

A CHLORELLA-CIKLUS FELLÉPÉSE A KIRCHNERIELLA ÉS AZ ANKISTRODESMUS EGYEDI FEJLŐDÉSÉBEN

Írta: KISS ISTVÁN

I. Bevezetés

A polimorfizmus jelenségének a növényi mikroszervezetek körében való vizsgálata mind egyedfejlődéstani, mind taxonómiai szempontból jelentős. Az egyedi fejlődés fázisainak feltárása nemcsak a sejt morfogenezisébe nyújt bepillantást, hanem a taxonómiát is segíti egy-egy rendszertani kategória morfológiai sajátosságainak értékelésében, s rendszertani helyének fejlődéstörténeti alapon való kijelölésében.

A polimorfizmus fogalmának általában kétféle értelmezésével találkozhatunk. E kifejezést AGARDH már 1820-ban alkalmazta [1], s annak a jelenségnek a megjelölésére használta, hogy egyes speciestek variabilitásában rokon vagy nem rokon szervezetek alakbéli utánpotjai jelennek meg. Ezt kell tekintenünk a polimorfizmus eredeti és szűkebb értelmezésének. Tágabb értelmezésben a polimorfizmus azt jelenti, hogy valamely species változékonysága igen nagy, s ennek következtében igen sok formája különböztethető meg. A tágabb értelmezést azért használhatjuk, mert a változékonyság olyan formákat is létrehozhat, amelyek „újak“ abban az értelemben, hogy nem utánozzák más speciestek sejtalakját.

Sajátságos jelenség, hogy a *Chlorococcales* (*Protococcales*) rendbe tartozó egysejtű növények ontogenezisében a *Chlorella* fajok sejtalakját más nemzetségek képviselői is felvehetik. BEIJERINCK [2] már 1890-ben közölte, hogy az *Ankistrodesmus* fejlődésében ún. „*Chlorella*-ciklus“ létezik, amelyben a sejtek gömbszerű alakot mutatnak. A *Kirchneriella* fejlődésmenetének figyelemmel kísérése alapján magam is sok esetben tapasztaltam, hogy a *Chlorella* sejtek gömb alakját a *Kirchneriella* néhány speciestek sejtjei is felvehetik egyéni fejlődésük során. Klon-tenyészetek segítségével 1953-ban sikerült be is bizonyítanom, hogy a „gömb alakú állapot“ a *Kirchneriella* sejtjeinek morfogenezisében igen jelentős szerepet játszik. Mivel nem volt tudomásom róla, hogy ezt az igen sajátosság jelenséget BEIJERINCK már korábban leírta, a *Kirchneriella* sejtek morfogenezisének gömb alakú állapotát „*chlorelloid-fázisnak*“ vagy „*Chlorella-állapotnak*“ neveztem. Erről a M. Tud. Akadémia által 1956. május 15-én a fajkeletkezés kérdéséről rendezett vitautlésen be is számoltam [6, 7]. Megállapítottam, hogy a *Kirchneriella* kifliszerű sejtalakja „... ha-

tárczott fejlődési folyamat eredménye, s viszonylag legtartósabb állapot az egyedi fejlődés folyamatában“. Kitűnt, hogy ez a fejlődés az általam feltárt ún. „horpadásos fragmentációval“ következik be, amelynek során a gömb alakú sejt kifli alakúvá formálódik.

Mindenesetre az a körülmény, hogy az *Ankistrodesmus* és a *Kirchneriella* morfogenezisében a gömb alakú „kezdő-állapot“ egyaránt megtalálható, fejlődéstörténeti szempontból jelentős, s e két nemzetség nagyon közeli rokonságára mutat. Az *Ankistrodesmus* Chlorella-ciklusát 1957-ben McMILLAN [9] is közölte. Megállapította, hogy az különösen N-ellátású tápközegben fordul elő leggyakrabban.

A Chlorella-ciklus fellépését az *Ankistrodesmus* fejlődésmenetében ma-
ram is észleltem, s alkalmam nyílt annak természetét klon-tenyészetekben is vizsgálni. A következőkben röviden ezt ismertetem, s egyben megkísérlem a *Kirchneriella* és az *Ankistrodesmus* Chlorella-ciklusának morfogenetikai összehasonlítását is. A prioritásnak helyet adva a következőkben a BEIJERINCK által bevezetett Chlorella-ciklus kifejezést használom.

II. Az *Ankistrodesmus Braunii* Chlorella-ciklusának klon-tenyészetes vizsgálata

A klon-tenyészet készítésének kiindulásául az *Ankistrodesmus Braunii* önállóan létrehozott vízvirágzását használtam. E vízvirágzást Tápé határában észleltem 1953. szeptember 20-án. A növényi mikroszervezetek vízvirágzásos tömegprodukciónak összefoglaló vizsgálata c. munkámban [8] erről már röviden megemlékeztem. Idézett munkám 39. oldalán a 3. mikrofelvétel a természetes bioszeszton, a 4. mikrofénykép pedig Knop-ágáros tenyészet sejtjeit mutatja be. Sajátságos, hogy a természetes lelőhelyen a sejtek kisebbek, főként karcúbbak, mint ágáros tenyészetekben. A begyűjtött bioszesztonban levők 35—45 μ hosszúak és 4,5—5 μ szélesek, az ágáros tenyészetben pedig 30—54 \times 5—8 μ méretűek. Ez utóbbiak tehát közelebb állanak a BRUNNTHALER [3] által közölt típushoz. A sejtek részben spirális osztódással, részben pedig különböző méretű gömb alakú autospórák képzésével szaporodtak. A Knop-ágáron tenyésző sejtek közepén néha kissé elszélesedtek. Ez azonban még nem volt „nódusznak“ tekinthető.

