: Zakonomernosztyi razvityija bakterij pri udobreniji vadajemov.-Sb. Vysoké Skloy Chem. Technol. Vpraze, 8/1., 308-315.
- Rodina, A.G. /1964 b/: Mikrobiologiceszskije izsledovanyija reki Oki.-in: Trud. Zool. Inst. 32, 52-80.
- Rodina, A.G. /1972/: Methods in aquatic microbiology.-Univ. Park Press Baltimore.-Butterworth, London, 461.
- Romanenko, V.J.-Kuznecov, S.I. /1974/: Ekologija mikroorganizmov presznüh vodoemov. Izd. "Nauka", Leningrad 1-193.
- Sebestyén, O. /1963/: Bevezetés a limnológiába. A belvizek életéről. Akad.Kiad. Budapest, 1-234.
- Schmidt, G.W. /1970/: Numbers of bacteria and algae and their interrelations in some Amazonian waters.-Amazonia. II. 4. 393-400.
- Sládeček, V.-Miskovsky, O. /1975/: Bacteriae periphyton of the Vltava river. Hidrobiologia, 51/2, 181-187.
- Sorokin, J.I. /1966/: A primenyénii radiaktivnava ugleroda dlja izucsényija pitanija i piscsevüh szvjazej vodnüh zsvotnüh. In: Plankton i bentosz, Vnutrennih vadajemov, AN SzSzSzR. 77-119.
- Sorokin, J.I. /1966 b/: Vzaimoszvjaz mikrobiológiceszskih processzov krugavarota szerü i usleroda v meromikticeszskom ozere bjelovogy. In: Plankton i bentosz, Vnutr. vodoemov, AN SzSzSzR, 332-355.
- Sorokin, /1967/: Nyekatorüe itogi izucsenyija troficeszskoj roli bakterij v vodoemah.-Hidrobiol. Zsurn. 3. /5/, 32-42.
- Sorokin, Y.I. Kadota, H. /1972/: Microbial production and Decomposition in Fresh Waters In: Techniques for the assessment of Microbial Production and Decomposition in Fresh Waters. London, IBP. Handbook, No. 23.
- Tilzer, M. /1972/: Bacterial Productivity of a high-mountain lake. Verh. Internat. Verein. Limnol. 18. p. 188-196.
- B.Tóth, M. /1976 a/: Hydrochemical conditions of the river Tisza 2. seasonal dynamism of the oxygen household and nitrogen-phosphorus forms.-Tiscia 11, 27-33.

- B.Tóth,M./1976 b/: Hydrochemical conditions of an experimental area in the region of the Kisköre river barrage.-Tiscia 11, 105-110.
- B.Tóth,M. /1977/: A Tisza planktonikus élővilága. Bakteriológiai viszonyok. In: Adatok a Tisza környezettani ismeretéhez, különös tekintettel a Kiskörei Vizlépcső térségére. Kisköre, 1977. 40-42.
- B.Tóth,M.-Hamar,J. /1978/: Bakteriológiai vizsgálatok a Tisza hosszszelvényében. Tiscia /In press/
- Trockij,A.Sz.-Sorokin,U.I. /1967/: K metodike raszcseta biomasszü bakterij v. vodoemah.-In: Inst. Biol. Vnutr. vod AN SzSzSzR, 19. 85-89.
- Varlamova,E.V. /1957/: Karakterisztika bakterialnava sztoka r. Volgi v rajone g. Kujbiseva. Tr. problemn. i tematics szavjescs. Zoolog. inszt. AN SzSzSzR, VII.
- Vaszilieva,G.L.-Kozsova,O.M. /1960/: Nyekatorije dannüe o bakterio-, fito i zooplanktone irkutschkovo vodohranilisa v godüvjevo obrazovanyija /1957-1958/.-in: Bull. Inst. Biol. Vodchr. 8-9. p. 5-8.
- Vásárhelyi,R.-Felföldy,L. /1970/: Bakteriológiai vizsgálatok a Velencei tavon.-Vizminőségi és Viztechnológiai Kut. eredmények VITUKI. Bp. 1. 15-25.
- Vágás,I. /1977/: Adatok az 1876-1975 időszak tiszavölgyi árvizeiről. I. A Tisza nagyvizeinek statisztikai jellemzése.-Hidroológiai Közlemény, 6-7., 311-321.
- Végyvári,P. /1976 a/: Factors, natural fundamentals, and artificial effect determining the hydroecological state of the river Tisza.-Tiscia 11, 11-16.
- Végyvári,P. /1976 b/: Water motion in the river Tisza and its connection with the suspended matter content in 1974.-Tiscia 11, 17-20.
- Waksman,S.A. /1941/: Aquatic bacteria in relation to the cycle of organic matter in lakes.-Symp. on Hidrobiol., Univ. Wisc. Press, Madison, 86-105.
- Winogradsky,S. /1949/: Microbiologie du sol.-Masson, Paris. 861.
- Zeeb,I.I. /1972/: Die limnologischen Untersuchungen der Dnejrprstauseen /Hauptergebnisse und Prerspektive/-Verh.Interant. Verein Limnol. 18. 848-853.
- Zo Bell,C.E. /1949/: Marine Microbiology. A monograph on hydrobacteriology.-Waltham Mass., Chromica Botanica Comp. 1-240.

