

PÁRHUZAMOS FEJLŐDÉSI RENDELLENESSÉG AZ ANKISTRODESMUS ÉS A SCENEDESMUS GENUSOKBAN

UHERKOVICH GÁBOR

(Szeged, Magyar Tiszakutató Állomás)

Bevezetés

A hajtásos növények teratológiai kutatása igen értékes eredményekhez vezetett, többek között phylogenetikai vonatkozásban. Az algakutatás — mint fiatalabb botanikai kutatási ág — több területen hátrább van a hajtásos növények kutatásánál, így az algateratológia kutatási eredményei is viszonylag szerények még.

Az algák iránt, mint a növényélettani kísérletezés ideális objektumai iránt, s mint tömegesen tenyészthető és majdnem korlátlanul tekinthető szervesanyagproducens iránt az utóbbi években nagymértékben megnőtt az érdeklődés. Hazánkban is a terepgyűjtésekre alapozó algológiai kutatások mellett az algatisztatenyészetekre alapozó és inkább élettani-experimentális irányú algakutatás fokozódó jelentőségre tesz szert. Az elsősorban élettani kísérletezésre szolgáló tisztatenyészeti törzseket természetesen *gondos alak-tani-taxonómiai elemzésnek* is alá kell vetni. Két tihanyi tisztatenyésztésű algatörzs alak-tani-taxonómiai tanulmányozása során végeztem az algateratológia területére eső, alább ismertetendő megfigyeléseimet.

A vizsgált anyag ismertetése, a vizsgálati eredmények

Az egyik vizsgált törzs az 1893. számú *Ankistrodesmus*-törzs. A Balaton vizéből, a tihanyi Kis-öböl köveiről származó algát 1957. III. 23-án izolálta FELFÖLDY és F. KALKÓ. (A törzsek eredetére, tenyésztési körülményeire vonatkozó adatokat F. KALKÓ ZSUZSA szíves közlése nyomán adom.) Az UV-be-sugárzással baktériummentesített törzset ferdeagaron tartják. (Összetételét lásd FELFÖLDY és KALKÓ, 1959.) A morfológiai vizsgálatokhoz a törzset talajfőzetet tartalmazó KNOP-PRINGSHEIM tápoldat 20 ml-ébe oltották és északi fekvésű ablakban tartották, míg a vizsgálatokhoz szükséges kellő egyedsűrűség ki nem alakult a tenyészetekben.

Az 1893. számú törzs algáját KORSIKOV nyomán (1953, 297—300., fig. 260.) *Ankistrodesmus angustus* BERN.-nek határoztam meg. (= *Rhaphidium angustum* BERN.; *Ankistrodesmus falcatus* var. *spiroides* ZACHAR.?). Az anyasejtek sejtfalmaradványai által összetartott, változatos alakú normális sejteinek jellegzetes csoportjait rajzban és mikrofotogrammon adom (1. ábra 1) A változatosan görbült, kihegyesedő orsóalakú, normális kialakulású sejtek mellett viszonylag nagyszámú (0,4—0,9% közötti gyakoriság) „három-csúcsú” vagy másképpen „hasadtcúcsú”-nak nevezhető sejtegyedet találni,

azaz olyat, amelynek az egyik sejtvégén két hegyes sejtsúcs alakult ki. Az így kialakult sejtek néhányán ez a „háromcsúcsúság” még alig jelentkezik (1. ábra 2–3), az esetek többségében azonban rendkívül markáns és egyben igen változatos morfológiai megjelenésű a „háromcsúcsú” sejthalak, miként ez a mellékelt gazdag ábraanyagból is kitűnik.

A „háromcsúcsú” *Ankistrodesmus*-sejtgyedek sokja megközelítőleg szimmetrikus kialakulású, de tökéletesen szimmetrikus példányokat mégsem lelhetünk. Ez nyilván azzal függ össze, hogy ennek az algafajnak normális kialakulású sejtgyedei sem szimmetrikusak hossz tengelyük irányában.