A vizsgált klon egy 50 μ hosszú és 7 μ széles sejttől származik, amelyet ágárfelületen teljesen egyedül találtam. A binokuláris preparálómikroszkóp alatt kiválasztott sejtet steril üvegtűcske letűzésével megjelöltem, s környezetét erősebb nagyítás alatt is megvizsgáltam. Majd preparáló mikroszkóp alatt a sejtet izoláltam és 25-szörös hígítású Knop-oldatba helyeztem. A negyedik hét elejére a sejtek jelentősen felszaporodtak, aminek elsősorban az volt az oka, hogy nem hosszirányú átlós osztódással, hanem gömb vagy tojás alakú autospórák nagy számban való képzésével szaporodtak. Az autospórák igen híg szuszpenzióját Knop-ágárra szélesztettem, ahol azok 8—10 nap alatt normális sejtekké fejlődtek. Ez utóbbiak között akadt néhány olyan sejt, amelynek közepén nóduszhoz hasonló elszélesedés mutatkozott.

A legsajátságosabb volt azonban az a jelenség, hogy a kb. 8-hetes ágár-tenyészetekben vastagfalú és gömbölyded nagy „kitartósejtek“ is jelentkeztek. Méretük 12—25 μ között ingadozott! E sejtek mindegyike erősen granulált,

illetve bennük a plazma kisebb gömb alakú autospórákra kezdett darabolódni. A „kítartósejt“ elnevezést nemcsak a vastag fal indokolja, hanem az is, hogy e nagy gömbölyded sejtek olykor hónapokig is változatlanul maradtak, s ilyenkor rendszerint enyhén vörösesbarna színeződést is öltöttek. A sejtek többsége azonban nem került hosszabb nyugalmi állapotba. Ez utóbbiak zöld színűek maradtak, s 1—2 hét múlva faluk felszakadt, s az apró autospórák a környezetbe jutottak. Az I. tábla 1. mikrofelvételén öt „kítartósejt“, s a belőlük kiáramlott autospóra-halmaz látható. A két felső sejtből az autospórák már teljesen, az alatta levő kettőből pedig legnagyobb részben kiürültek. A legalsó „kítartósejt“ még zsúfolva van fejlődésben levő autospórákkal. A kiszabaduló autospórák többnyire gömb alakúak, s egy ideig alakjuk megtartásával gyorsan növekedhetnek. Átmérőjük a gyors növekedés után többnyire 4—5 μ .

Az *Ankistrodesmus Braunii* fejlődésmenetében tehát a *Chlorella*-ciklus egymás után két formában is mutatkozott, és pedig:

a) Először viszonylag nagy, gömbölyded és vastag falú sejtek képződtek, amelyek néha hosszabb ideig nyugalmi állapotban maradtak, többnyire azonban rövidebb nyugalmi szakasz után autospórákat szabadítottak ki. A „kítartósejtek“ falvastagsága néha a 2 μ -t is elérte.

b) A *Chlorella*-ciklus második és jellemzőbb formája az, hogy a vastag falú sejtek nagyszámú gömb alakú autospórákat szabadítanak ki. Ez utóbbiak között akad néhány olyan is, amely kissé ellaposodik, s a horpadásos fragmentációs fejlődésment révén kifliszerű, *Kirchneriella*-jellegű sejté formálódik. Ez utóbbiak azonban többnyire szabálytalan kifliformájúak, s így a *Kirchneriellától* megkülönböztethetők.

A Chlorella-jellegű autospórák vegetatív sejtekké való fejlődése.

Az 1. mikrofelvételen látható sejthalmazt a szélesztés utáni 9. hét elején az ágarlemez felületéről kivettem, s 25-szörös hígítású Knop-féle oldatba helyeztem át. Itt a sejtek a halmazból kikerültek, s további fejlődésnek indultak. A fejlődés kezdetét a gömb alakú autospórák bipoláris növekedése indította el. Ez a folyamat a 2. mikrofelvételen látható. Mindenekelőtt az tűnik fel, hogy a Knop-oldatba való átültetés utáni 8-ik napon már néhány vegetatív sejt is látható, mégpedig csaknem kifejlett állapotban, az autospórák többsége azonban még alig növekedett valamit. A kép baloldali középső részén az „a“ jelzéssel ellátott autospóra már megnyúlt és mindkét végén kicsúcsosodóban van. Közepén világos folt, a plasztisz kezdődő kivágódása látható. Közvetlen felette olyan sejt helyezkedik el, amelynek alsó nyúlványa fejlett, a felső viszont még teljesen hiányzik. A kép baloldali részén három megnyúlásban levő vegetatív sejt látható. A legfelső középső része nodosus-jellegűen kidudorodik, mert a valamikori autospóra viszonylag keskenyebb nyúlványokban folytatódott. Az alatta levő sejtnél hasonló jelenség látható. A nodosus-jelleg tehát ez esetben kétségtelenül onnan adódik, hogy az autospóra keskeny nyúlványokat fejleszt. A kép felső részének közepetáján két ugyancsak erősen nodosus-jellegű sejt van fejlődőben. A „b“-jelzéstől balra két osztódásban levő megnyúlt sejt tűnik fel. Az osztódás hosszanti jellegű, de eltér a megszokottól, mert az utódsejtek egyenlőtlenül mintegy „kihasadnak“ az anyasejtől. Különösen jól szemlélhető ez a „b“-jelzéstől közvetlenül balra levő sejtnél. Ennek baloldali utódsejtje jóval kisebb, mint a jobboldali. A másik osztódásban levő-