T Á B L Á Z A T O K



1. táblázat: A Tisza összes bakterioplanktonja 1974-ben  $10^6$  ind/ml/

Mv.idő	Tiszacsege	Tiszafüred	Tiszaderzs	Kisköre	Tiszaroff
I. 21.	33,92	40,64	32,00	38,4	41,92
I. 22.	15,36	19,20	14,56	14,57	20,28
II. 5.	5,97	6,80	6,62	6,02	5,76
II. 19.	45,55	52,24	42,68	43,52	40,32
III. 5.	15,56	16,85	17,04	15,80	15,60
III. 19.	14,90	14,22	15,00	14,16	17,52
IV. 1.	19,68	21,72	22,68	22,50	24,60
IV. 16.	13,56	12,66	10,74	10,98	12,18
IV. 30.	18,90	18,24	17,22	17,34	17,52
V. 14.	52,90	64,80	71,10	55,80	73,20
V. 28.	72,00	70,50	81,60	87,00	72,00
VI. 11.	84,60	78,00	73,50	72,00	83,70
VI. 25.	61,80	35,40	50,40	38,10	43,50
VII. 9.	72,96	66,58	68,70	65,36	71,14
VII. 23.	78,13	58,98	70,22	62,32	78,13
VIII. 6.	43,17	41,34	51,70	35,90	50,20
VIII.21.	43,50	51,40	45,90	37,09	57,15
IX. 3.	29,20	47,12	44,99	52,60	68,10
IX. 17.	35,90	35,14	39,52	43,17	35,80
X. 1.	27,97	23,71	13,46	17,27	18,24
X. 15.	64,75	68,10	77,52	88,16	82,69
X. 29.	130,11	133,76	124,64	141,36	108,83
XI. 12.	87,25	85,12	88,16	63,54	83,60
XI. 26.	34,90	57,76	56,54	55,02	63,84
XII. 10.	88,16	84,51	160,32	93,02	94,24

2. táblázat: A Tisza bakterioplanktonja 1975-ben  
/  $\cdot 10^6$  ind/ml/

Mv.idő	Mv.hely	Tisza- keszi	Tisza- csege	Tisza- füred	Tisza- derzs	Kis- köre	Tisza- roff
I.	12.	-	88,43	93,42	90,06	92,01	98,01
II.	12.	20,36	20,88	27,67	19,32	30,80	32,89
II.	25.	-	19,84	26,89	17,10	20,88	20,62
III.	11.	20,34	33,61	28,10	26,10	27,41	28,10
III.	25.	-	20,56	22,19	25,45	20,89	26,43
IV.	8.	187,94	185,33	177,50	179,46	192,51	188,60
IV.	22.	-	65,58	77,98	82,55	66,89	77,89
V.	6.	21,27	21,54	25,29	30,02	26,36	30,67
V.	21.	-	15,66	13,97	13,44	12,27	17,55
VI.	2.	55,99	49,73	50,38	38,24	37,20	41,90
VI.	11.	35,37	34,46	37,85	36,07	28,06	26,36
VII.	2.	138,09	160,27	157,92	114,72	110,29	100,89
VII.	15.	-	48,42	53,29	43,33	29,24	31,06
VII.	29.	76,48	62,39	57,17	50,38	45,68	39,68
VIII.	12.	-	14,49	15,27	13,05	13,97	17,36
VIII.	26.	54,94	61,73	60,04	69,93	74,52	76,61
IX.	21.	35,37	34,46	37,68	36,02	28,06	26,36
X.	14.	19,32	12,01	10,96	8,09	5,22	13,18
X.	21.	-	40,46	23,10	8,74	4,83	12,01
XI.	3.	14,23	21,80	25,71	26,10	18,53	23,75
XI.	18.	-	11,22	15,40	12,27	10,70	13,31
XII.	2.	22,97	18,14	16,71	13,83	9,40	11,88
XII.	16.	-	13,44	10,31	9,92	8,61	11,88

3. táblázat: A Tisza összes bakterioplanktonja 1976-ban  
/ . 10<sup>6</sup> ind/ml/