Az *Ankistrodesmus angustus*-nak a vizsgált tenyészetben levő példányai 14–26 μ hosszúságúak a hajlott sejtek két végpontját összekötő egyenesen mérve. Lényegében u. ebbe a nagyságrendbe tartoznak a „háromcsúcsú” sejtek is, utóbbiak között azonban akad több 26–29 μ nagyságú is.

A másik vizsgált törzs a 2543. számú *Scenedesmus*-törzs, amelyet FELFÖLDY és F. KALKÓ 1957. VII. 9-én izoláltak a tihanyi Belső-tóból. Baktériummentesítése ugyancsak UV-besugárzással történt. A törzsből további szélesztéssel egyetlen sejtjéből, továbbá egy 4-es coenobiumából, valamint egy 8-as coenobiumából újbóli UV-besugárzással készült tenyészetek közül az egyetlen sejtjéből készült, 2543/1. számú törzset vettem részletesebb vizsgálat alá. (A törzs tenyészetben tartása, majd a morfológiai vizsgálatokhoz való átoltása u. olyan módon történt, mint az előbb ismertetett 1893. számú törzsnél.)

A rendkívüli mértékben polimorf *Scenedesmus* genus fajainak és fajalatti kategóriáinak meghatározása SMITH és CHODAT monográfiájának nyomán, valamint KORSIKOV határozójának megjelenése után is nehéz feladat. Így különösen nehéz a *Scenedesmus acutus*- *S. falcatus*- *S. acuminatus*-csoport tagjainak szabatos, egyértelmű taxonómiai elhatárolása, amit ráadásul nem kellően tisztázott nomenklaturális kérdések is bonyolítanak.

A 2543. tihanyi algatörzs a *Scenedesmus acutus* tágabb köréhez tartozik. A *Scenedesmus acutus* MEYEN elnevezés helyett sok szerző a *S. obliquus* (TURP.) KÜTZ. névnek adja a prioritást. Anélkül, hogy ezt a kérdést olyan részletességgel taglalnám, mint előző *Scenedesmus* tanulmányaimban (UHERKOVICH 1956, 1957), röviden a következőkre utalok: TURPIN 1828-ban megjelent leírása az *Achnanthes obliquus*-ról — amelyet azután KÜTZING sorolt be a *Scenedesmus* genusba — a maga szélsőségesen szkematizált ábrázolású egyesállású, legömbölyített végű sejtjeivel egyetlen *Scenedesmus*-faj diagnosztizálásához sem szolgálhat kellő alapul. Viszont MEYEN 1829-ben megjelent leírása és ábrája a *Scenedesmus acutus*-ról kielégítő biztonsággal szolgálhat e faj diagnózisa alapjául. Így — ha az eredeti forrásokat ismerjük — feltétlenül a *Scenedesmus acutus* MEYEN elnevezést kell helyesnek tartanunk.

A 2543. tihanyi algatörzs egy olyan *Scenedesmus acutus*-morfotípus, amelynél a coenobium mindig alternáló felépítésű, a sejtek mérete a szokványos *S. acutus* méretnél nagyobb, t. i. 13–16 μ körüli hosszúságú, a coenobium szélső sejtjei ívesen kifelé hajlanak, a fiatalabb coenobiumok sejtjei olyan karcsúak, hogy megtévesztésig hasonlítanak a *Scenedesmus acuminatus*–*Scenedesmus falcatus* csoport taxonjainak megjelenési formáihoz. Az eddig leírt *Scenedesmus*-ok közül a *Scenedesmus acutus* f. *alternans* HORTOBÁGYI-hoz áll a legközelebb (HORTOBÁGYI, 1941), de HORTOBÁGYI leírásánál karcsúbb sejtjei vannak.

