

KÖRNYEZETVÉDELMI VONATKOZÁSOK AZ ALGÁK SZERVESANYAG-ÉRTÉKESÍTŐ KÉPESSÉGE ÉS AZ ALGA-INDIKÁCIÓ TERÜLETÉN

KISS ISTVÁN

I. Bevezetés

A környezetvédelem napjainkban világprobléma, mert az emberi tevékenység a természetet nemcsak meghódítja, hanem helyenként és időnként súlyosan károsítja vagy el is pusztítja. A levegő, a víz és a talaj védelme egészséges környezetünk és létünk fennmaradásának záloga. Ezek körültekintő megóvása nemcsak a jó felismerések, kutatási eredmények, döntések és rendelkezések kérdése, hanem a társadalmi összefogás, általános tudatformálás, azaz a felvilágosító és nevelési munka kérdése is. Hazánkban a környezetvédelemről az 1976. évi II. törvény rendelkezett, s ennek alapján a környezet védelme nálunk az állami politika rangjára emelkedett, s ennek megfelelően az V. és VI. Ötéves terveknek is része lett.

Nagy hatást keltett GONDA GYÖRGY államtitkárnak, az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal elnökének a környezetvédelmi törvény végrehajtásának tapasztalatairól tartott beszámolója, amelyet 1981. okt. 9-én az országgyűlés őszi ülészakán tartott [4]. Elvi megállapítása: a mezőgazdaságot fejleszteni és egyidejűleg a környezetet megóvni kell is és lehet is. Értekezésünk irányulása szempontjából alapvetően fontos a következő megállapítása:

„A környezetvédelemnek nem lehet célja, hogy a mezőgazdaság fejlődését visszafogja, de a mezőgazdaságot úgy kell fejleszteni, hogy az legyen tekintettel a környezet teherbíró képességére, a környezeti viszonyokra, végső fokon az emberek életére, egészségére. Azok az anyagok szennyezik leginkább a környezetet, amelyeket a mezőgazdaság nem hasznosít, amelyeket feleslegesen, gondatlanul használnak fel, és amelyek például nem a növényzetbe épülnek be, hanem a vízfolyásokba kerülnek.” Reális, mértékadó megállapítás. A mindennapi kenyeret megtermesztők közössége majd cselekszik úgy, mint az élő növény, amely anyagcseréjében lehetőségei szerint sokszor reutilizál, újra hasznosít...

Ez az értekezés az *eutrofizáció* folyamatának okaira mutat rá, részben saját tapasztalatok, részben az újabb növényfiziológiai-biokémiai megismerések alapján. Az eutrofizáció fogalma leginkább a Balaton megvédésével kapcsolatban vált hirtelen közzismertté. Ennek szabatos meghatározását WOYNAROVICH [32] adta, amely szerint *„Az eutrofizálódás (eutrofizáció) a növényi tápanyagok, elsősorban foszfor, továbbá nitrogén és organogén bomló szervesanyagok ember által (vagy mesterségesen) eldőlített feldúsulása az élővizekben.”* Ilyen folyamat létezik a természetben is, de az a környezeti egyensúlyt nem bontja meg.

Az eutrofizáció következményeként jelentkeznek vizeinkben az egysejtű algák elszaporodása, a tömegprodukció, amelynek planktogén formáját „vízvirágzás” kifejezéssel szokás illetni. A vízvirágzás többnyire feltűnő jelenség, amely jelzi, hogy folyamatban van a tápanyagok feldúsulása, az eutrofizáció. Elsősorban a vízvirágzás feltűnő jelenségeiről terelődött a figyelem egyes algacsoportok, majd egyes algaspecie-ek azon sajátága felé, hogy megjelenésükkel jelzik, indikálják az eutrofizációt. E meglátás reális alapokon nyugszik, s innen ered az algákra vonatkozóan a biológiai

vízminősítésben használt „indikátor-szervezet” fogalma. Ez az indikáció azonban összetett életfolyamatok láncolata, amely csak növényfiziológiai-biokémiai kutatómunkával tárható fel. Ilyen kutatómunkát azonban még napjainkban is csak nagyon szórványosan végeznek, ezért a régebbi idő óta ismert jelenségek értelmezése számos vonatkozásban ma is bizonytalan. Mindenekelőtt szükséges a már ma is meglévő ismeretegyüttes figyelembe vétele, amelynek segítségével az algák táplálkozás-fiziológiáját a korábbi nézeteknél realisabban lehet magyarázni, s ezen keresztül az alga-indikáció is realisabb alapokra helyezhető.

A továbbiak megkövetelik, hogy bevezetesként még a biológiai vízminősítés fő tulajdonságcsoportjairól, mint a biológiai vízminőség mutatóiról is szóljunk. Ezek a következők: halobitás, trofitás, szaprobitás, toxicitás.

A *halobitás* fogalmkörébe szokás összefoglalni a víznek mindazon szerves kémiai sajátosságait, amelyek biológiai szempontból fontosak. FELFÖLDY [2] szerint „... nagyrészt az élettelen környezet adottsága, amit az élővilág csak különleges körülmények között alakít, általában alkalmazkodik hozzá.” Egyik legfontosabb tényezője az összes sótartalom, illetve az ionos alkotórészek koncentrációja, amelyet szalinitás néven ezrelékben szokás kifejezni (‰). E tekintetben 4 főcsoportról szokás beszélni. Halinikus vizek alkotják a tengerek és óceánok vizét. Szalinitása átlag 35 ezrelék. Mixohalinikus vagy félsós vizek csökkent sótartalmúak, a folyók tengerbe torkollásánál keletkeznek. Szalinitásuk 0,5—18 ezrelék között ingadozik. Limnohalinikus vizek a tengerrel össze nem függő, kontinentális vizek. Sótartalmuk minőségileg nagyon változatos, szalinitásuk a legszélsőségesebb, 0,5—330 ezrelék között ingadozik. Limnikus vizek vagy édesvizek hétköznapi leggyakoribbak, szalinitásuk a 0,5 ezreléket sem éri el, literenként 500 mg-nál kevesebb sót tartalmaznak. Bár a halobitás a pH-értéket is magába foglalja, mégis úgy látjuk, hogy ezt célszerű lenne jobban kihangsúlyozni, s pl. ionítás vagy hidrogén-ionítás kifejezéssel megnevezni, esetleg külön mutatóként is felvenni. Ez a fiziológiai-biokémiai szempontra is jobban ráirányítaná a figyelmet. Erről a továbbiakban még szólunk.

A *trofitás* az elsődleges szervesanyag-termelés erőssége a vízben, azaz a vízi ökoszisztéma termőképessége. Legfontosabb tényezőiként szokás említeni a fényt, a hőmérsékletet, szerves növényi tápanyagokat és a zöld növények jelenlétét. Mai ismereteink szerint e felsorolást ki kell egészíteni bizonyos szerves vegyületekkel is, amelyek a szerves-anyagok bomlásakor keletkeznek. WOYNÁROVICH az eutrofizációról szóló meghatározásában az organogén bomló szerves-anyagokat már felveszi. Értekezésünk következő, legrészletesebb fejezete az algák szerves-anyagokat hasznosító képességével foglalkozik.

A *szaprobitás* a vízi ökológiai rendszer szerves-anyagokat lebontó képessége, amely az elsődleges termeléssel szemben nyilvánul. Legfontosabb tényezői: megfelelő hőmérséklet, oxigén, lebontható („hozzáférhető”) szerves anyag és a lebontásban szereplő mikroszervezetek, amelyek bizonyos szerves-anyagokat testükbe is beépítenek. A lebomlás eredménye szerves vegyületek, illetve ásványi sók, ezért e folyamatot mineralizációnak is szokás nevezni. Az ásványi anyagok túlnyomórészt az autotróf növények számára felvehető tápanyagok, ezért a szervesanyag-mennyiség csökkenése a trofitás fokát növeli. A víz szerves anyagokkal való szennyezettsége mértékéről többféle módszer nyújthat tájékoztatást. Szempontunkból legfontosabbak az ökológiai módszerek, amelyek a szennyezettség mértékét jelző, ún. szaprobitáns szervezetek jelenlétét veszik alapul. A kérdéskorról és problémáiról FELFÖLDY munkája [2] nyújt összefoglalást. Az újabb eredmények alapján a szaprobitás és a trofitás nemcsak úgy függnek össze, hogy a szaprobitásban szereplő organikus anyagok mineralizálódás révén a trofitás fokát növelik, hanem azáltal is, hogy egyes algák bizonyos szerves vegyületeket szelektív módon felvenni és hasznosítani képesek. E tanulmány következő része erről szól.

A *toxicitás* a vízbe jutó mérgeanyagok élőlényeket károsító vagy pusztító hatása. Mérgező lehet néhány alga anyagcsereterméke is.