Mv.hely Mv.idő	Tisza- keszi	Tisza- csege	Tisza- füred	Tisza- derzs	Kis- köre	Tisza- roff
I. 15.	31,32	29,50	21,14	37,33	18,66	23,10
II. 10.	27,28	20,36	18,79	14,23	14,10	-
II. 24.	25,19	23,23	18,66	24,80	21,67	34,06
III. 9.	40,59	43,07	40,46	42,16	34,96	38,89
III. 23.	170,85	164,41	169,80	154,53	165,36	173,33
IV. 15.	69,17	72,96	66,43	67,61	68,00	68,78
IV. 27.	32,24	27,41	27,93	25,19	23,10	30,15
V. 11.	34,85	28,45	29,88	28,97	27,02	31,19
V. 26.	46,20	45,81	31,98	33,02	33,15	41,37
VI. 8.	25,06	34,59	30,15	42,55	35,57	42,42
VI. 22.	46,59	55,34	53,51	31,58	31,45	37,33
VII. 6.	11,62	13,57	11,75	10,70	10,44	12,40
VII. 21.	7,83	8,35	9,40	7,31	7,96	8,61
VIII. 3.	22,58	19,58	21,01	19,84	13,31	14,36
VIII. 17.	13,05	8,59	10,31	7,83	11,62	11,62
IX. 14.	34,98	19,84	34,98	32,19	22,84	29,37
X. 11.	7,31	8,61	8,22	8,74	10,55	6,66
X. 26.	9,27	9,31	11,49	11,35	6,92	7,83
XI. 9.	7,05	8,09	6,13	4,83	10,05	6,79
XI. 23.	16,18	17,75	17,75	15,14	15,14	16,58
XII. 7.	59,65	57,17	59,12	75,00	58,08	-
XII. 21.	25,19	21,67	22,71	15,27	15,79	21,67

4. táblázat: A Tisza összes bakterioplanktonjának rövid  
 periódusu alakulása a kiskörei mintavételi helyen  
 1977-ben

Mv. idő	Vizhozam m <sup>3</sup> /sec	Összes bakterioplankton 10 <sup>6</sup> ind/ml
IV. 18.	2134	23,75
IV. 19.	2100	32,24
IV. 20.	2056	23,62
IV. 21.	2000	32,63
IV. 22.	1924	52,34
IV. 25.	1561	40,98
IV. 26.	1401	20,62
IV. 27.	1321	19,19
IV. 28.	1316	29,89
IV. 29.	1303	28,19
IV. 30.	1260	36,54
V. 2.	1143	32,63
V. 3.	1100	21,67
V. 4.	1064	21,01
V. 5.	1040	20,09
V. 6.	1000	16,58
V. 9.	773	9,14
V. 10.	760	10,44
V. 11.	647	9,92
V. 12.	647	9,53
V. 13.	689	21,79
V. 14.	670	13,18
V. 16.	590	12,14
V. 17.	539	12,79
V. 18.	539	15,40
V. 20.	539	8,48
V. 23.	471	7,44
V. 24.	439	5,61

5. táblázat: A Tisza összes bakterioplanktonjának rövid periodusu alakulása a kiskörei mintavételi helyen  
1977-ben

Mv. idő	Vizhozam m <sup>3</sup> /sec	Összes bakterioplankton 10 <sup>6</sup> ind/ml
VIII. 2.	240	27,93
VIII. 3.	235	11,35
VIII. 4.	340	38,24
VIII. 8.	475	25,45
VIII. 9.	423	22,45
VIII. 10.	361	56,12
VIII. 11.	325	60,95
VIII. 15.	280	21,14
VIII. 16.	323	27,93
VIII. 17.	295	21,93
VIII. 18.	307	97,89
VIII. 19.	340	13,05
VIII. 22.	311	13,83
VIII. 23.	345	15,92
VIII. 24.	430	15,92
VIII. 25.	570	-
VIII. 26.	694	29,37
VIII. 27.	750	27,53
VIII. 28.	620	35,63
VIII. 29.	540	61,99
VIII. 30.	440	37,33
VIII. 31.	360	28,32
IX. 1.	300	16,18
IX. 5.	220	3,13
IX. 6.	220	3,13



6. táblázat: A Tisza 1974. április 23-24-i  
24 órás vizsgálatának összes bakterio-  
plankton adatai Kiskörénél

Hv. idő	Összes bakterioplankton $10^6$ ind/ml
15 <sup>00</sup>	9,90
18 <sup>00</sup>	12,84
21 <sup>00</sup>	14,22
24 <sup>00</sup>	15,90
03 <sup>00</sup>	14,76
06 <sup>00</sup>	12,96
09 <sup>00</sup>	14,76
12 <sup>00</sup>	13,50
15 <sup>00</sup>	11,34
18 <sup>00</sup>	14,34

7. táblázat: Az összes bakterioplankton alakulása  
a Tisza Kiskörei szelvényében  
1974. április 9-én