A 2453/1. tihanyi *Scenedesmus acutus forma* törzsnek a tenyésztésben a következők a morfológiai és fejlődési jellegzetességei: A tenyésztet szuszpenziójában levő összes coenobium-, illetőleg sejtegyed közül kb. 68% „monodesmoid” (egysejtű), kb. 2% tipusosan „didesmoid” (2-sejtű coenobium) és kb. 14% 4-sejtű „scenedesmoid”, ezenkívül mindig lelünk kb. 9% olyan kettes coenobiumot, amelyik láthatólag 4-es coenobiumból sejtleválással jött létre és u. ilyen eredetű, kb. 6%-nyi 3-as coenobiumot. (L. az ábraanyagot!) A coenobiumok fiatal korukban karesú sejtekből állnak és 4- vagy 2-sejtűek. A coenobium sejtjei később megtestesednek s ezzel együtt megindul a coenobiumok szétesése; csonkult coenobiumok és egyes sejtek jelzik ezt a folyamatot. Utóbbiakon le lehet olvasni, hogy coenobium széléről (ívesen hajlók) vagy a coenobium belsejéből (egyenese) származtak-e. A megfelelő méretre növekedett magányos sejtekben indul meg azután a fióccoenobiumok képzése (1. ábra 42). A coenobiumokban levő sejteknél ebben a törzsben nem észleltem fióccoenobiumképzést.

A 2543/1. számú törzsben a fentiekben ismertetett normális kialakulását sejt mellett akadnak ritkán (0,02—0,04%-es gyakorisággal) rendellenes alakulást „háromcsúcsú” sejtek. Ilyeneket olykor a coenobium belsejében levő sejtek között is láthatunk (1. ábra 43), de többnyire a magányos sejtek közül tűnnek elő. A coenobiumbelseji „háromcsúcsú” sejtek mindig pontosan szimmetrikusan alakultak, az egyik végükön levő 2 sejtgyűlvány egymásközt azonos kifejlődésű (1. ábra 43). Ilyen kialakulási sejtcsúcs magányos sejt nál is előfordul (1. ábra 44), de ezeknél a nem teljesen szimmetrikus kettős sejtcsúcs kialakulás gyakoribb (1. ábra 45—48). Itt is nyilván arról van szó, hogy amennyiben eleve is hosszában nem szimmetrikus sejt, tehát a coenobium széléről való, hajlott sejt alakít ki az egyik végén 2 sejtcsúcsot, az ilyen rendellenes sejtalakulás sem lesz szimmetrikus.

Az észlelt háromcsúcsú *Scenedesmus*-sejtek egy pyrenoiddal rendelkeznek, belső sejtfelépítésük nem különbözik a normális sejtektől, bár néha a szintest plazmolizált állapotúnak tűnik a többi sejthez képest (1. ábra 48).

A határozottan háromcsúcsúvá fejlődött rendellenes sejtek mellett még ritkábban zömök, már majdnem amorfi, de azért még mindig a „háromcsúcsú” alaponstruktúráját mutató sejtek is akadnak (1. ábra 49—50).

A vizsgálati eredmények megbeszélése és összefoglalása

A jelen vizsgálatok tárgyává tett *Ankistrodesmus* a Chlorococcales zöldmoszatordő Oocystaceae családjához, a *Scenedesmus* u. ezen ordó Scenedesmacaeae családjához tartozik (SMITH 1933, FORT 1959). A két családot — az ordó több más családjával együtt — ma már megfelelő filogenetikai biztonsággal tudjuk kezelni. Ez a két család egymással szoros párhuzamban fejlődött, sok közös organizációs béléggel rendelkezik és egymással kétségtelenül igen közeli rokonságban van (UHERKOVICH 1959). Így a vizsgált két nemzetiségben észlelt, azonos jellegű sejtalakulási rendellenesség is bizonyos joggal párhuzamos morfozishoz tekinthető.

Felmerül a kérdés, hogy ennek a fentiekben bemutatott sejtalakulási rendellenességnek — az orsóalakú sejtek „háromcsúcsúvá” válásának — van-e valami kapcsolata a Chlorococcales ordó egyéb nemzetségeinek morfológiájával, azok szokványosnak, preponderánsnak tekinthető sejt morfológiájával?