A következőkben áttekintjük az algák szerves anyagokat értékesítő képességére vonatkozó ismereteket, majd ezek alapján a biológiai vízminősítés fő kérdéseit vitatjuk meg.

II. Az algák szerves anyagokat értékesítő képessége

Az algák klorofillpigmenttel rendelkező növényi szervezetek, ezért az volt a véleményem róluk, s a leegyszerűsítés szerint még ma is az, hogy fotoszintetizálnak és csak ásványi anyagokkal táplálkoznak. Kétségtelen, hogy az algák részbeni heterotróf táplálkozására vonatkozóan viszonylag kevés adat ismeretes. Közöttük azonban vannak olyanok is, amelyek kétségtelenül bizonyítják egyes algák részleges heterotrofiáját. A következőkben először arról a feltűnő jelenségről szólunk, hogy a szerves anyagokkal való szennyeződések nyomában gyakran a vizet is színező alगतömegtermékek lépnek fel, majd az ide vonatkozó kísérleti-életteni eredményeket foglaljuk össze.

A) Alगतömegtermékek kialakulása szerves szennyeződések után

Sokféle szerves anyaggal való szennyeződés nyomán figyeltem meg már alगतömegtermékek jelenségeit. Ezek kezdetben is azt a gondolatot ébresztették, hogy a bomló szerves anyagokban olyan szerves vegyületek lehetnek, amelyek az algák fejlődését és szaporodását serkentik, sőt esetleg még mint közvetlenül felvehető tápanyagokként is szerepelnek. Ezek némelyikéről már megemlékeztem, többségükről azonban most adok összefoglalóan számot.

1. Nagyon hétköznapi alगतömegtermékek jelenség az *Euglena viridis* EHR. kis szennyezett víztartókban fellépő fűzöld tömegterméke. Utcai árkokban, szennyvízlevezető csatornáknál minden évszakban tömegtermékeket alakíthat ki, vagyis jellegzetes euryterm szervezet. Különösen kedveli az esővízzel vagy bevezetett vízzel felhígított trágyalécsatornák vagy trágyalékutak vizét. A trágyalékutak környékét, peremi részeit néha zöld „talajvirágzással” burkolja be, mivel a talajt a trágyalé átította. Több ízben észleltem azt is, hogy télen hó alatt az *Euglena viridis* ugyancsak létrehozhat tömegterméket, amely csak taposás nyomán válik láthatóvá. Az ilyen helyeken korábban trágyakazlak állottak.

2. Szennyvízlevezető csatornáknál az *Euglena intermedia* (KLEBS) SCHMITZ is gyakran létrehoz zöld tömegtermékeket.

3. Vízirágzásos tömegtermékek kialakítója gyakran az *Euglena polymorpha* DANG. is, amely igen jó indikátora annak, hogy a víz szervesanyagával eutrofizálódott. Erre tanulságos emlékként említhető a pusztaföldvári Harangos-ér vízvirágzás nyomában fellépő nagymérvű halpusztulása. A Dél-Tiszántúlon, főként a békés-csanádi löszháton 1942-ben hatalmas árvíz jellegű belvíz jelentkezett. Ennek jelei már 1941-ben is mutatkoztak, s a folyton gyarapodó vízbe az ottani gazdák halat telepítettek. Ugyanott azonban belterjes libatenyésztésbe is kezdtek, s e háziszárnyasok trágyája a vizet erősen eutrofizálta. Ennek nyomában jelentkezett az *Euglena polymorpha* hatalmas tömegterméke, amely a halállomány teljes kipusztulását eredményezte [22]. A kismérvű eutrofizálódás csupán a fitoplanktont dúsította volna.

4. Az Orosháza nyugati határában levő Kis-Szék szikes tava is az 1930-as évek elejétől mindinkább eutrofizálódott, mivel e szikes tóba kommunális szennyvizet vezettek. Az *Euglena polymorpha* itt is 1939. árp. 3-tól kezdődően terjedelmes vízvirágzást alakított ki. E jelenség két felsikló frontot megelőző prefrontális szirokkós légköri állapothoz kapcsolódott, s alkalmas volt meteorobiológiai kielemezésre is. E tömegterméket létrehozó külső feltételekkel kapcsolatban 1951-ben a következőket írtam: „... a fotoszintetikus szervezetek tömegterméke korántsem csupán a szükséges anorganikus sók, CO₂, napfény, megfelelő hőmérséklet stb. kérdése, hanem nélkülözhetetlenek még bizonyos biokatalizátorok, vitamin és hormonszerű anyagok is, amelyek a szervezetek életfolyamatait irányítják, illetve azok lefolyását serkentik.

Mennél sekélyebb a víz, tápanyagban rendszerint annál gazdagabb, s így annál mozgalmasabb benne az élet is” [16].

5. Ugyancsak az orosházi Kis-Szék vizét 1943-ban a *Lepocinclis fusiformis* (CARTER) LEMM. tömegprodukciója is színezte. A társulás szempontjából igen tanulságos volt, hogy e tömegprodukció kezdetben „vegyes”-nek indult, leggyakoribbak voltak benne az *Euglena acus* EHR., a *Phacus longicauda* (EHR.) DUJ., a *Phacus triqueter* (EHR.) DUJ., a *Trachelomonas crebea* KELL. és a *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) BRÉB., s a *Lepocinclis* csak ritkán mutatkozott. Alig egy hét időtartam alatt a *Lepocinclis* felülkerekedett, s ő lett a társulás tömegproducense. Az adott körülményeket nyilván ez a species tudta leginkább kihasználni, a társszervezetek sem lehetnek felszaporodásának akadályai, s esetleg vitalitása is fokozódhatott [21].

6. Az orosházi Kis-Szék gáttal elválasztott kis részletében az edáfikus viszonyok szinte szélsőségesen kedvezővé váltak azáltal, hogy vizébe a szomszédos tanyaudvar trágyatelepéről az esővíz időnként sok szerves anyagot juttatott. Ez azt az algológiai „nevezetességet” eredményezte, hogy benne szinte állandó jellegűvé vált a vízvirágzás jellegű bioseston-színeződés. Itt télen-nyáron egyaránt „virágozott” a víz, s a felületi színeződés átmenetileg csak egy alkalommal szünetelt. E kis biotopban különösen a *Trachelomonas* speciei voltak nagy számban jelen, s variabilitásuk is nagymérvű volt. Ennek fixált anyagából külföldi kutatók is kértek, s benne a *Trachelomonas*-állományt „szinte páratlan”-nak minősítették. Mindez arra ösztönzött, hogy e fajokkal élettani kísérleteket is végezzek [15].

7. Az *Euglenophyta* phylum képviselőinek bomló szerves anyagokat kedvelő természetét első ízben Pusztaföldvár északi határában észleltem. Egy tanyai úsztató pocsolya és a trágyatelep hígított trágyaleves gödrében az *Euglena viridis* 1930. augusztus 3-án hirtelen, szinte a szemünk láttára zöld vízvirágzást hozott létre. Augusztus 3-án kora reggel a pocsolyavíz felülete foltosan zöldülni kezdett, s a nap folyamán a víz teljesen kiszögdült. Hasonló folyamat ment végbe a különálló trágyaleves gödörben is. Ekkor hallottam édesapámtól első ízben azt a néphagyománybeli időjárásiregulát, hogy „zöldül a víz, eső lesz”. Ez hosszadalmas meteorobiológiai vizsgálatokra indított, amelyek az „időérzékenység”-hez hasonló jelenségek feltárására vezettek [19, 26].

8. A bomló szerves anyagok jelenlétére számos egyéb alga is kedvezően reagál. A zöldalgák közül különösen a *Volvocales* képviselői kedvelik a szerves anyagokat is tartalmazó vizeket. Az *Eudorina elegans* EHR. első látványosságának is beillő vízvirágzását 1936 nyarán Pusztaföldvár északi határában észleltem. A pocsolyavíz sertések fürdetésére és kacsák úsztatására szolgált, ezért állandóan sok szervestrágyaanyagot tartalmazott. Aljzata feketeszapos, vasszulfidos volt. A vízvirágzást kezdetétől figyelemmel tudtam kísérni, ezért alkalmas volt meteorobiológiai kiértékelésre is.

9. Az *Eudorina elegans* 1968 és 1973 nyarán a Mártély község mellett levő Holt-Tiszában is terjedelmes vízvirágzásokat hozott létre. A ma már szinte „üdülővárossá” kiépült szép üdülőtelep vize akkor még kommunálisan is szennyeződött, amit az *Eudorina* indikált [25].