Mv. hely	Összes bakterioplankton $10^6$ ind/ml
4 felszín	13,62
4/2 /2 m/	14,53
4/4 /4 m/	13,74
4/6 /6 m/	12,00
4/8 /8 m/	14,10
4/10/10 m/ fenék	60,00

8. táblázat: A Tisza összes bakterioplanktonja az  
1974. március 22-i hossz-szelvény vizsgálat-  
kor

Mv. hely	fkm	Összes bakterioplankton $10^6$ ind/ml
Tisza, Sajó fölött	497	6,12
Sajó a torkolat- nál	495	11,58
Tisza Polgárnál	486	7,98
Tiszakeszi	470	7,44
Tiszacsege	456	8,46
Tiszafüred	433	7,02
Tiszaderzs	415	8,10
Kisköre	404	6,54
Tiszaroff	380	8,44
Nagykörü	364	9,84
Szolnok, Zagyva fölött	335	9,60
Szeged	177	11,34

9. táblázat: A Tisza hossz-szelvény vizsgálatának összes bakterioplankton adatai 1975. június 8-16.

Mv.hely	fkm	Összes bakterioplankton 10 <sup>6</sup> ind/ml
Tisza	718	5,74
Szamos	698	71,39
Tisza	673	81,18
Tisza	638	76,09
Tisza	549	74,00
Bodrog	550	65,65
Tisza	537	64,61
Tisza	525	73,61
Tisza	497	71,39
Sajó	946	51,16
Tisza	481	67,87
Tisza	470	75,96
Tisza	457	75,18
Tisza	434	73,74
Tisza	415	67,87
Tisza	409	66,56
Tisza	380	77,92
Tisza	364	71,78
Tisza	335	78,96
Zagyva	334	22,93
Tisza	320	72,04
Tisza	266	73,87
Tisza	247	76,48
Kőrös	242	29,46
Tisza	234	80,01
Tisza	216	89,27
Tisza	177	78,18
Maros	175	87,97
Tisza	174	92,27
Tisza	168	86,66

10. táblázat: A Tisza hossz-szelvény vizsgálatának  
 összes bakterioplankton adatai 1975. szeptember 18-27.

Mv.hely	fkm	Összes bakterioplankton 10 <sup>6</sup> ind/ml
Tisza	549,3	35,89
Bodrog	550	41,90
Tisza	545	38,24
Tisza	535	28,71
Tisza	524,3	28,97
Tisza	506	27,02
Sajó	496	27,15
Tisza	486	35,50
Tisza	467,4	35,37
Tisza	437	34,46
Tisza	434	37,85
Tisza	415	36,00
Tisza	404	28,06
Tisza	402	25,19
Tisza	400	34,06
Tisza	395	26,76
Tisza	390	24,80
Tisza	385	28,19
Tisza	380	26,36
Tisza	369,2	26,36
Tisza	335	23,49
Zagyva	334	32,37
Tisza	320	30,15
Tisza	306	20,49
Tisza	266,5	16,71
Tisza	245	18,01
Tisza	234	17,36
Kőrös	242	11,22
Tisza	211	15,53
Tisza	194	18,40
Tisza	177	12,27
Maros	175	5,48
Tisza	174	12,66
Tisza	168	15,14



11. táblázat: A Tisza magyarországi szakaszán végzett hossz-szelvény vizsgálatösszes bakterioplankton adatai mv. idő:1977. augusztus 21-28.

Mv.hely	fkm	Vizhozam m <sup>3</sup> /sec	Bakterioplankton · 10 <sup>6</sup> ind/ml	Biomassza g/m <sup>3</sup>
Tisza	717	264	35,37	9,87
Tisza	707	264	42,42	11,98
Tisza	689	264	59,65	15,10
Tisza	670	270	72,70	18,49
Szamos	1	44	61,34	15,54
Tisza	617	340	84,97	21,53
Tisza	594	550	59,12	14,95
Tisza	568	550	43,98	11,15
Tisza	545	448	43,33	10,86
Bodrog	1	112	16,45	4,65
Tisza	524	-	34,06	6,17
Tisza	506	-	38,89	7,33
Tisza	498	-	44,77	11,40
Tisza	491	572	49,47	12,70
Sajó	1	38	33,15	6,20
Tisza	478	572	24,28	6,04
Tisza	457	432	29,50	7,60
Tisza	434	432	48,16	12,17
Tisza	415	566	33,41	6,20
Tisza	404	566	26,89	6,06
Tisza	380	647,8	12,01	3,04
Tisza	369	647,8	35,37	8,87
Tisza	336	647,8	15,92	4,05
Zagyva	1	4,4	34,33	8,52
Tisza	323	652	33,67	6,32
Tisza	305	652	20,10	7,52
Tisza	267	620	28,84	7,35
Tisza	244	620	15,66	3,57
Kőrös	2	30	70,48	26,17
Tisza	216	660	31,06	7,15
Tisza	188	830	42,03	9,69
Tisza	177	830	27,67	6,46
Tisza	164	980	24,41	5,62
Maros	2	160	12,92	3,68

12. táblázat: Nátriumkazeinat és nutrient táptalajon nőtt heterotróf mikroorganizmusok mennyiségi viszonyai a Tisza hossz-szelvényében. 1977. augusztus 22-28.