sejt előrehaladottabb állapotot mutat, mert jobboldali utódsejtje ismét osztódni kezd. E két osztódásból viszonylag karcsú és jelentősen ívelt sejtek képződnek. Az ilyen hosszanti „hasadás” eredményeként jött létre a „b”-jelzéstől jobbra levő köralakban ívelt karcsú sejt, s tőle közvetlenül kissé balra feljebb egy ugyancsak ívelt osztódási objektum. Ez utóbbinál csak az egyik nyúlvány fejlődött ki, a sejt másik vége bunkószerű, mert ott a valamikori autospóra foglal helyet. A „c”-jelzéstől kissé jobbra ugyancsak ilyen rendellenes fejlődési eset látható. Ez a sejt már kifliszerű, de az egyik vége jelentősen elszélesedő.

A II. tábla 3—4. mikrofelvelelein az előbb elmondottak szintén megfigyelhetők. Mindkét fényképen a még csaknem gömb alakú autospórák vannak többségben. A 3. képen egészen kis méretű spórák is láthatók, amelyek a fejlődésben levő sejtek újbóli osztódásával keletkeztek. A nodosus-jelleg itt is onnan adódik, hogy az autospórák hirtelen keskenyedő nyúlványokban folytatódnak. A 4. mikrofénykép közepétől kissé balra olyan viszonylag megnyúlt sejt látható, amelynek a kidudorodása teljesen a felső oldalra tolódott. E sejt baloldali nyúlványa jóval hosszabbnak mutatkozott, mint a jobboldali. Mindkét képen az is feltűnik, hogy a sejtek teljes kifejlődésük előtt harántos vagy hosszanti hasadással több utódsejtre tagolódnak.

Az 5—6. mikrofelveleleken a kétcsúcsúvá vált autospóra további növekedésének hirtelen bekövetkező gátoltsága látható. Mindkét esetben a gömb alakú autospóra igen rövid nyúlványt fejlesztett, amelyek szinte egyenesen levágott végűek. Ez arra mutat, hogy a nyúlványok — ha elkeskenyedve is — növekedni kezdtek, de valami gátló faktor hamarosan teljesen meggátolta további nyúlásukat. Mindkét sejt nál jól látható, hogy ezek a rövid nyúlványok sem egyformák. Az 5. képen a baloldali nyúlvány hosszabb mint a jobboldali, a 6. képen látható sejt nál fordítva.

A klon-tenyészetek további figyelemmel kísérése során három legáltalánosabb fejlődésbeli jelet lehetett megállapítani, és pedig:

a) A sejtek általában nem érték el azt a méretet, amelyet a kiindulási anyag sejtjeinél mérni lehetett. A karcsú sejtekre való „hasadozás” néha szinte általánosnak volt mondható.

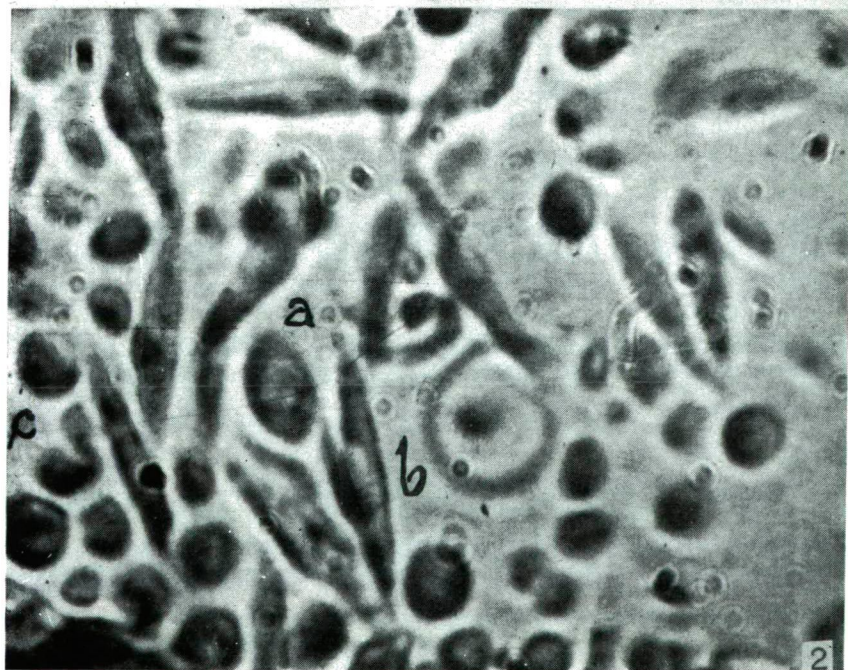
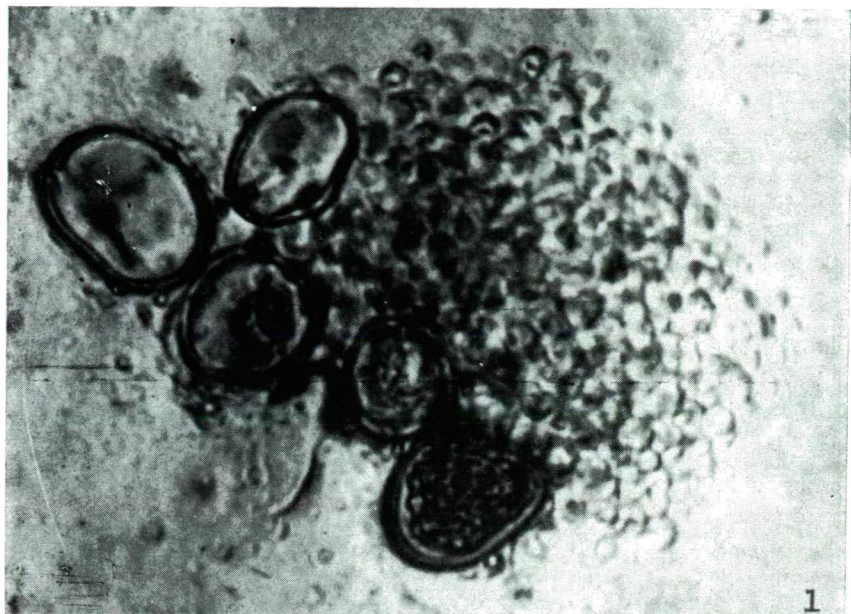
b) A nodosus-jelleg a kultúrákban kisebb-nagyobb mértékben jelentkezett, s mindig a valamikori gömbölyded autospórából adódott.