10. A jelentősen eutrofizálódott vizeket a *Chlamydomonas* speciestek is többnyire kedvelik. Különleges példaként említhető a *Chlamydomonas Steinii*, GOROSCH. vízjég- és hóvirágzása, amely Pápa Alsóvárosában a szennyvízlevezető csatorna jelentősen kiszélesedő részén jelentkezett 1944 telén. Február 28-án a jeget borító hófelületen néhány kisebb zöld folt mutatkozott, amely másnap ragyogóan napsütéses időben tovább gyarapodott. A déli órákban már három folt volt látható, egyikük 1 m² nagyságú lehetett. Messziről olyan volt a kép, mintha három csillogóan zöld bársonydarab borítaná a hó felületét. Alattuk a jég szintén zöld-eres volt, s észrevehetően

kissé felboltozódott. A jég alatt a víz szintén zöld volt. E fakultatív kryobionta tömegprodukción „gyökere” tehát a vízben jött létre, s a jég alatti bioseston-tömegek benyomultak a jégbe, azon áthatoltak, s a 3—4 cm vastag hóréteget is megszínezték. A hófelület egyenletesen zöld volt, alatta a hóréteg sűrűn zöld erezettséget mutatott. E terjedelmes jégfelületen január eleje óta két időpontban (jan. 14. és febr. 9.) *Euglena* fajok: *Euglena viridis* tömegesen, az *E. proxima* DANG. és az *E. spirogyra* EHR. járulékosan színezték a jeget és havat. E jelenségeket kezdettől figyelemmel tudtam kísérni, s így alkalmasak voltak meteorobiológiai kielemezésre is [16, 17].

11. Ugyancsak Pápán egy kerti árok összegyülemlett vizében a *Chlamydomonas incerta* PASCHER tömegprodukciónját észleltem 1944. máj. 16-án. Főként bomló étel-hulladékok szennyezték a vizet [19].

12. Szempontunkból igen jelentős az a vízvirágzás, amely 1968 augusztusában Tiszaug község vasútállomásán egy nagyméretű víztartó hordó vizét csillogó zöldre színezte. Egyedüli létrehozója az egyébként igen ritkán előforduló *Chlorogonium elongatum* DANG. volt. Az eutrofizációt a sárgadinnye (*Cucumis melo* L.) héjának darabjai okozták, amelyeket az utasok dobálhattak a hordóba. Ily módon széhidrátok, aminosavak, vitaminok és növényi hormonok az algáknak bőven rendelkezésre állottak. A vízvirágzás felülete habosodott, s a bioseston-színeződést még kb. 45—50 cm mélységben is észlelni lehetett. Pedig ide a sok dinnyehéjtől, amelyek a víz felső rétegében voltak, fény már alig-alig juthatott. Úgy látszik, hogy a kioldódott szervesanyagokat ezek a finom alkatú szervezetek hasznosították.

13. Csak az 1950-es évek végén értesültem róla, hogy VÄLIKANGAS finn kutató a finn főváros tengeri kikötőjének két kis öblözetében az *Euglena viridis* tömegprodukciónját jégbe fagyottan is megtalálta. Azonban a vastag jég alsó rétege csak a szennyvízcsatornák beömlésének környékén mutatta ezt a fakultatív kryobiontikus tömegprodukción. A jégbe záródott és a vízben levő *Euglena* egyedek valamivel kisebbek voltak az édesvízi méreteknél, s a színük is világos zöld volt [31]. Az *Euglena viridis* kis tömegprodukciónját magam is megtaláltam Bulgáriában a Fekete-tenger kis sekélyvizű kiöntésében 1963. május végén.

14. HUBER-PESTALOZZI [6] is megemlíti NIPKOV észleléseit, aki a Zürichi tavon végzett vizsgálatai során összefüggést talált a partomlások és az algák invázió jellegű felszaporodása között. A partomlások is szinte „trágyázzák” ezt a viszonylag tiszta vizet.

A felsoroltak mint egyszerű tapasztalatok is jogosan keltik azt a gyanút, hogy egyes algák a bomló szerves anyagokat szelektíve közvetlenül is felvenni és testükbe építeni képesek.

Egyébként néhány évtized óta mindinkább előtérbe kerül annak hangoztatása, hogy az algatömegprodukción edáfikus-trófikus feltételei között a szerves szennyező anyagok igen jelentős szerepük lehetnek. Ezt főként azok a tapasztalatok támasztották alá, hogy a régebben oligotróf jellegű tavak napjainkban mindinkább eutróf jellegűekké válnak, s ezért mind gyakoribbá válik bennük a vízvirágzás. Elsősorban azok a nagy és tiszta vizű tavak „betegszenek meg” a vízvirágzások fellépésével, amelyeknek vizében a szerves anyagok mennyisége növekedik — hangoztatták különösen a svájci tavakra vonatkozóan. Persze a vízvirágzás csak jelzője a „betegségnek”, az ok az elszennyeződés fokozódása [18].

B) Az algaéletteni kísérletek eredményei

A következőkben ismertetem a szerves anyagok hatására és algák által történő hasznosíthatóságára vonatkozó kísérleti eredményeket, s röviden a sókoncentráció és a lúgosság túrésére irányuló kutatásokról is szólok.

Egyes algák szerves anyagokat hasznosító képességét néhány kutató növényélet-tani kísérletekkel is igyekezett feltárni. A valóság megközelítését azonban nehezíti egyrészt a szerves anyagok sokfélesége, másrészt pedig az, hogy még egyazon speciesen belül is eltérő igényű kisebb egységek, genetikailag fixált biotípusok, törzsek léteznek. Ezért a kezdeti egyszerű élettani kísérleteken túl a valósághoz még közelebb csak a biokémiai és genetikailag is megalapozottabb fiziológiai kutatások vezethetnek. Néhány élettani kísérlet csoportosított ismertetése az egyszerűbbektől az összetettebbek felé haladva a következő:

a) Szerves anyagok kedvező hatása az Euglenophyta fajaira

1. Az *Euglena viridis* és rokonai tisztán ásványi tápoldatokban nem tenyészthetők, illetve nem tarthatók hosszabb ideig életben. A felére vagy harmadára hígított Knop-féle oldatban azonban hosszabb ideig károsodás nélkül maradnak, ha hígított trágyalevet adagolunk a tenyészetbe. A károsodás első jelei az öregedés kezdeti jeleihez hasonlítanak: a kloroplasztiszok nem csillagszerűen helyezkednek el, rendszerint feldarabolódnak, a darabok csoportosan összetapadnak, a pulzáló vakuolum nem különböztethető meg, s a stigma is hamarosan eltűnik. A további pusztulást a helyenkénti barnulás jelzi, amely lassú dezorganizálódáshoz vezet.

2. Az *Euglena polymorpha* a nagy felületű szennyezett vizek kedvelője, kis vízeken, pl. szennyvízvezető árkokban ritkán fordul elő; e téren pl. az *Euglena viridistől* lényegesen eltér. A pusztaföldvári Harangos-ér 1942-ik évi nagy *E. polymorpha* tömegprodukciónak vett minták közül a kútvízbe helyezettek — „átmosottak” — a kedvezőtlen környezetet jelezték: flagellumaikat eldobták, s erős metabolizáló mozgásba kezdtek, s hamarosan megmerevedtek. A trágyalékútóból vett hígított trágyalé hatására újból metabolizáló mozgásba kezdtek, de csak az esetben maradtak hosszabb ideig tenyésző állapotban, ha libatrágyát kaptak. A szegedi Ballagító sor egyik kis biotopjában is kialakult egy tömegprodukciónak, amely a tiszai vízbe helyezve a kedvezőtlen környezetet hasonlóan jelezte. Az adagolt trágyalé hatására az *Euglena polymorpha* sejtjei ismét metabolizálni kezdtek, s hosszú ideig életben maradtak. Ez esetben tehát a trágya milyensége nem volt döntő fontosságú.

3. Az *Euglena proxima* DANG. tömegprodukciónak 1971 júliusában az élő Tisza partmenti vizében foltosan levonulóban megtaláltam. HORTOBÁGYI [5] a Nagyfa-holtágban, UHERKOVICH az élő Tiszában több helyen észlelte [30], magam legutóbb a Tisza körtvélyesi és mártélyi holtágaiban 1981 nyarán szórványos előfordulásának találtam. A körtvélyesi anyagot a Tisza vizében is tartottam két mintával. Már másnap lehetett látni, hogy ez a környezet részükre nem megfelelő, ezért az egyik mintát a harmadik napon jól átszűrte friss körtvélyesi vízbe visszahelyeztem, s abban a szervezetek korábbi vitalitásukat csaknem visszanyerték. A körtvélyesi holtág harmadik bioszeszon-mintája átmenetileg sem került Tisza-vízbe, hanem kis mennyiségű trágyalével közvetlenül eutrofizáltam. A várt kedvező hatás azonban elmaradt. A sejtek mozgása megszűnt, flagellumaikat eldobták, s a többi szervezethez viszonyítva csak igen ritkán fordultak elő. E jelenség nehezen érthető, hiszen a körtvélyesi holtág vize is ma már erősen eutrofizált. Úgy látszik, hogy annak minősége más, mint a trágyalével kísérletileg előállított tenyészközeg.