Mv.hely	fkm	10 <sup>3</sup> csira/ml Na-kazeinat agaron	10 <sup>3</sup> csira/ml Nutrient agaron
Tisza	717	383	118
Tisza	707	255	191
Tisza	689	301	77
Szamos	1	270	137
Tisza	670	359	23
Tisza	617	481	140
Tisza	594	224	27
Tisza	568	40	4,5
Tisza	545	35	1,5
Bodrog	1	129	3,9
Tisza	524	42	1,7
Tisza	506	174	5,2
Tisza	498	86	2,3
Sajó	1	331	26
Tisza	491	61	40
Tisza	478	74	4,5
Tisza	457	93	2,7
Tisza	434	69	1,5
Tisza	415	51	2,1
Tisza	404	48	2,4
Tisza	380,	14	2,5
Tisza	369	49	4,5
Tisza	336	364	4,5
Zafyva	1	1160	652
Tisza	323	332	22
Tisza	305	34	9,7
Tisza	267	33	2,7
Tisza	244	54	12
Kőrös	1	148	22
Tisza	216	118	13
Tisza	188	102	7,4
Tisza	177	210	46
Maros	1	68	7,6
Tisza	164	86	13

13. táblázat: A Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán  
végzett bakteriológiai vizsgálatok adatai  
1977. február 22-23.

Mv.hely	fkm	Bakterioplankton $10^6$ ind/ml	Biomassza $\text{g/m}^3$
Tisza	524	107,55	30,44
Tisza	506	126,60	35,80
Tisza	498	67,09	18,89
Sajó	1	75,97	21,42
Tisza	491	67,09	18,89
Tisza	478	55,60	15,79
Tisza	468	55,60	15,79
Tisza	457	59,78	16,91
Tisza	434	61,34	17,20
Tisza	415	59,25	16,63
Tisza	404	23,75	6,77
Tisza	400	-	-
Tisza	380	43,59	12,40

14. táblázat: A Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán  
 végzett bakteriológiai vizsgálatok adatai  
 1977. március 21-23.

Mv.h.	fkm	Bakterioplank- ton $10^6$ ind/ml	Biomassza g/m <sup>3</sup>	Összes csiraszám Na-ka- zeinatos agaron $\cdot 10^3$
Tisza	524	18,01	5,08	101
Tisza	506	24,84	6,22	73
Tisza	498	19,19	4,55	-
Tisza	491	-	-	-
Sajó	1	-	-	-
Tisza	478	14,75	3,29	50
Tisza	468	11,09	2,63	35
Tisza	457	10,31	2,53	-
Tisza	434	12,01	3,38	-
Tisza	415	11,75	3,38	76
Tisza	404	12,66	3,27	106
Tisza	400	-	-	109
Tisza	380	9,14	2,53	-

15. táblázat: A Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán  
végzett bakteriológiai vizsgálatok adatai  
1977. április 26-28.

Mv.h.	fkm	Bakterioplankton $10^6$ ind/ml	Biomassza $\frac{g}{m^3}$	Összes csiraszám Na-kaze- inat agaron $\cdot 10^3$
Tisza	524	28,19	6,69	203
Tisza	506	17,62	6,08	212
Tisza	498	-	-	157
Tisza	391	21,67	5,26	185
Sajó	1	14,75	3,59	199
Tisza	478	23,36	5,48	108
Tisza	468	37,07	8,85	215
Tisza	457	22,45	5,26	135
Tisza	434	23,36	5,47	182
Tisza	415	18,40	4,26	185
Tisza	404	19,19	4,55	206
Tisza	400	-	-	-
Tisza	380	21,93	5,26	153

16. táblázat: A Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán  
végzett bakteriológiai vizsgálatok adatai  
1977. május 24-26.

Mv.hely	fkm	Bakterioplankton $10^6$ ind/ml	Biomassza g/m <sup>3</sup>	Összes csiraszám Na-ka- zeinat agaron . $10^3$
Tisza	524	16,71	5,42	32,7
Tisza	506	7,44	1,90	36
Tisza	498	16,18	3,01	36
Sajó	1	25,84	6,93	30
Tisza	491	15,79	3,01	208
Tisza	478	12,79	2,44	59
Tisza	468	13,31	2,44	25
Tisza	457	10,31	1,87	34
Tisza	434	19,97	5,63	36
Tisza	415	12,27	3,04	33
Tisza	404	10,05	2,53	33
Tisza	400	12,40	1,52	24
Tisza	380	11,22	1,62	25



17. táblázat: A Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán  
végzett bakteriológiai vizsgálatok adatai  
1977. július 4-9.