c) A klon-tenyészetekben legfeltűnőbbnek mutatkozott az a jelenség, hogy a gömbölyded autospóráknak kb. csak a fele alakult megnyúlt vegetatív sejtekké, a másik fele továbbra is gömb vagy tojás alakú maradt. Ha eredetük nem lett volna ismeretes, pillanatnyi állapotuk alapján *Chlorella* sejteknek lehetett volna őket determinálni. A gömbölyded autospóra-állapot ez utóbbiaknál nyilván hosszabb ideig tartott, s ez a hosszabb időszak a *Chlorella*-ciklus

I. tábla

1. Az *Ankistrodesmus Braunii* gömbölyded vastagfalú „kitartósejtjei”, amelyekből ugyancsak gömbölyded autospórák szabadulnak ki. A kétféle gömbölyded sejt az *Ankistrodesmus Braunii* morfogenezisében a *Chlorella*-ciklust képviseli. Klon-tenyészetből Knop-ágarról a szélesztés utáni 9. hét elején fényképezve 1000 : 1. — 2. Az előbbi képen látható sejthalmazból fejlődő *Ankistrodesmus* sejtek $\frac{1}{25}$ -ös Knop-oldatban az átültetés utáni 8. napon. A *Chlorella*-ciklusú autospórák többsége nem fejlődik normális alakú vegetatív sejté, hanem továbbra is gömb alakú marad 1200 : 1.

1. tábla



elnevezést annál is inkább megengedi és megérdemli, mivel közben a gömb alakú sejtek újabb gömbölyded utódsejteket is hozhattak létre. A továbbra is *Chlorella*-ciklusban maradt autospóráknál alighanem a hosszirányú növekedés tényezője hiányzott vagy került teljes gátoltság alá.

III. A *Kirchneriella*-félék *Chlorella*-ciklusáról

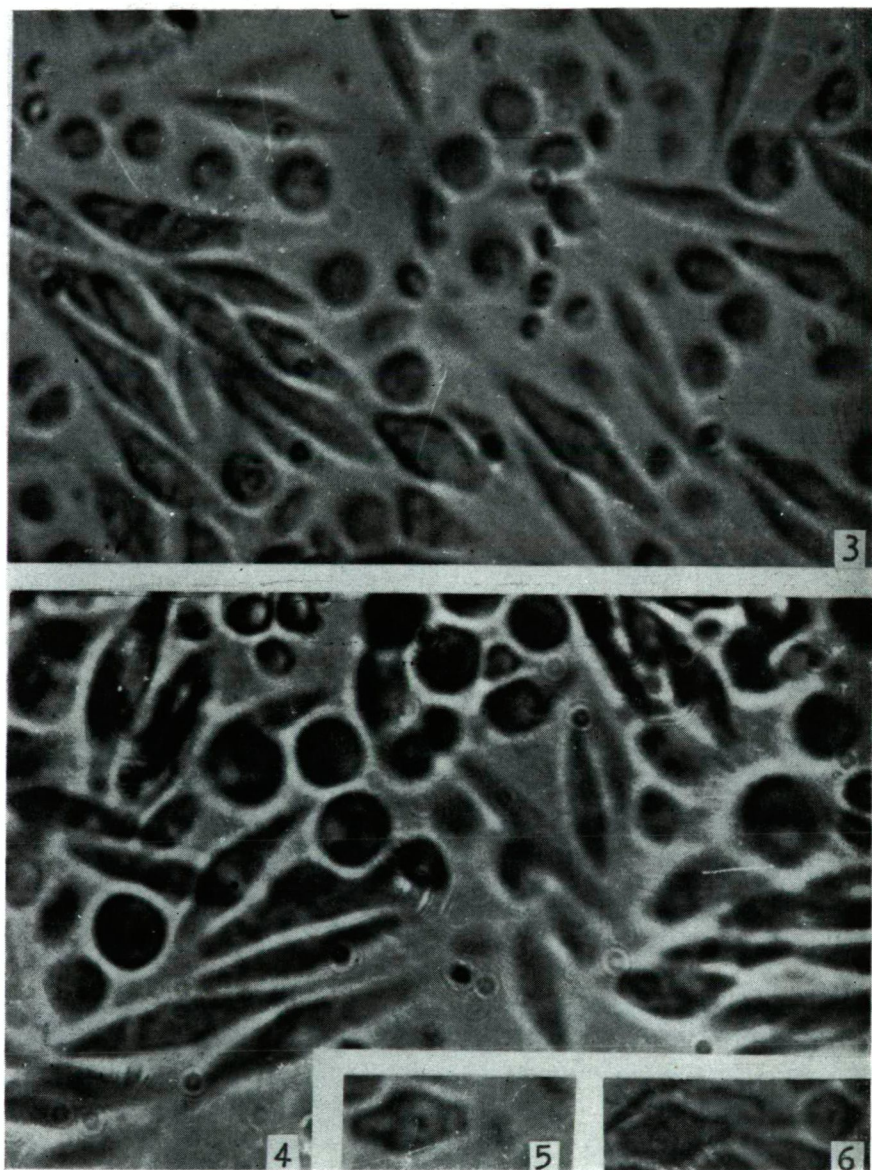
A *Kirchneriella*-félék morfogenezisében a gömb alakú állapot többnyire csak rövid ideig tart. Talán éppen ennek az átmeneti jellegnek tulajdonítható, hogy a kutatók eddig nem figyeltek fel rá. Tudomásom szerint e fejlődési fázisról nem közöltek adatot a tudományos irodalomban. Evvel szemben a kifliszerű sejtalak a végső kifejlődés fázisát képviseli, s mint ilyen, az egyedi fejlődés idejéből a leghosszabb időtartamot ez veszi igénybe, így a *Kirchneriella* taxonómiai sejtalakjaként ez szerepel. Bármily rövid ideig is tart azonban a *Kirchneriella* *Chlorella*-ciklusa, taxonómiai zavarokat mégis okozhat. Ugyanis ha rögzített anyagot vizsgálunk, vagy ha az élő anyagot tenyésztési kísérletekkel nem ellenőrizzük, úgy a gömb alakú vagy tojásformájú *Protococcales*-objektumokat hibásan *Chlorellának* determinálhatjuk. Nyilván erre vonatkozik BRUNNTHALERnek az a kétkedő megjegyzése, amelyet könyvében [3] a *Chlorella* speciesek biológiai realitását illetően tett: „Die Gattung ist in der jetzigen Umgrenzung ganz unnatürlich; erst durch neuerliche vergleichenden Untersuchungen ist eine Neuordnung möglich.“