4. A szervés anyagok, főként a bomló szerves trágya organikus anyagai az *Euglenophyta* phylum képviselőire határozottan „védőfunkciót” gyakorolnak a nagyobb sókoncentráció és a nagyobb fokú lúgosság károsító hatásával szemben. Ennek kísérleti ellenőrzésére különösen alkalmas volt az orosházi Kis-Szék tartós vízvirágzású, előbbiekben már ismertetett biotopja, amelyben az *Euglenophyta* fajok, külö-

nösen a *Trachelomonas* speciei szinte káprázatos gazdagságban és variabilitásban tenyészték. Ennek 8—8,5 pH-értékű vizét mértem össze a Gyopárosi-tó és a szegedi Fehér-tó nagyobb sókoncentrációjú és 9,5—10 pH-értékű vizével. A Kis-Szék e kis biotopja vizét a közeli trágyatelep bemosódás révén gyakran szennyezte. A Gyopárosi-tóból és a szegedi Fehér-tóból származó vízmintákat kontroll-minták hagyásával a trágyatelep érett istállótrágyájával és bemosódó anyagaival különböző mértékben eutrofizáltam, majd e kis biotop barnászöld színű bioseston-cseppjeivel „oltottam be”. A nem eutrofizált kontroll-mintákban különösen a *Trachelomonas* és az *Euglena* fajai hamarosan károsodtak; az *Euglena*-félék flagellumaik eldobásával kis ideig metabolizáló mozgást végeztek, majd lekerekedve gallert-burokba zárkóztak, s pusztulni is kezdtek. A *Trachelomonas* fajok egyedei is pusztultak, s mindinkább nagyobb számúvá váltak az üres loricák. Az eutrofizált vízminták szervezetei károsodás nélkül jól tenyészték és még szaporodtak is. Olykor látni lehetett olyan *Trachelomonas crebea* KELL. példányokat is, amelyek tartósan csupasz állapotban maradtak, s a tok fejlődésének kezdő jeleit sem mutatták. Ez pedig annak a jele volt, hogy az ilyen környezetet különösen kedvelik.

b) Szerves anyagok kedvező hatása a Volvocales képviselőire

A *Chlamydomonas* fajok és az *Eudorina elegans* sekélyebb és mélyebb, béta-mezoszaprob és alfa-mezoszaprob vizekben egyaránt hatalmas tömegprodukciókat képesek létrehozni. Változatosan eutrofizált körülmények között érzékeny indikátor-szervezeteknek mutatkoztak.

1. Szeged határában a Ballagító-sor egy kis biotopjában a *Chlamydomonas intermedia* sötét fűzöldre színezte a vizet, amely még 8—10 cm mélységben is észlelhető színeződést mutatott. A víz kacsafalkáktól eutrofizálódott. A biosestonból vett próbasorozat egy részét Tisza-vízbe helyeztem, másik részét a Cserepes-sori tó 9,0 pH-értékű vízmintáiba. A Tisza-víz nem volt kedvező médium; a sejtek mozgása megállt, többségük flagellumait is eldobta, s a sejtosztódás sem mutatkozott. Ezért a tenyészetek egy részét a harmadik napon a Ballagító-sori biotop megszűrt friss vizébe helyeztem vissza. Itt sejtosztódásuk ismét megindult, sötét kb. egy hét múlva gametogenezis is mutatkozott. A Cserepes sori tó vize e species részére nem volt kedvező, s a második héten a tenyészet pusztulni is kezdett.

2. A Tiszaug község vasútállomásán begyűjtött *Chlorogonium elongatum* bioseston-próbáinak egy része Tisza-vízbe került, más részét a szegedi Fehér-tó 9 pH-értékű lúgos vizébe helyeztem. E szervezet részére mindkét új médium kedvezőtlen volt, ezért a tenyészetek egy részét a harmadik napon az új médiumból kiszűrve az eredeti begyűjtött vízbe helyeztem vissza, másik részéhez sárgadinnye kiperéselt levét adagoltam. A legkedvezőbbnek a sárgadinnye levével dúsított tiszai víz tenyészete mutatkozott (a sárgadinnye cukor-, C- és A-vitamintartalma jelentős). Itt néhány nap múlva a gametogenezis jeleit is észlelni lehetett. A tiszai vízből az eredeti tiszauagi vízbe visszahelyezett szervezettömeg nem károsodott, még hetekig életben maradt, de szaporodását nem lehetett észlelni. A többi tenyészetben a pusztulás hamarosan mutatkozott.

3. A mártélyi Tisza-holtág *Eudorina elegans* vízvirágzásából beállított kísérleteim egyrészt a só- és lúgosságtűrés, másrészt a szervesanyag hatásának tanulmányozására irányultak. A szervezetek viselkedését 5-féle tenyészetben kísértem figyelemmel. Észleléseim röviden a következők [25]:

a) Az első tenyészet tápoldata 12,000 mg/liter összes só-t tartalmazott, s a Crone-

féle oldatból oly módon készült, hogy annak minden literjéhez még a következő nátriumsók jelzett mennyiségeit adagoltam: 6000 mg NaHCO_3 , 3000 mg Na_2SO_4 és 500 mg NaCl . Ez a viszonylag koncentrált sóoldat a kolóniák túlnyomó többségét gyorsan károsította. Már az első napon deformálódtak, mozgásuk megszűnt és néhánynál a gallertburok is felhasadt. Az egyes sejtek mindinkább zsugorodtak, színük rohamosan halványodott, s néhány napon belül dezorganizálódásuk is előrehaladt. A hígított oldatok hatása hasonló volt, de a pusztulás jelei csak a harmadik héten mutatkoztak. A tápoldathoz literenként adagolt 10 ml trágyalé a károsodást mérsékelte, a gallertburok pl. nem hasadt fel, s a sejtek dezorganizálódása is később következett.

b) A második tenyészethez a Szappanos-szék nevű szikes tó vizét használtam; amelynek pH-értéke 1973 júniusában 10 volt. A szikes-szódás tó vizének károsító hatása nem volt gyors. Némelyik kolónia még a harmadik napon is végzett gyengén imbolygó mozgást, gyakori volt azonban a gallertburok oldalának kipúposodása vagy hullámossá válása.

c) A harmadik típusú tenyészethez ugyancsak a Szappanos-szék szikes vizét használtam, amelyhez literenként 10 milliliter trágyalevet adagoltam. Ebben az *Eudorina* kolóniái nem pusztultak el, alakjuk deformálódott ugyan, de az aljzatra később ülepedtek le.

d) A Crone-féle oldatban az *Eudorina* kolóniái csak a 3–4-ik héten kezdtek pusztulni.

e) A mártélyi Holt-Tisza természetes vizében tartott bioseston még hetek múlva sem mutatott észlelhető károsodást, szaporodás azonban nem volt észlelhető.

c) Vitaminok, szerves nitrogénvegyületek, szerves szénvegyületek és növényi hormonok az algák életében

A szerves vegyületek algaéletteni szerepe még hiányosan ismert. Pedig nagyon valószínű, hogy az algatársulások kialakulásában a szerves vegyületek is igen jelentős szerepűek. Ahogyan a régi „biosz-tényező” vízdélkony vitaminok keverékének bizonyult, ugyanúgy fogják majd a további kutatások a szervesanyag-hatás jelenségeit konkrét szerves vegyületek hatásaira szétbontani. A következőkben röviden szólok a hazai kutatásokról, a külföldi eredményeket pedig KESSLER kutatásai, valamint PÉTERFI kutatómunkája és kitérő könyve nyomán ismertetem.