Az *Ankistrodesmus*-nak igen közeli rokona, a vele egy családba tartozó alganemzetség, a *Cerasterias* egyik faja, a *C. irregulare* G. M. SMITH (vö. SMITH 1933, 514) hasonlatossága szinte megtévesztő a „háromcsúcsú” vagy „hasadtcsúcsú” *Ankistrodesmus*-sejtéhez. A *Cerasterias irregulare*-nál szabálytalanul görbült 3 nyúlvány van, a sejt sohasem teljesen szimmetrikus felépítésű, miként az SMITH ábrájából (1. c., fig. 357) jól kitűnik. Ugyancsak a „háromcsúcsú” sejt típusát mutatja, de az előbbi példánál már határozottabban háromsugarúvá merevedett formában a *Tetraëdron triappendiculatum* (BERN.) WILLE és a *Tetraëdron bifidum* (TURNER) WILLE, továbbá a *Tetraëdron trigonum* (NAEG.) HANSG. néhány formája is.

A felsorolt példák az *Ankistrodesmus* legközelebbi rokonsági körére vonatkoznak, de a hivatkozott rokonsági kör a *Scenedesmus* genustól sem áll távol.

Az eddig felsorolt példákban a külső alaktani hasonlósággal párhuzamosan sejtszerveződésbeli és szaporodásbeli megegyezések egész sora is fennáll. Az eddig felsorolt szervezetek egy fejlődéstörténetileg fiatalabb organizációs szinten, az aplano-(autó)-spórás szaporodás szintjén vannak (UHERKOVICH 1959). A „háromcsúcsú” vagy „hasadtcsúcsú” sejt típusát a Chlorococcales ordó ősiabb organizációs szintjén levő szervezetek néhányánál ugyancsak elég típusos kifejlődésében fellelhetjük. Így pl. több *Sorastrum*-fajnál; de a „hasadtcsúcsúság” — zömökebb sejtalakkal társulva — lényegében több *Pediastrum*-fajnak is szembeötlő külső morfológiai bélyege.

Felemlíthető még, hogy a „hasadtcsúcsúság” mint sejtalakulási „tendencia”, nemcsak kettős sejtesűcsöt eredményez, hanem a sejtesűcs gazdagabb tagozódásához vezethet, miként azt egyes *Tetraëdron* fajoknál, legszélsőségesebb kialakulásában pedig a *Thamniastrum cruciatum* REINSCH-nél láthatjuk.

A Chlorococcales zöldmoszatordőben a legősibb gömbalak (*Chlorella*-típus) mellett nagyon gyakori sejtalak az ellipszoid-alak, valamint a különböző mértékben megnyúlt orsóalak. Ugyanakkor — anélkül, hogy a fentebb felsorolt példákból túlságosan messzemenő következtetéseket kívánnánk levonni — megállapítható, hogy az ordóban különböző pontokon jelentkezik az eredeti orsóalaknak „háromcsúcsúvá” vagy „hasadtcsúcsúvá” való átfarmálódása. Genetikailag rögzülten specifikus vagy — egyéb bélyegekkel együtt — generikus bélyeggé vált az ismertetett taxonoknál. Viszont normális körülmények közötti orsóalakú sejteknél — miként az általunk vizsgált *Ankistrodesmus* és *Scenedesmus* esetében — teratológias jellegként mutatkozik.