A *Kirchneriella* morfogenezisében a *Chlorella*-ciklusból a végső kifejlés állapotába való átmenet minden tenyésztetben kizárólagosan csak az ún. horpadásos fragmentációs folyamatokkal valósul meg. E jelenséget eddig a *Scenedesmus* hyperfragmentumainak fejlődésénél, a *Nautococcus* amitotikus sejtosztódásánál, a *Chlamydomonas* *Protococcus*-állapotánál, illetve „*Dactylococcus*“-jellegű sejtjeinél, valamint a *Kirchneriella* *Chlorella*-ciklusának kifejlett állapotba való átváltásánál észleltem [4, 5, 6, 7]. Két formáját különböztetem meg:

a) Az *excentrikus kiszakadást*, amelynél az ellaposodó gömb alakú sejt a közepetáján hamarosan behorpad és átllyukad, majd az így keletkező gyűrűszerű test a lyuk excentrikus tágulásával kiszakad. Így először egy száraival összehajlított patkóalakú sejt keletkezik, amely később rendszerint kifliszerűvé tágul, sőt majdnem ki is egyenesedik. Ez utóbbira vonatkozóan már korábban megjegyeztem [6], hogy „... annyira elűt a *Kirchneriella* taxonómiailag elismert formájától, hogy — ha nem ismernők keletkezése körülményeit és ha átmeneti formák nem kötnék össze a normális íveltsgű alakokkal — nem lehetne besorolni a *Kirchneriella* alakkörébe, illetve más genus felállítására adhatna alapot. Az átszakadással képződött erősen ívelt sejtforma kinyúlásának még szélsőségesebb példáit lehetett észlelni a telepeknek ágarról folyadék-táptalajba való oltása nyomában.“

Az excentrikus átszakadás esetében a sejtnél látszólag csak alakváltozás következik be. Az a körülmény azonban, hogy ez a jelenség a *Scenedesmus* és a *Kirchneriella* hyperfragmentumainak növekedésénél is megfigyelhető, arra mutat, hogy a formabeli változások a plazma természetében és szerkezetében szabályszerűen beálló változásokat tükröznek.

II. tábla



3—4. Előbbi tenyészetből készült felvételek. Ugyancsak többségben vannak a gömb alakban megmaradó autospórák. A 3. képen a rögszerű sejtek az autospórák újbóli osztódásából keletkeztek. A fejlődésben levő sejtek nodosus-jellege onnan adódik, hogy az autospórák hirtelen keskenyedő nyúlványokban folytatódnak 1200 : 1. — 5—6. A kétszűcsűvává vált autospórák további növekedésének gátoltsága. Az egyenesen levágott végű nyúlványok nem teljesen egyformák. Előbbi tenyészetből 1200 : 1.

b) A *bipoláris átréselődés* alkalmával a behorpadt és átlyukadt sejt egy tengely irányában bipolárisan tágul, majd az így megnyúlt gyűrűszerű test a tengely mentén teljesen „átréselődik“, s így két, kissé ívszerűen hajlott utódsejt keletkezik. Ez is nyilván fejlődési folyamat, amely azonban sejtszaporo-
dást is eredményez.