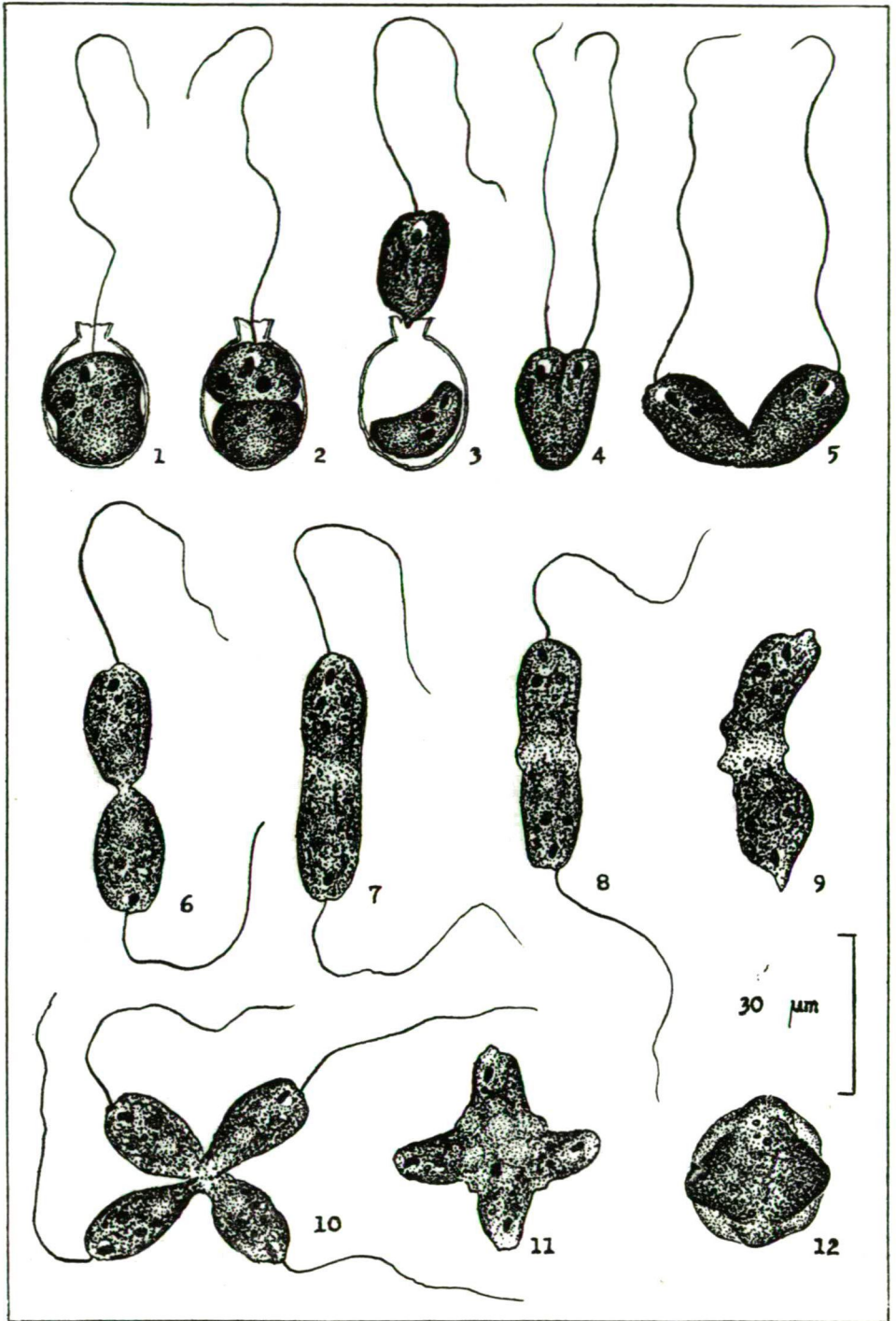
A bomló szerves anyagok algatömegprodukciónak előidéző hatása láttán gondoltam a vitaminok esetleges szerepére is. Az orosházi Kis-Szék már ismertett tartós vízvirágzásában az *Euglenophyta* fajai különösen gyakoriak voltak, maga a *Trachelomonas* pl. több tucat taxonnal szerepelt. E káprázatos gazdagság okát keresve és a *Trachelomonas* fejlődési folyamatainak feltárására növényi magvak főzetével is állítottam be kísérleteket. Legjobbnak bizonyult a borsónövény (*Pisum sativum* L.) összetört magvainak főzete, amelyet a *Trachelomonas* fajok különösen kedveltek. A borsófőzetes tenyészetekhez a fejlődés serkentésére kevés nyers citromlevet is adagoltam (30 ml főzethez 2–6 csepp nyers citromlé). Erre az *Euglenophyta* speciestek sejtosztódása meggyorsult, s különösen a *Trachelomonas crebea* hosszú ideig csupaszon marad és csupasz állapotban is osztódó sejtjei gyakoriakká váltak. A *Trachelomonas crebea* fejlődésének nemzedékeken át történő figyelemmel kísérése céljából kimélyített tárgylemezeken kultúra-preparátumokat állítottam be. A tenyészetek egy cseppjét a tárgylemez mélyedésébe helyeztem, s fedőlemezzel úgy fedtem le, hogy a cseppben levegőbuborék is maradjon. A fedőlemez szélét viasszal, vazelinnel lezár-

tam, s az ilyen preparátumokban a fejlődést napokon át, a *Trachelomonas crebea* esetében „dédunoka”-sejteken is túl, figyelemmel lehetett kísérni [15]. A preparátumokban 1935. március végén olyan osztódásban levő csupasz sejtek is megjelentek, amelyeknél az osztódásuk alkalmával a két utódsejt nem tudott egymástól szétválni, hanem a befűződött alapi részük mindinkább kiszélesedett, miáltal „egybeforrott” sejt pár, „kétsejtű” áltelep (pseudothallus) keletkezett. A „kétsejtű” áltelep sejtjei flagellumaikat többnyire eldobták, s időnként metabolizáló mozgást végeztek.

Az egyik preparátumban 1935. ápr. 5-én együttmaradó négyes osztódást ismáltam. Ez úgy jött létre, hogy az „egybeforrott” két sejt kb. egy időben újból osztódott, s így „négysejtű” pseudothallus keletkezett. A következő napokban az áltelep sejtjei alsó, összefüggő részükön még inkább elszélesedtek, a pseudothallus zsugorodott, miáltal négy vagy több púppal ellátott gombolyagszerű képződmény keletkezett. Mindezt később még több preparátumban is lehetett észlelni [15, 20, 24]. Ezt mutatja be az I. tábla 1—12. ábrája. E megfigyeléseket tovább nem lehetett folytatni, mivel a tárgylemez-preparátumok kultúrái pusztulni kezdtek. E jelenségek a C-vitamin hatására jöhettek főként létre, de a borsómag főzetének szerves anyagai is szerepet játszhattak. *Érdemes lenne ilyen kísérleteket még az irányban is tovább folytatni, hogy ilyen abnormis osztódás révén az egysejtű lény nem alakulhat-e át tartósan négysejtű értékvé? Távlatilag az ilyen kísérletek esetleg az egysejtűség-többsejtűség filogenetikai kérdéseinek megközelítésében is segítséget nyújthatnának.*

Hazánkban a B-vitaminok algákra gyakorolt hatásával UHERKOVICH foglalkozott. Megállapította, hogy a nikotinsav (PP-faktor) hatására a *Scenedesmus quadricauda*-igen nagyméretű sejteket hoz létre, az adermin (B₆-vitamin) jelenlétében pedig feltűnően zömök, széles sejtjei fejlődnek [28]. Az aneurin vagy timin (B₁-vitamin) vizsgálataira az is indította, hogy Gardes [3], valamint Burlew [1] szerint az erősebben osztódó algatenyészetekben az aneurin-tartalom nagyobb. A *Scenedesmus spinosus* és a *Scenedesmus quadricauda* esetében UHERKOVICH azt találta, hogy „... az exponenciális szakasz előrehaladottabb időszakában kis mennyiségű aneurin adagolása kedvező a tenyészetek sejtzaporodására.” A nagyobb mennyiség már gátló hatású. Azt is észlelte, hogy még egyazon speciesen belüli törzsek sem egyformán reagálnak az aneurinra [29].

KESSLER professzor az algák fiziológiájának és részben genetikájának taxonómiai vonatkozásait többek között a *Chlorella* zöldalgára vonatkozóan igen behatóan kutatja. Foglalkozott pl. a szerves nitrogénvegyületeket [10] és a szerves szénvegyületeket [11] értékesítő képességgel, a savasság iránti rezisztenciával [7] és a só-rezisztenciával [13] mint taxonómiai bélyeggel, a *Chlorella* egy taxonjának termofiliájával [12], autotróf fajok bélyegeivel [9], mutánsok vizsgálatával [8], a *Chlorella*-DNS bázisösszetételével, és még sok hasonló kérdéssel. KESSLER e nagyon gazdag eredménytárából témánk szűk volta miatt most csak azokról az eredményeiről szólhatunk, amelyek a *Chlorella* szerves nitrogénvegyületeket és szerves szénvegyületeket hasznosító képességére vonatkoznak. KESSLER és CZYGAN [10] a *Chlorella* zöldalga 8 autotróf speciesének 71 autotróf törzsét vizsgálták 5 organikus nitrogénvegyület értékesíthetősége szempontjából. Megállapították, hogy fényben a glutaminsav alkalmazása 63, a glutamin adagolása pedig 67 törzsnél idézett elő jó növekedést. A purin 16, a nikotinsavamid 9, a nikotinsav pedig csupán egy törzsnél értékesült a növekedésben. Az értékesülés lehetőségeit 6 szerves szénforrás esetében is kutatták. A *Chlorella* 10 autotróf specieséhez tartozó 72 törzs közül az acetát esetében 34, a glükóz esetében pedig 37 törzs sötétben is jó növekedési eredményt mutatott. A fruktóz értékesülése 21 törzsnél, a galaktóz felhasználása 11 törzsnél kielégítő volt, a szacharóz és a laktóz esetében azonban intenzív növekedés nem volt észlelhető [11].