A részletes morfológiai körülírás után a teratómák értelmezését is meg szokták kísérelni. A rendellenes alakulások jelentős számát atavisztikus jellegűnek értelmezik és a filogenetikai rendszerezésben ebben az értelmezésben használják fel. A jelen dolgozatban vizsgált sejtalakulási rendellenességek viszont atavisztikus jellegűeknek semmiképpen nem értelmezhetők, hiszen nyilvánvaló, hogy sem az *Ankistrodesmus*, sem *Scenedesmus* orsós sejtalakja nem vezethető le a differenciáltabb „háromcsúcsú” sejtalakból. Feltételezhető, hogy itt a fordítottjáról van szó, t. i. arról, hogy a Chlorococcales ordóban több ponton jelentkező és egyes helyeken genetikailag már rögzült sejtalakulás az *Ankistrodesmus* és *Scenedesmus* genusoknál elsődlegesen, bizonyos értelemben „előremutató jelleggel” jelentkezik rendellenes alakulásként. És ennek a fejlődési vonalnak, amelyet az *Ankistrodesmus* rendellenes alakulása jelez, genetikailag rögzült első állomása a *Cerasterias irregulare* lehet.

Az a kérdés is felmerülhet, hogy hogyan jön létre a „háromcsúcsú” sejt, mi az ilyen sejtalak létrejöttének biomechanizmusa? Erre McMILLAN (1957) kísérli meg tenyészkísérleteinek tanulságai alapján a válaszadást az *Ankistrodesmus* viszonylatában. Megállapítja, hogy a normálistól eltérő leggyakoribb sejtalakulás a „triangularis” sejt. Úgy véli, hogy ezek egy része a cytokinesis részbeni gátlásából eredhet, de sok nyilván úgy ered, hogy a leánysejtek képzésénél az egyik sejt benyomja a másik falát, azaz kényszeralakulás jön létre és ez a sejtfalakulás azután az anyasejtből kiszabadult sejtnél megmarad. Az anyasejt csúcsi részében képződő sejtek McMILLAN szerint gyakran „triangularisak”. A „triangularis” sejtek utódai többségükben normális típusúak, bár közülük némelyik megtartja a rendellenes sejtalakját, ez azonban nem genetikai okokból történik, hanem azért, mert ezekben az esetekben a képződött leánysejt az anyasejt „háromcsúcsú” falának nyomódva képlékenységénél fogva annak alakját veheti fel.

Az a saját megfigyelésem, hogy ha normális sejtszámú *Scenedesmus-coenobiumban* „háromcsúcsú” sejt észlelhető, arra utal, hogy az ilyen sejt itt nem megzavart lefolyású sejtosztódás hatására, hanem biomechanikai hatásra, a sejtet fiatal állapotában, az anyasejtben ért nyomás eredményeként alakult. Amikor fejtegetéseinkben orsóalakú sejtek „háromcsúcsúvá” válásának „tendenciájáról” beszélünk, ezen — a fentiek értelmében — nem valami „belső erők” által irányított morfogenezist értünk, hanem azt a tényleges helyzetet regisztráljuk, hogy orsóalakú sejteknél különböző rendszertani csoportokban előállhat a „háromcsúcsúvá” formálódott sejt, sajátos, jellemző biomechanikai hatásokra.

Szembeötlő, hogy a rendellenes sejtalakulás a Chlorophyceae-nél gyakoribb, mint más algacsoportokban, miként ezt HORTOBÁGYI (1956) is kimutatta természetesen vizekből származó gyűjtési mintáiból. HORTOBÁGYI megállapításait, hogy ti. ez a Chlorophyceae filogenetikailag viszonylag fiatalabb kialakulásával magyarázható, a magam részéről a Chlorophyceae osztály fejlődéstörténetileg valóban fiatalabb csoportjára, a Chlorococcales ordóra korlátoznám.

Összefoglalva tehát azt mondhatjuk, hogy az orsós sejtalakú *Ankistrodesmus*-nál és *Scenedesmus*-nál teratológias jellegként az egyik sejtvégen a kétescsúság, általunk „háromcsúcsú”-nak vagy „hasadtescsú”-nak nevezett sejtalakulás jelentkezik, amely a Chlorococcales ordóban több helyütt megmutatkozó morfológiai bélyeg, párhuzamosan jelentkező sajátosság.