A két forma közül a *Kirchneriella* esetében az excentrikus átszakadás a gyakoribb. A keletkező kifliszerű sejtek azonban utólag, kb. a hajlat táján, újból osztódnak. Úgy tűnik, hogy ez a folyamat átmenetet képez az excentrikus átszakadás és a bipoláris átréselődés között. Ennek eredményeként kevéssé ívelt „*Dactylococcus*“-jellegű sejtek keletkeznek. A *Kirchneriella*-tenyészetekben ez utóbbiak is gyakran igen nagy számban találhatóak.

A következőkben a *Kirchneriella obesa* Chlorella-ciklusának természetes körülmények között való előfordulását ismertetem. A III. tábla mikrofelvételei annak a vízvirágzásnak a bioszesztonjából mutatnak be sejteket, amely a kiskundorozsmai Nagyszék-tó területén az egyik kisebb szikes víztartóban volt található 1955. június 11-én. Ebben a biotopban előtte kb. két héttel a *Chlamydomonas Reinhardi* vízvirágzása mutatkozott. Sajátságos, hogy a *Kirchneriella* Chlorella-fázisát már több esetben is észleltem a *Chlamydomonas*-vízvirágzások megszűnése után.

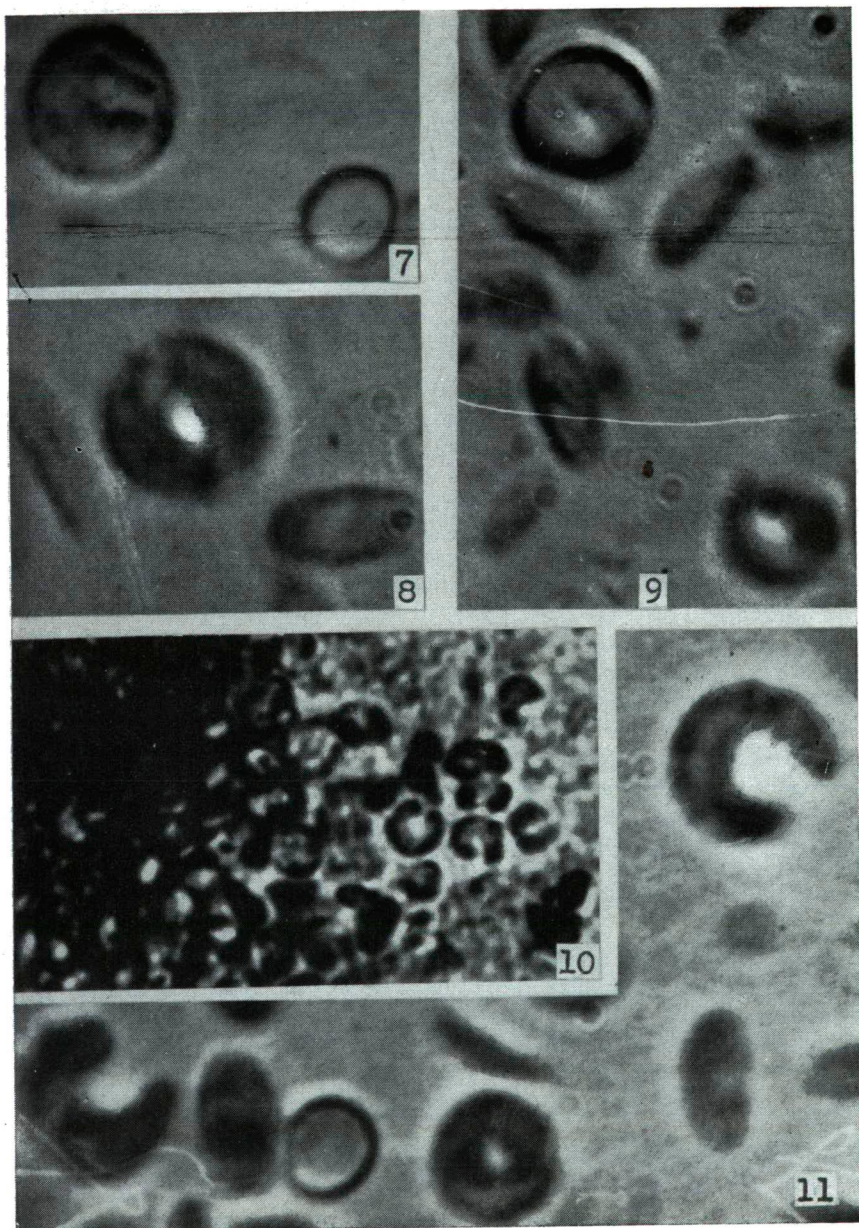
A III. tábla 7. mikrofelvételén egy Chlorella-ciklusban levő sejt excentrikus átszakadása kezdete látható. A kép alsó jobb sarkában egy fiatalabb, de már laposodni kezdő sejt helyezkedik el. A 8. mikrofényképen egy Chlorella-ciklusú sejt excentrikus átszakadása már befejeződött. A sejt végei egymást még takarják, sőt egymáson kissé túl is hajlanak. Az átszakadással ellenkező oldalon, a sejt felső részén, a kettéosztódás síkja mint világos barázda tűnik fel. Ennek eredményeként két „*Dactylococcus*“-jellegű, gyengén ívelt sejt keletkezett. A 9. mikrofelvétel felső részén egy behorpadt és átlyukadóban levő, alsó szegélyen pedig egy már excentrikusan átszakadt sejt szemlélhető. Ez utóbbinál a sejt végei egymáson túlhajlanak és kissé hegyesek. A képen több „*Dactylococcus*“-jellegű sejt látható. A 11. mikrofelvétel bal alsó sarkában egy zömökebb, jobb felső sarkában pedig egy karcsúbb *Kirchneriella* sejt található. Utóbbinál jól látszik, hogy a sejt alsó vége kissé az optikai sík alatt van, mivel a sejt kissé spirálisan csavart volt. A kép aljának közepetáján egy Chlorella-ciklusú sejt szabályos gyűrűalakú, azaz az átlyukadás állapotát szemlélteti. Az excentrikus átszakadás kezdetei a jobb oldalán már felismerhetők.