A KESSLER és munkatársa által vizsgált vegyületeket tehát bizonyos törzsek jól, mások kevésbé hasznosították, vagyis az értékesítő képesség szelektív volt. A szelektivitás manifesztálódása az algák világában valószínűleg általános jelenség.

PÉTERFI professzor számos algaszervezet fiziológiai vizsgálatával foglalkozik, s kiváló összefoglaló könyvében [27] a nemzetközileg is jelentősebb eredményekről igen értékes, tömör tájékoztatásokat nyújt. A C-vitaminnal kapcsolatban igen figyelemre-méltó az a véleménye, miszerint „Az ostorosok auxotróf jellegével függ össze, hogy aszkorbinsav-heterotrófok is, az aszkorbinsavat a külső környezetből veszik fel.” A B₁₂-vitaminnal kapcsolatban kísérleti eredményekre utal, amelyek szerint a B₁₂-vitamin fontos az *Euglena* fajok és a tengeri barázdásmoszatok fejlődési folyamataiban. Említi az *Euglena gracilis* nagyfokú érzékenységet e vitaminokra, ezért e szervezetet is a B₁₂-vitamin biotesztelésére használják. Megemlíti azt is, hogy némely alfafaj a B₁-vitaminnak csak bizonyos komponensét igényli a környezetéből. — PÉTERFI beható kísérleteket végzett az autotróf algák heterotróf táplálkozásra való képessége tekintetében is. Megállapította, hogy a *Microthamnion Kuetzingianum* fonalas telepű zöldalga glükóztartalmú táptalajon teljes fényhiányban is jól fejlődik, azonban fényben tenyésztve nagyobb biomassza-tömeget szolgáltat. E *Microthamnion*-kísérlettel egybehangzóak LEWIN adatai is, amelyek szerint heterotróf körülmények között a sejt-

TÁBLAMAGYARÁZAT — TAFELERKLÄRUNG

Kultúrakísérletek: kimélyített tárgylemezen tartott kultúrák. A legjobb tápoldat a *Trachelomonas crebea* részére a borsó kivonat + kevés nyers citromlé (C-vitaminban nagyon gazdag). A tárgylemez mélyedésébe *Trachelomonas crebea* kultúrájának egy cseppjét helyeztem, s a fedőlemezzel való lefedéskor egy centrális levegőbuborékot hagytam az oxigén biztosítására. Így a kultúrában lejátszódó folyamatokat napokon át tudtam figyelni.

Kulturenversuche: auf ausgehöhltem Objektträger gehaltene Kulturen. Die beste Nährsubstanz für *Trachelomonas crebea* ist der Erbsenextrakt + wenige roh Zitronensaft (sehr reich in Vitamin-C). Ich habe in die Vertiefung der Platte einen Tropfen von der Kultur der *Trachelomonas crebea* getan, in der Mitte liess ich beim Zudecken mit dem Deckglas eine zentrale Luftblase, um das nötige Oxygen sichern. So konnte ich die sich in der Kultur abspielenden Vorgänge tagelang beobachten.

Megfigyeléseim eredményei. Die Ergebnisse meiner Beobachtungen:

1. ábra. Abbildung 1. Nyugvó sejt loricában. — Ruhige Zelle im Lorica.
2. ábra. Sejtosztódás loricában. — Zellteilung im Lorica.
3. ábra. A felső utódsejt a póruson át nyomakodik ki. — Die obere Tochterzelle drängt sich durch die Pore hinaus.
- 4—6. ábra. Csupasz sejt osztódása. — Teilung der nackte Zelle.
- 7—8. ábra. A befűződés eltűnik, a két utódsejt összefüggő része szélesebbé válik (az utódsejtek „összeforrnak”) és „kétsejtű” áltelep (pseudophallus) keletkezik. — Die Einschnürung verschwindet, der zusammenhängende Teil der beiden Tochterzellen wird breiter (die Tochterzellen „zusammenwachsen”) und entsteht ein „zweizellige” Pseudothallus.
9. ábra. „Kétsejtű” pseudothallus, már flagellum nélkül (éppen metabolizál). — „Zweizellige” Pseudothallus, schon ohne Flagellum (eben er metabolisiert).
10. ábra. „Négysejtű” áltelep-képzés. A csupasz utódsejtek az osztódás után nem tudtak egymástól szétválni, hanem együttmaradtak és újra osztódtak. Így egy „négysejtű” pseudothallus keletkezett. — „Vierzellige” Pseudothallus-Bildung. Die nackten Tochterzellen konnten sich nach der Teilung nicht von einander trennen, sondern bleiben beisammen und teilten sich von neuen. So entstand ein „vierzellige” Pseudothallus.
11. ábra. A pseudothallus zsugorodásának kezdete. — Der Anfang der Zusammenschumpfung von Pseudothallus.
12. ábra. A „négysejtű” pseudothallus végső zsugorodása. Ezáltal egy gombolyagszerű képződmény keletkezik, négy (vagy több) púppal. — Endliche Kontraktion von „vierzellige” Pseudothallus. So entstand ein knäuelähnliche Gebilde, mit vier (oder mehrere) Buckel.

További megfigyeléseket nem tudtam végezni, mivel a kultúrák elpusztultak. — Weitere Beobachtungen konnte ich nicht anstellen, da die Kulturen zugrunde gingen.

osztódás lassúbb ütemű. A kovamoszatok közül pl. a *Nitzschia* autotróf táplálkozási körülmények között 12 óra alatt osztódik, sötétben viszont laktát felhasználása esetén a sejtosztódáshoz 78 órát igényel. PÉTERFI megemlíti MIHNEA és munkatársai vizsgálatát, amely szerint pl. a Fekete-tengerből izolált *Chlamydomonas* zöldalga sejtosztódására a szerves anyagok serkentően hatnak fényben és sötétben egyaránt. A szerves anyagok jelenléte a fehérje- és a szénhidrát-szintézist egyaránt serkentette. PÉTERFI utal a szerves vegyületek hasznosításának szelektív jellegére is. Pl. az acetátokat asszimiláló ostorosok nem képesek a szénhidrátok hasznosítására. „A szelektivitás-írja PÉTERFI — kiterjedhet a tápanyag-molekulák szerkezeti megkülönböztetéséig is. Például a *Chilomonas* asszimilálja a páros szénatomú zsírsavakat, egészen a 8 szénatomot tartalmazó molekuláig. Ezzel szemben a *Polytomella* a páros és páratlan számú szénatomokból felépülő zsírsavakat hasznosítja, de csak az 5 szénatomos molekuláig.” Említi, hogy a cukrok felvétele felhasználásuk fontosságától is függ. A légzést nem serkentő glucidok, mint a fruktóz, galaktóz, szorbóz, a sejtbe egyszerű diffúzió útján bejutnak. A sejlégzés szubsztrátumaként szereplő glükóz felvételéhez viszont az ATP makroergikus energiája szükséges.

A növényi hormonok közül az algák viszonylatában PÉTERFI az auxin, a gibberellin és a kinetin szerepét méltatja. Rámutat, hogy a tápoldatba bevitt exogén auxin serkentő hatása eltérő a vizsgált élettani folyamat, az alga fajisága, az auxin mennyisége, valamint a tápláló közeg összetétele és pH-értéke szerint. Megállapította, hogy a *Pseudopleurococcus* exogén auxin hatására savanyú közegben nagyobb biomasszát hoz létre, mint lúgosban. Utal továbbá ELLIOT vizsgálataira, aki szerint az auxinok csak a zöld ostorosok sejtosztódását serkentik, a heterotróf fajokét nem befolyásolják. A gibberellinsav (GA_3) serkentőleg hat a *Stigeoclonium*, a *Coccomyxa* és a *Scenedesmus* sejtosztódására. A citokininek közül a kinetin serkenti pl. a *Spirogyra longata* növekedését.

III. A biológiai vízminősítés fő kérdéseinek megvitatása

A válogatott gazdag tényanyag alapján még a következő négy fő kérdést kell röviden vitatva megbeszélni.