Mv. hely	fkm	Bakterio- plankton $\cdot 10^6$ ind/ml	Biomasz- sza g/m <sup>3</sup>	Összes csiraszám Na-kazeinat aga- ron $\cdot 10^3$	Összes csiraszám Nutrient agaron $\cdot 10^3$
Tisza	524	63,20	15,96	1072	734
Tisza	506	61,47	15,58	14	7,5
Tisza	498	38,11	9,62	11	14
Sajó	1	10,18	2,53	316	6,5
Tisza	491	36,54	9,25	35	1,5
Tisza	478	33,15	8,36	43	10
Tisza	468	32,89	8,36	27	18
Tisza	457	33,28	8,36	396	250
Tisza	434	22,58	5,83	17	5,3
Tisza	415	10,18	2,43	8,7	7,4
Tisza	404	9,66	3,00	9,9	9,2
Tisza	400	9,40	2,65	340	678
Tisza	380	9,27	2,65	14	9,7

18. táblázat: A Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán végzett bakteriológiai vizsgálatok adatai 1977. július 25-29.

Mv. hely	fkm	Bakterio-plankton $10^6$ ind/ml	Biomassza g/m <sup>3</sup>	Összes csiraszám Na-kazeinat ron $\cdot 10^3$	Összes csiraszám Nutrient agaron $\cdot 10^3$
Tisza	524	48,16	10,60	32	3,2
Tisza	506	48,81	9,61	14	4,0
Tisza	498	61,08	13,46	31	7,7
Sajó	1	8,74	2,09	45	2,7
Tisza	491	53,25	11,70	313	9,5
Tisza	478	45,29	10,12	29	14,7
Tisza	468	39,42	8,86	34	12,3
Tisza	457	36,15	9,91	39	13,2
Tisza	434	38,37	5,87	69	14,4
Tisza	415	16,45	5,12	103	4,0
Tisza	404	24,15	10,22	41	1,5
Tisza	400	27,15	11,01	21	1,0
Tisza	380	21,67	11,53	22	2,2

19. táblázat: A Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán  
végzett bakteriológiai vizsgálatok adatai  
1977. augusztus 24-25.

Mv. hely	fkm	Bakterio- plankton $10^6$ ind/ml	Biomasz- sza g/m <sup>3</sup>	Összes csiraszám Na-kazeinat aga- $10^3$	Összes csiraszám Nutrient agaron $10^3$
Tisza	524	34,06	6,17	42	1,7
Tisza	506	38,89	7,33	174	5,2
Tisza	498	44,77	11,40	86	2,3
Sajó	1	33,15	6,20	331	26
Tisza	491	49,47	12,70	61	40
Tisza	478	24,28	6,04	74	4,5
Tisza	468	-	-	-	-
Tisza	457	29,50	7,60	93	2,7
Tisza	434	48,16	12,17	69	1,6
Tisza	415	33,41	6,20	51	2,1
Tisza	404	26,89	6,06	48	2,4
Tisza	400	-	-	-	-
Tisza	380	12,01	3,04	14	2,5

20. táblázat: A Tisza Tiszalök-Tiszaroff szakaszán  
végzett bakteriológiai vizsgálatok adatai  
1977. szeptember 13-15

Mv. hely	fkm	Bakterio- plankton •10 <sup>6</sup> ind/ml	Biomasz- sza g/m <sup>3</sup>	Összes csiraszám Na-kazeinat aga- • 10 <sup>5</sup>	Összes csiraszám Nutrient agaron • 10 <sup>5</sup>
Tisza	524	5,87	1,49	85	3,0
Tisza	506	7,96	1,01	64	1,2
Tisza	498	6,13	2,83	6,8	0,5
Tisza	491	6,26	1,76	66	0,7
Sajó	1	3,65	1,14	108	2,3
Tisza	478	7,05	1,98	18	1,0
Tisza	468	5,87	1,66	8,1	6,4
Tisza	457	6,53	1,84	16,3	0,6
Tisza	434	3,92	1,22	5,6	1,4
Tisza	415	4,44	1,38	2,3	0,4
Tisza	404	5,61	1,74	3,1	0,3
Tisza	400	4,83	1,50	4,2	0,6
Tisza	380	4,83	1,50	9,8	0,6