A *Kirchneriella* Chlorella-ciklusa igen gyakori a *Chlamydomonas* víz-

III. tábla

A *Kirchneriella obesa* Chlorella-ciklusának természetes körülmények között való előfordulása. 7. Egy Chlorella-ciklusban levő sejt excentrikus átszakadásának kezdete 2160 : 1. — 8. Az excentrikus átszakadás befejeződése. A sejt végei egymást még takarják, ill. egymáson kissé túlhajlanak. Az átszakadással ellenkező oldalon a sejtben levő világos mező az újbóli osztódás jele, amelynek eredményeként „*Dactylococcus*“-jellegű sejtek keletkeznek 2160 : 1. — 9. Fent behorpadt és átlyukadóban levő, lent már excentrikusan átszakadt sejt. Környezetükben több „*Dactylococcus*“-jellegű sejt helyezkedik el 2160 : 1. — 10. *Chlamydomonas*-vízvirágzás pusztulása nyomában fellépő *Kirchneriella* sejtek halmaza. Chlorella-ciklus, a jobb oldalon néhány szögletesre nyomódott sejt 700 : 1. — 11. A bal alsó sarokban egy zömökebb, a jobb felsőben pedig egy karcsúbb *Kirchneriella* sejt. Lent középen egy gyűrűalakú sejt, az átszakadás állapotában 2160 : 1.

III. tábla



virágzásainak pusztulása nyomában is. A 10. mikrofelvételen bemutatott sejt-halmaz a kiskundorozsmai *Chlamydomonas*-vízvirágzás laboratóriumban tartott bioszesztonjából való. A sejtek az összepréselődés következtében sokszögletesekké váltak.

IV. A *Kirchneriella* és az *Ankistrodesmus* morfogenezisének összehasonlítása

A *Kirchneriella* és az *Ankistrodesmus* genusok közelrokonok, mert morfogenezisük több rokon vonást mutat, illetve néha azonos utakon is halad. A *Kirchneriella* morfogenezisének végső fázisát a végein letompított kifliszerű sejtalak, az *Ankistrodesmus*-ét pedig a jelentősen megnyúlt és hegyesen végződő forma jellemzi. Az egyedi fejlődés során azonban észlelhetők olyan alakulások, amelyekkel a két genus fajai egymást jelentősen megközelítik. A két genus közeli rokonsága morfogenetikailag a következőképpen jellemezhető:

1. Az *Ankistrodesmus* körében előforduló S-alakban görbült, illetve spirális sejtformát néha a *Kirchneriella obesa* formakörében is megtalálhatjuk. Hasonlóképpen a *Kirchneriellára* jellemző kifliszerű sejtalak ritkán az *Ankistrodesmus* Chlorella-ciklusú autospóráinál is fellelhető.

2. A két genus morfogenezisében a Chlorella-ciklus egyaránt előfordulhat. Az *Ankistrodesmus*-nál ez régóta ismeretes, a *Kirchneriella* esetében pedig az utóbbi években kétségtelenül sikerült kimutatnunk. Az eddigiek alapján úgy látszik, hogy a Chlorella-ciklus a *Kirchneriellánál* még gyakoribb is, mint az *Ankistrodesmus*-nál.

3. A *Kirchneriellánál* a Chlorella-ciklusból való további fejlődés azt jelenti, hogy a gömbölyded sejt ellaposodik, majd az ún. horpadásos fragmentáción jut keresztül, miáltal eléri a fajra jellemzőnek tekintett formáját. Az *Ankistrodesmus* a Chlorella-ciklusból viszont az erőteljes bipoláris növekedéssel jut ki. E morfogenezisbeli eltérés nyilván a protoplazma molekuláris épülésében mutatkozó különbséget juttatja kifejezésre. A *Kirchneriella* morfogenezisének útját elsősorban az jellemezheti, hogy a molekulák egymásraépülése a gömbölyded sejt laposodását és belapulását, majd excentrikus átszakadását vagy bipoláris átréselődését eredményezi, az *Ankistrodesmus* molekuláris épülése pedig a Chlorella-ciklusban levő sejt kétsúcscos megnyúlásában tükröződik. Úgy tűnik, hogy ez a fejlődésbeli mechanizmus kölcsönösen átváltódhatik, amikoris a fejlődés letér a megszokott útról, de nem szabálytalanul, hanem a polimorfizmus szűkebb értelmezésű módja szerint. Csakis így magyarázható az a jelenség, hogy az *Ankistrodesmus* néha a *Kirchneriella* formáját utánozza, illetve hogy ez utóbbi olykor az *Ankistrodesmus* egy-egy jellegét ölti.