1. A vízi környezet kémhatását (pH-értékét) a biológiai vízminősítésben az eddigieknél magasabbra kellene értékelni. Döntően jelentős fiziológiai és ökológiai szerepe csak így lenne kihangsúlyozva. A víz szervesetlen kémiai adottságai között, a halobitásban van jelenlegi helye, illetve volna, ha megfelelő értékelésben részesülne. A halobitáson belül sok szó esik az ionos alkatrészek töménységét kifejező szalinitásról, ami a vízi élővilág szempontjából kétségtelenül fontos is. De nagyon fontos volna a kémhatásról is szólni, mivel a pH-érték az élet „intézőinek”, az enzimeknek a működését a hőmérsékleti viszonyokkal együtt a legdőntőbb mértékben befolyásolja. A biológiai vízminősítés nemcsak kémiai, hanem ökológiai alapokon is nyugszik, az ökológia pedig a fiziológia segítségét nem nélkülözheti. Az enzimek működése, fehérjetermészetükből eredően, csak bizonyos pH-értékek között lehet optimális. Az ugyanis csak megfelelő erőtérminta esetén képes a szubsztrát megkötésére és átalakítására. Az erőtérminta kialakításában jelentősek az aminosav oldalláncok, amelyeknek töltése a pH változtatásával változik, s vele együtt változik az erőtérminta is. Az ökológiában azokat a lényeket, amelyek pl. a pH-változást tág határok között képesek elviselni, euryion szervezeteknek szokás nevezni. Ennek alapján a halobitás fogalomkörén belül a szervezetek pH-változáshoz való viszonyulását ionitás (vagy hidrogénionitás) kifejezéssel lehetne jelölni. Tehát az az alga, amely a semleges

édesvízben és a szikes, sós-lúgos vízben egyaránt életképes, euryhalin-euryionikus-limnikus (Eh-ei-1) speciesnek nevezhető [23].

2. Azok a felismerések, amelyek szerint az algák bizonyos szerves vegyületeket szelektív módon közvetlenül is képesek felvenni, a trofitás és szaprobitás fogalmát még közelebb juttatják egymáshoz. Vagyis e két sajátságcsoport nemcsak úgy kapcsolódik össze, hogy a teljes lebomlás, a mineralizáció folyamata a trofitás fokát növeli, hanem azáltal is összefügg, hogy a lebomlás közben keletkező egyes szerves vegyületeket az algák természetük szerint szelektíve közvetlenül is képesek hasznosítani. Az alga által felvett és beépített szerves vegyület révén a szaprobitás csökken, a trofitás foka pedig növekedik. A közvetlenül felvehető és hasznosítható szerves vegyületek lehetnek aminosavak, szénhidrátok, vitaminok, növényi hormonok és egyéb szerves anyagok. Tagadhatatlan, hogy mindez a biológiai vízminősítésben eddig nem méltatódott kellő figyelemre.

3. Az algák indikáló képességének feltárását a szervesanyag-hasznosítás és a fajon belüli kisebb, öröklésileg rögzült egységek felismerése bonyolultabbá teszi ugyan, viszont sok, eddig kevésbé magyarázható jelenség jól értelmezhetővé válik. Úgy látjuk, hogy az algák indikációs képességének megítélése terén több problémának az lehetett a szülője, hogy a szervesanyag hasznosítás képességét még nem ismerték, vagy egyszerűen nem vették tudomásul. A trofitás és különösen a szaprobitás fokozatainak megállapításában auktoronként olykor eltérő, sőt ellentmondó véleményeket lehetett találni. Ha figyelembe vesszük a speciesen belüli biotípusok létét, amelyek pl. egy enzim kategóriájában az ún. izoenzimek léteért felelősek, úgy érthetővé válnak a szerzők közötti nézeteltérések a „tűrés” vagy a „kedvelés” tekintetében. Sőt, így esetleg az egymásnak ellentmondó nézetek is reálisak lehetnek az egyes algaspeciesek ilyen vagy olyan indikációs képessége tekintetében.

4. Vizeink eutrofizálódástól való védelme terén legbiztosabb módszer a megelőzés, lehetőleg a szennyező szerves anyagok termelésbeli hasznosításával. Ez a mezőgazdálkodásban gondos szervezéssel megoldható. Nagy kár, ha egy állattenyésztő telep szennyvize valamely vízfolyásba, pl. közvetlenül egy folyó holtágába kerül. Kár egyrészt azért, mert nemcsak a holtág vize szennyeződik, eutrofizálódik, hanem a folyó áradása alkalmával a holtágat is elönti, s szinte „kimossa” azt, miáltal a folyó élővize is eutrofizálódik. Másrészt azért kár, mert értékes növényi tápanyagok mennek veszendőbe, amelyek pedig előrelátó szervezéssel beépülhetnének ismét az élő növényi testbe. Vannak fűnemű és fás növények pl., amelyek az ilyen vízzel való időnkénti elárasztást nemcsak tűrik, hanem meg is hálálják. A környezetvédelemben alapvető jelentőségű az újrahasonosítás, a reutilizáció. A környezetvédelemre irányuló felvilágosító és nevelő munka szintén megelőző védekezés a jelenre hatóan és a jövőbe irányulóan egyaránt. Az iskolák, a pedagógusok és az ifjúsági mozgalom felé ezt fejezték ki GONDA GYÖRGY elismerő szavai.

IRODALOM

- [1] BURLEW, J. S.: Algal culture. Carnegie Inst. Wash. Publ. Nr. 600, Washington.
- [2] FELFÖLDY, L.: A biológiai vízminősítés. Vízügyi Hidrobiológia 1974.
- [3] GERDES, G.: Anderungen im auringehalt von Algen. Arch. f. Mikrobiol. 16, p. 55—77, 1951.
- [4] GONDA, GY.: A környezetvédelmi törvény végrehajtásának tapasztalatai. Beszámoló az Országgyűlés őszi ülészakán Népszabadság 39, 1981. X. 10., p. 1—3., 1981.
- [5] HORTOBÁGYI, T.: A Tisza „Nagyfa”-holtágának phytoplanktonja qualitativ vizsgálata. Qualitative Untersuchungen des Phytoplanktons des toten Armes „Nagyfa” der Tisza. Folia Cryptogamica 2, 151—216, 1939.

- [6] HÜBER-PESTALOZZI, G.: Blaualgen, Bakterien, Pilze. Das Phytoplankton des Süßwassers 1, 1938.
- [7] KESSLER, E.: Physiologische und biochemische Beiträge zur Taxonomie der Gattung *Chlorella*. Säureresistenz als taxonomische Merkmal. Archiv für Mikrobiologie 52, p. 291—296, 1965.
- [8] KESSLER, E., FR. CZYGAN: Physiologische und biochemische Beiträge zur Taxonomie der Gattung *Chlorella*. II. Untersuchungen an Mutanten. Archiv für Mikrobiologie 54, p. 37—45, 1966.
- [9] KESSLER, E.: Physiologische und biochemische Beiträge zur Taxonomie der Gattung *Chlorella*. III. Merkmale von 8 autotrophen Arten. Archiv für Mikrobiologie 55, p. 346—357, 1967.
- [10] KESSLER, E., FR. CH. CZYGAN: Physiologische und biochemische Beiträge zur Taxonomie der Gattung *Chlorella*. IV. Verwertung organischer Stickstoffverbindungen. Arch. Mikrobiol. 70, p. 211—216, 1970.
- [11] KESSLER, E.: Physiologische und biochemische Beiträge zur Taxonomie der Gattung *Chlorella*. VI. Verwertung organischer Kohlenstoff-Verbindungen. Arch. Mikrobiol. 85, p. 153—158, 1972.
- [12] KESSLER, E. Physiologische und biochemische Beiträge zur Taxonomie der Gattung *Chlorella*. VII. Die Themophilie von *Chlorella vulgaris* f. *tertia* Fott et Nováková. Arch. Mikrobiol. 87, p. 242—248, 1972.
- [13] KESSLER, E.: Physiologische und biochemische Beiträge zur Taxonomie der Gattung *Chlorella*. IX. Salzresistenz als taxonomisches Merkmal. Arch. Mikrobiol. 100, p. 51—56, 1974.
- [14] VOLKER HELLMANN und E. KESSLER: Physiologische und biochemische Beiträge zur Taxonomie der Gattung *Chlorella*. VIII. Die Basenzusammensetzung der DNS. Arch. Mikrobiol. 95, p. 311—318, 1974.
- [15] KISS I.: Békés vármegye szikes vizeinek mikrovegetációja. I. Orosháza és környéke. Die Mikrovegetation der Natrongewässer des Comit. Békés. I. Orosháza und dessen Umgebung. Folia Cryptogamica 4/2, p. 217—266, 1938.
- [16] KISS I.: Meteorobiológiai vizsgálatok a mikroszervezetek víz- és hóvirágzásában. Meteorobiological investigations of the water- and snow bloom of microorganisms. Magyar Tud. Akadémia Biológiai és Agrártud. Oszt. Közleményei 2, p. 53—100, 1951.
- [17] KISS, I.: Meteorobiológiai vizsgálatok a mikroorganizmusok vízvirágzásának és hóvirágzásának. Acta Biologica Academiae Scientiarum Hungaricae 3/2, p. 159—220, 1952.
- [18] KISS I.: A növényi mikroszervezetek vízvirágzásos tömegtermelésének összefoglaló vizsgálata. Zusammenfassende Untersuchung der Wasserblüte hervorrufenden Massenproduktion pflanzlicher Mikroorganismen. Szegedi Ped. Főisk. Évkönyve 2, p. 23—56, 1958.
- [19] KISS I.: Synoptische meteorobiologische Analyse der Massenproduktion einiger pflanzlicher Mikroorganismen. Acta Biologica Academiae Scientiarum Hungaricae 9, p. 317—342, 1959.
- [20] KISS, I.: Verschiedene Formen der inäqualen Zellteilung bei einigen einzelligen Pflanzenarten. Acta Biologica (Szeged) 6, p. 57—70, 1960.
- [21] KISS, I.: A synoptic meteorological analysis on plant microorganisms with special reference to the form variations of *Lepocinclis fusiformis*. Acta Biol. Academiae Scientiarum Hungaricae 7, p. 81—92, 1961.
- [22] KISS I.: Néhány dél-alföldi szikes tó dinamikus egyensúlyának eltolódása az elsődleges termelés irányába. Szegedi Tanárképző Főisk. Tudományos Közleményei p. 25—58, 1965.
- [23] KISS I.: Újabb adatok a Kardoskút-pusztaközponti Fehér-tó algavegetációjához. Neuere Beiträge zur Algenvegetation des Fehér-tó bei Kardoskút-Pusztaközpont. Szegedi Tanárk. Főisk. Tud. Közl. p. 9—43, 1970.
- [24] KISS, I.: Inäquale Zellteilung und mehrzellige Pseudothallus-Bildung in der Gattungen *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas*. III. Ungarische Pflanzenanatomisches Symposium p. 58—59, 1973.
- [25] KISS, I.: Investigation of the water blooms of *Eudorina elegans* in the dead-arm of the river Tisza at the community Mártély. Tiscia (Szeged) 12, p. 37—47, 1977.
- [26] KISS I.: Szikes algatömeg-termelési formák az „időérzékenység” rejtélyének újabb megközelítése felé. Von Natron-Wasser Algenmassenproduktionen zur neuen Näherung des Rätsels der „Wetterempfindlichkeit”. Juhász Gyula Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei p. 31—46, 1979.
- [27] PÉTERFI I.: Az algák biológiája és gyakorlati jelentősége. (The biology and practical importance of algae.) Bukarest 1977.
- [28] UHERKOVICH, G.: Aklai megváltozások mesterségesen befolyásolt tenyészkörülmények között nevelődő *Scenedesmus*-okon. Veränderungen an *Scenedesmen* in Kulturversuchen. Pécsi Pedagógiai Főiskola Évkönyve 1—9, 1956.