K É P E K



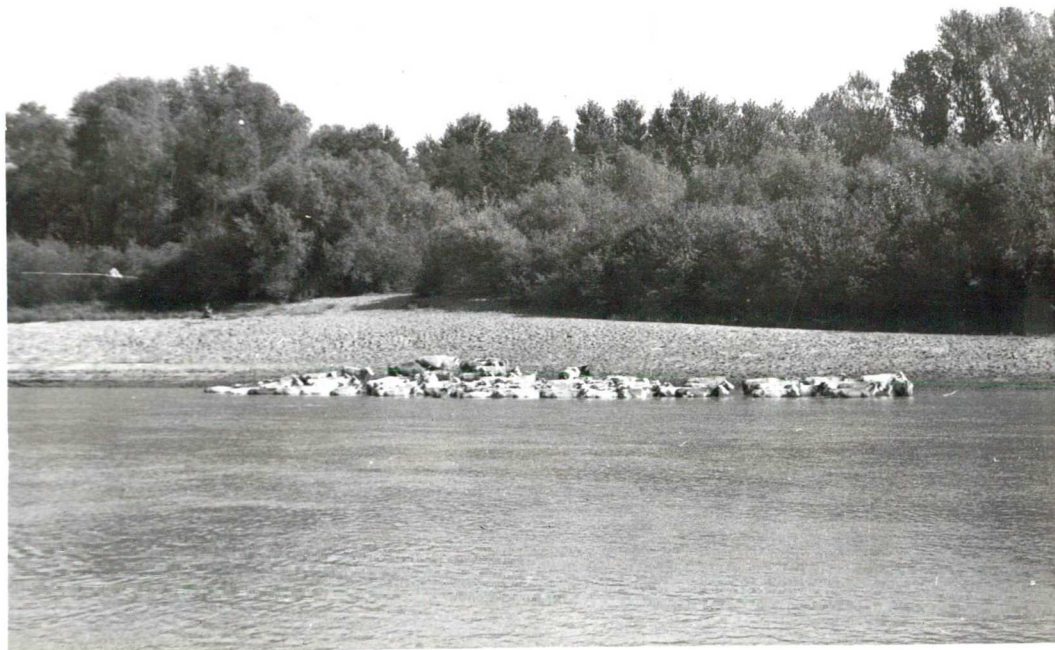


1. kép: A „Kisköre” mintavételi hajó Kiskörénél, a felvizen



2. kép: Felső-Tiszai táj





3. kép: Homokos part

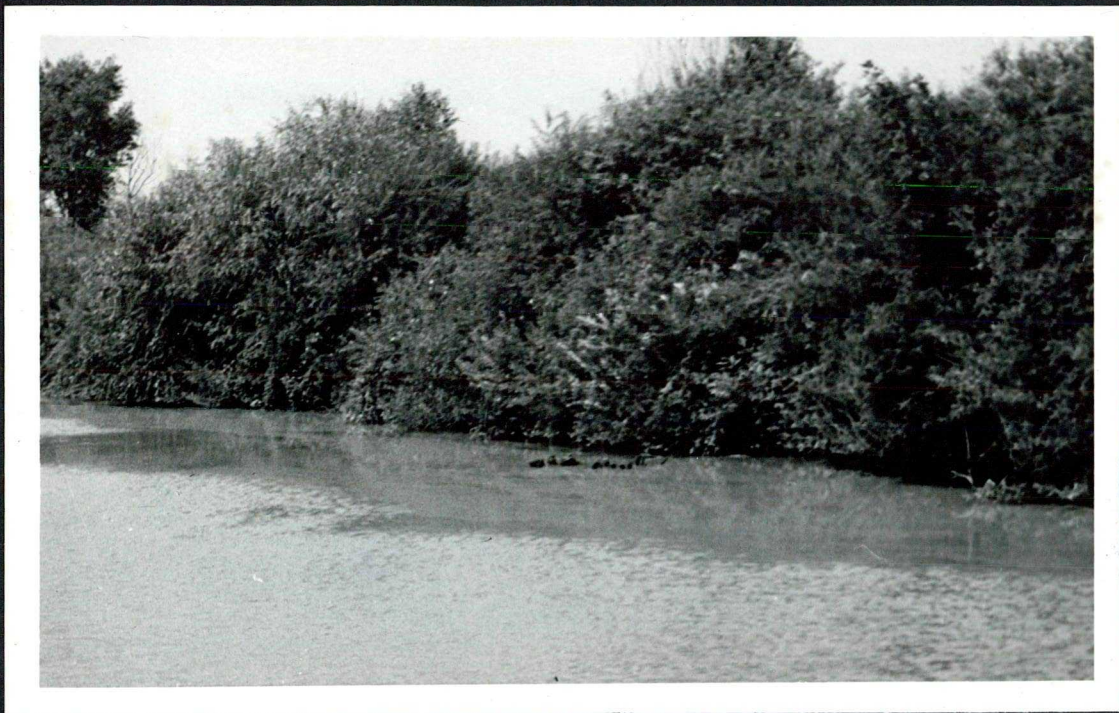


4. kép: A Tisza-löki-Vizlépcső





5. kép: A Tisza Leninvárosnál