IRODALOM

- CHODAT, R. (1926): *Scenedesmus*. Étude de génétique, de systematique expérimentale et d'hydrobiologique. *Revue d'Hydrologie*, **3**, 71—258.
- FELFÖLDY, L. J. M.—Zs. F. KALKÓ (1959): Some methodical observations on the use of antibiotics for preparing bacteria-free algal cultures. *Acta Biol. Acad. Scienc. Hung.* **10**, 95—99.
- FOTT, B. (1959): *Algenkunde*, pp. 1—482. Jena.
- HORTOBÁGYI T. (1941): Újabb adatok a Tisza Nagyfa-holtága fitoplanktonjának kvalitatív vizsgálatához. I. *Bot. Köz.*, **33**, 151—170.
- HORTOBÁGYI, T. (1956): Algenteratologien im Seston des Balaton und ihre entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen. *Acta Biol. Acad. Scienc. Hung.*, **6**, 203—213.
- KORSIKOV, O. A. (1953): *Protococcineae*, in: Viznaesik prisznovodnih vodorosztej Ukrain-szkoj R. C. R. Tom. 5. Kiev.

- McMILLAN, R. (1957): Morphogenesis and polymorphism of *Ankistrodesmus* spp. *Journ. of Gen. Microbiol.* **17**, 658—677.
- SMITH, G. M. (1916): A monograph of the algal genus *Scenedesmus*, based upon pure culture studies. *Transact. Wisconsin Acad.* **18**, 422—530, tab. 25—33.
- SMITH, G. M. (1933): The fresh-water algae of the United States. pp. 1—716. *New York—London*.
- UHERKOVICH, G. (1956): Adatok a *Scenedesmus*ok magyarországi előfordulásának ismeretéhez. *Pécsi Ped. Főisk. Évkönyve* **1**, 227—246.
- UHERKOVICH, G. (1957): A *Scenedesmus* nemzetség (Chlorophyceae) különös tekintettel a hazai előfordulásokra. pp. 1—253, I—XXV. (Monographia in man.)
- UHERKOVICH, G. (1959): A Chlorococcales (Protococcales) zöldmoszatordó tagozódásának főbb vonalai. *Biol. Közl.* **7**, 121—126.