- [29] UHERKOVICH, G.: Aneurin hatása Scenedesmus tenyészetekre. Scenedesmus cultures as effected by aneurin. *Biológiai Közlemények* 13, p. 59—64, 1965.
- [30] UHERKOVICH, G.: A Tisza lebegő parányövényei. Die Mikrophyten in der Trift des Flusses Theiss (Tisza). *Damjanich János Múzeum, Szolnok* 20—22, p. 1—282, 1971.
- [31] VÁLIKANGAS, I.: Eine von Euglena viridis Ehrenb. hervorgerufene Vegetationsfärbung des Eises in Hafengebiet von Helsingfors. *Övrsikt av Finska Vetenskaps-Societatsens Förhandlingar* 64, p. 1—22, 1922.
- [32] WOYNAROVICH, E.: A Balaton eutrofizációjáról. *Természet Világa* 9, (112), p. 418—420, 1981.

UMWELTSCHUTZBEZIEHUNGEN AUF DEM GEBIETE DER FÄHIGKEIT DER ALGEN ZUR VERWERTUNG ORGANISCHER STOFFE UND DER ALGEN-INDIKATION

ISTVÁN KISS

Die Studie befasst sich hauptsächlich mit der Fähigkeit der Algen, aus den als Verunreinigungen ins Wasser gelangenden zersetzlichen Substanzen gewisse organische Verbindungen als Nährstoffe auch unmittelbar zu verwerten.

Die Einleitung behandelt den Begriff der Halobitität, der Saprobität, der Trophitität und der Toxizität sowie deren Nutzwert. Obzwar die Halobitität auch den pH-Wert beinhaltet, wäre es doch zweckmässig, dies stärker zu betonen und z. B. mit dem Ausdruck Ionität oder Wasserstoffionität zu benennen bzw. als besonderen Indikator aufzunehmen. Dies würde die Aufmerksamkeit auch auf den physiologisch-biochemischen Gesichtspunkt lenken.

Der zweite Teil erörtert eingehend die Fähigkeit der Algen zur Verwertung organischer Substanzen. Die verschiedenen Algengruppen, einzelne Spezies, ja, innerhalb der Spezies sogar auch kleinere physiologisch-biochemische Einheiten besitzen die Eigenschaft, aus den organischen Materialkomplexen gewisse organische Verbindungen als Nährstoffe auch unmittelbar aufzunehmen. In der Interpretation der Algen-Indikation besonders bedeutsam sind die innerhalb der Spezies befindlichen physiologisch-biologischen Einheiten, die auch genetisch fixierte Biotypen sein können. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes hängen die Saprobität und die Trophitität nicht nur so zusammen, dass die in der Saprobität fungierenden organischen Substanzen durch ihre Mineralisierung den Trophititätsgrad erhöhen, sondern auch dadurch, dass manche Algen gewisse organische Verbindungen selektiv auch direkt aufnehmen und sie zu inkorporieren vermögen. Als solche Verbindungen kommen Aminosäuren, Kohlenhydrate, Vitamine, pflanzliche Hormone und anderweitige Stoffe in Betracht. Hierüber wird eingehend berichtet bei der Bekanntgabe der Forschungsdaten und Ergebnisse in chronologischer Reihenfolge.

Der dritte Teil, die Diskussion der Fragen, behandelt jene Probleme, die sich in der qualitativen Begutachtung ergeben können. Die Konzentration der Salze nimmt im Leben der Wasserorganismen eine grosse Rolle ein, aber besonders im Reiche der pflanzlichen Mikroorganismen ist die Rolle der Ionität bzw. Wasserstoffionität mindestens ebenso gross. Enzymaktivität und Materialaufnahme können z. B. nur bei bestimmten pH-Werten optimal sein. In der Beurteilung der Saprobitäts- und Trophititätsgrade sind bei den einzelnen Autoren oft abweichende, ja sogar widersprechende Qualifizierungen zu finden. Berücksichtigt man die Existenz der Biotope innerhalb der Spezies, die z. B. in einer bestimmten Enzymkategorie für das Dasein der sog. Isoenzyme verantwortlich sind, so werden die Meinungsverschiedenheiten unter den Verfassern hinsichtlich der „Toleranz“ und der „Geneigtheit“ verständlich. So können möglicherweise auch die einander widersprechenden Ansichten auf dem Gebiet dieser oder jener Indikationsfähigkeit der einzelnen Algenspezies real sein. Erörtert wird auch die eventuelle Nutzbarmachung der die Gewässer heute nur noch schädlich verunreinigenden Stoffe in der Produktion. Es wird betont, dass der Umweltschutz nicht nur eine Frage der wissenschaftlichen Forschung, sondern auch der Aufklärung, ja sogar der Erziehungsarbeit ist.

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СПОСОБНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ВОДОРОСЛЯМИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ИНДИКАЦИЯ ВОДОРОСЛЕЙ

КИШШ ИШТВАН

В своей работе автор рассматривает свойство водорослей, согласно которому они способны освоить определённые органические вещества непосредственно из вредных примесей сточных вод.

Во введении рассматриваются понятия галобитости, сапробитости, трофитости и токсичности и их ценность использования. Хотя галобитость содержит в себе и рН, однако, по нашему мнению, целесообразно было бы это подчеркнуть и назвать этот коэффициент ионитостью или водородной ионитостью и считать его самостоятельным коэффициентом. Это направило бы внимание и на физиологическую и биохимическую точки зрения.

Во второй части подробно описывается способность водорослей осваивать органические вещества. В понимании индикации водорослей особенно важны физиолого-биохимические группы, которые может быть представляют собой генетически фиксированные биотипы. Принимая во внимание вышесказанное сапробитость и трофитость взаимосвязаны, так как при помощи минерализации органических веществ, находящихся в сапробитности повышают степень трофитости и, кроме того, некоторые виды водорослей способны селективным способом освоить и инкорпорировать определённые органические вещества. Такими веществами могут быть аминокислоты, витамины, углеводы, растительные гормоны и другие вещества.

В третьей части обсуждаются проблемы, связанные с определением качества воды. Концентрация солей играет важную роль для растений, живущих в воде, однако в жизни растительных микроорганизмов ионитость или водородная ионитость играет не менее важную роль. Активность энзимов, приём питательных веществ оптимально только при определённых коэффициентах рН. При определении степени сапробитости и трофитости мнения исследователей сильно расходятся.

В работе говорится о возможности использования вредных веществ, загрязняющих воды. Автор настоящей работы подчёркивает, что защита окружающей среды является не только вопросом научно-исследовательской работы, но и вопросом воспитания и просветительской работы.