6. kép: A Tisza mederduzzasztott szakasza Tiszaderzsénél



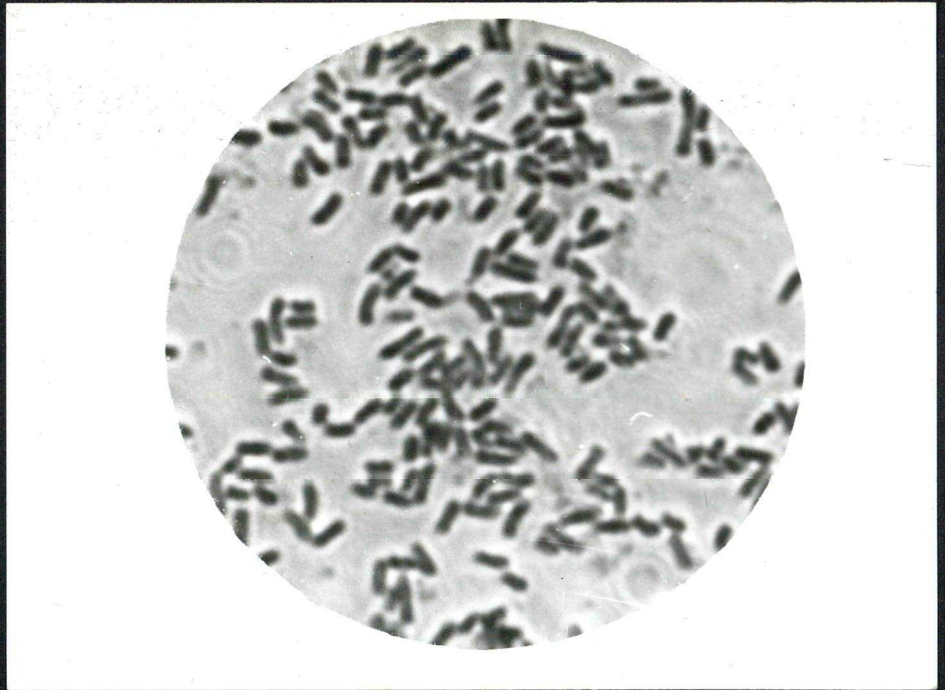
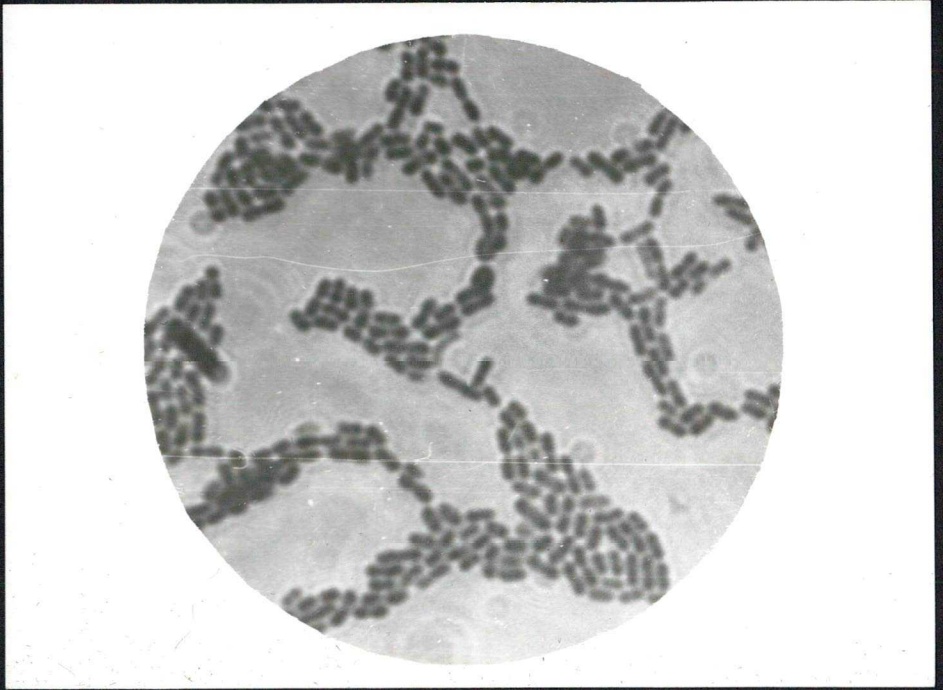


7. kép: A Kiskörei Vizlépcső alvizi oldala



8. kép: A Tisza Sajfoknál





9-16. kép: Baktériumtenyészetekből származó, különböző festési eljárással készült baktériumformák mikroszkópikus képe