PARALLELE IRREGULARITÄT IN DER ENTWICKLUNG DER GENERA
ANKISTRODESMUS UND *SCENEDESMUS*

G. Uherkovich

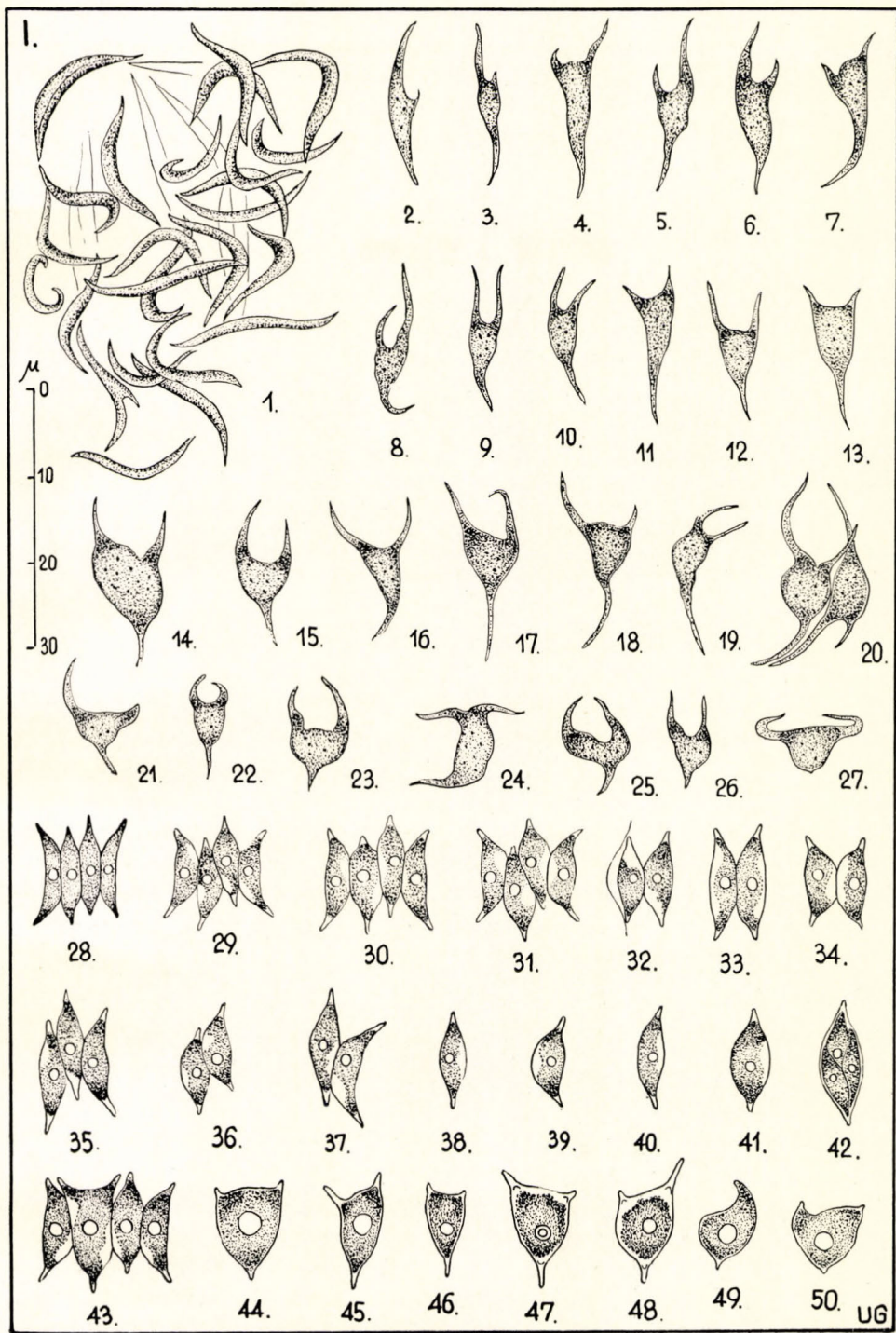
Biologische Station für Tiszaforchung, Szeged

Zusammenfassung

Verfasser berichtet in der vorliegenden Abhandlung über, unter den durch L. FELDÝ und F. KALKÓ (Biologisches Forschungsinstitut zu Tihany) isolierten Reinzuchten von Algenstämmen bei den Stämmen *Ankistrodesmus angustus* BERN. Nr. 1893 und *Scenedesmus acutus* MEYEN Nr. 2543 beobachteten, als parallel anzusehende Teratomen. Er fand bei dem ersteren Stamm »Dreispitzen-« oder »Spaltspitzen-Zellen« mit einer Häufigkeit von 0,2—0,4%, bei dem letzteren mit einer solchen von 0,02—0,04%.

Verfasser führt aus, daß die »Dreisplitz-Zellen« Bildung sich in der Ordnung der Chlorococcales als ein, sich an mehreren Punkten zeigendes, genetisch-taxonomisch ständiges morphologisches Merkmal darstellt. Im Falle von *Ankistrodesmus* und *Scenedesmus* trägt dieses teratologische Merkmal keinen atavistischen Charakter, sondern ist eher von einer »vorausweisenden« Art. *Cerasteria irregulare* kann als erste, genetisch festgelegte Station jener Entwicklungslinie angesehen werden, welche durch diese irreguläre Bildung angedeutet wird.

Die Versuchsergebnisse McMILLAN's (1957) geben eine Erklärung des Bio-mechanismusses der »Dreisplitz-Zellen-Bildung«. In einer, entwicklungsgeschichtlich jüngeren Ordnung der Chlorophyceae, in den Chlorococcales finden sich irreguläre Bildungen häufiger.



1. tábla. *Ankistrodesmus angustus* = 1. Normális kialakulású sejtek csoportja egy „háromcsúcsú” sejtrel. 2–27. Különböző kialakulású „háromcsúcsú” sejtek.

Scenedesmus acutus forma = 28. Karcsú sejtekből álló fiatal coenobium. 29–31. Négyes coenobiumok. 32. Kettes coenobium az anyasejt falának maradványával. 33–34. Kettős coenobiumok. 38–41. Coenobiumról levált egyes sejtek. 42. Fiók-coenobium-képzés magányos sejtben. 43. Négyes coenobium „háromcsúcsú” sejtrel. 44–48. Különböző kialakulású „háromcsúcsú” sejtek. 49–50. Majdnem amorph, de még mindig „háromcsúcsú” alapkoncepciójú sejtek.

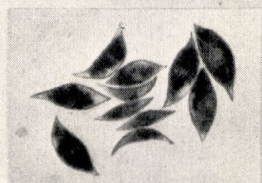
Tafel 1. *Ankistrodesmus angustus* = 1. Gruppe normal gebildeter Zellen, mit einer »Dreispitzen«-Zelle. 2.–27. Verschiedentlich gebildete »Dreispitzen«-Zellen.

Scenedesmus acutus forma = 28. Junges, aus schlanken Zellen bestehendes Coenobium. 29.–31. Vier-zellige Coenobien. 32. Zwei-zelliges Coenobium mit Resten der Wand der Mutterzelle. 33.–34. Zwei-zellige Coenobien. 38.–41. Vom Coenobium abgelöste einzelne Zellen. 42. Coenobien-Neubildung mit einer »Dreispitzen«-Zelle. 44.–48. »Dreispitzen«-Zellen verschiedentlicher Gestalt. 49.–50. Fast amorphe Zellen mit einer »Dreispitzen«-Grundkonstruktion.

II.



1.



2.



3.



4.



5.



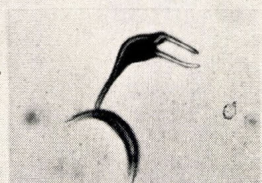
6.



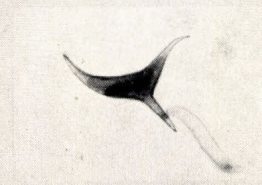
7.



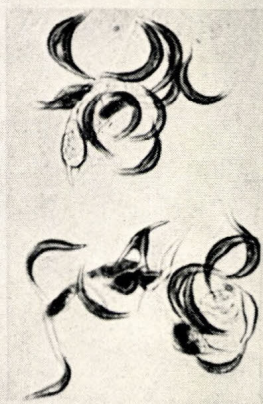
8.



9.



10.



11.

UG

2. tábla. *Scenedesmus acutus* forma = 1. A tenyészet áttekintő képe (150 ×). 2–3. Magányos sejtek mellett karesú sejtekből álló fiatal coenobiumok (750 ×). 4. Tenyészet képe erősebb nagyítással (750 ×).

Ankistrodesmus angustus = 5.–8. Normális sejtek csoportjai, bennük „háromcsúcsú” sejtek (750 ×). 9.–10. Magányos „háromcsúcsú” sejt. 11. Normális sejtek csoportja „háromcsúcsú” sejttel.

Tafel 2. *Scenedesmus acutus* forma = 1. Übersichtliches Bild der Zucht (150 ×). 2.–3. Nebst einzelnen Zellen aus schlanken Zellen bestehende junge Coenobien (750 ×). 4. Bild der Zucht in stärkerer Vergrößerung. (750 ×).

Ankistrodesmus angustus = 5. Gruppen normaler Zellen, darin »Dreispitzen«-Zellen (750 X). 9.–10. Einzelne »Dreispitzen«-Zellen. 11. Gruppe normaler Zellen mit »Dreispitzen«-Zelle.