4. Mindkét genusnál tapasztalható, hogy a morfogenezis a Chlorella-ciklusnál megáll, s a fejlődés a taxonómiaileg elismerten jellemző forma felé nem juthat tovább. Az I. tábla 2., és a II. tábla 3—4. mikrofelvételein jól látható, hogy a megnyúló *Ankistrodesmus* sejtek mellett sok gömbölyded autospóra van, amelyek a megnyúlásnak semmiféle jelét nem mutatták. Ezek a továbbiak során sem növesztettek nyúlványt, vagyis ezek, legalábbis átmenetileg, a Chlorella-ciklusban megrekedtek. A végleges formájuk elérése előtt ismételten spórákra darabolódtak szét. A *Kirchneriella* klon-tenyésztésében korábban [6] ugyancsak tapasztaltam, hogy „...gyakorik voltak a

Chlorella-szerű, gömb vagy tojás alakú sejtek. Ezeknél a horpadásos fragmentáció nem következett be, azaz nem vették fel a *Kirchneriella* jellegzetes kifliszerű sejtalakját, hanem bizonyos idő múlva kb. 1-mikronos testecskékre estek szét⁴. Az előbb leírtakat idézett munkám 18. és 19. mikrofelvételei mutatták be.

További vizsgálatokat igényel az a kérdés, hogy a *Chlorella*-ciklusban való megrekedés egy vagy több sejtnevezékre terjed-e ki, s hogy e jelenség létrejöttében milyen külső vagy belső tényezők szerepelnek. Feltételezhető, hogy a további molekuláris épülést specifikusan megszabó faktorok hiányoznak vagy tartósabb gátoltság alá kerülnek.

Az elmondottak újból arra mutattak rá, hogy a növényi mikroszervezetek olykor erősen polimorf jellegűek lehetnek, s így taxonómiai helyük megállapítása az egész fejlődésment ismeretét igényli.

IRODALOM

- [1] AGARDH, C. A.: De metamorphosi Algarum. In Isis, oder Enzyklopedische Zeitung, c. 644—654, 1820.
- [2] BEIJERINCK, M. W.: Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichengonidien und anderen niederen Algen. Bot. Zeitung, 48, p. 725, 1890.
- [3] BRUNNTHALER, J.: Protococcales. In Pascher's Süßwasserflora 5, p. 1—205, 1915.
- [4] KISS, I.: Tovább élő plazmarészecskék képződése a *Scenedesmus* sejtek hyperfragmentációs szétesése révén. Annal. Biol. Universitatum Hungariae 2, p. 429—440, 1954.
- [5] KISS, I.: Az amitotikus sejtosztódás új formájáról. Biológiai Közlemények 2, p. 83—92, 1954.
- [6] KISS, I.: Egy *Kirchneriella* faj sejtjeinek nagymérvű fragmentációval történő szaporodásáról. Szegedi Ped. Főiskola Évkönyve 1956, p. 117—132.
- [7] KISS, I.: A faj biológiai realitása és változékonysága néhány növényi mikroszervezet körében. Szegedi Ped. Főiskola Évkönyve 1957, p. 3—34.
- [8] KISS, I.: A növényi mikroszervezetek vízvirágzásos tömegtermelésének összefoglaló vizsgálata. Szegedi Ped. Főiskola Évkönyve 1958, p. 23—56.
- [9] McMILLAN, R.: Morphogenesis and polymorphism of *Ankistrodesmus* ssp. Jour. of gen. Microbiol. 17, p. 658—677, 1957.
- [10] PASCHER, A.: Volvocales-Phytomonadinae. In Pascher's Süßwasserflora 4, p. p. 506, 1927.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЦИКЛА CHLORELLA В ИНДИВИДУАЛЬНОМ РАЗВИТИИ KIRCHNERIELLA И ANKISTRODESMUS

И. КИШШ

1. На основании своих исследований в биосестонах и культурах клона автор уже раньше (6) установил, что и клетки *Kirchneriella* могут принимать в процессе их индивидуального развития кругловатую форму клеток *Chlorella*. Это кругловатое «предсостояние» было описано у *Ankistrodesmus* уже в 1890 году Бейеринком; он назвал его циклом *Chlorella*. Автор раньше не знал об этом, и назвал кругловатые клетки *Kirchneriella* в процессе их развития «клареллоидной фазой» или «состоянием клорелла». В дальнейшем и автором употребляется название Бейеринка.

2. Автор нашел цикл *Chlorella* и в процессе развития *Ankistrodesmus Braunii*, а именно в двух формах. Сначала образовались большие клетки, которые автор назвал «уставивающими клетками», потому что их стенка была толста, и они, как это видно на 1. микроснимке таблицы 1., после долгого-короткого покоящегося состояния освобождали в большом числе меньшие автоспоры. Эти объекты кругловатой формы с диаметром в 4—5 микронов представляют собой вторую форму цикла *Chlorella*. Не-

которые из них становятся плоскими и напоминают на *Kirchneriella*. Из них оформляются клетки более неправильной формы. Микроснимок был снят из культуры клона с агара Кнопа, вначале девятой недели после посева.

3. Особенно, что эти маленькие автоспоры развивались в $1/25$ растворе Кнопа только в меньшем числе биполярным вытягиванием в клетки *Ankistrodesmus*, другие остались кругловатыми, «увязались» в цикле *Chlorella*. Вытягивавшиеся клетки показываются немножко узловатыми, что происходит от того, что бывшая автоспора продолжается в более узком отростке. Все выше сказанное хорошо видно на микроснимках табл. 1. (2) и табл. 2 (3—4). На этих снимках видны и особенные формы деления (у знака «б», на карт. 2), а также и клетки другого склада. Микроснимки 5—6 показывают внезапное торможение дальнейшего роста автоспор, ставших двуконечными.

4. На картинах 7—11 табл. III. цикл *Chlorella* у *Kirchneriella obesa* в естественных условиях. Видно, как клетки становятся плоскими, видны их прободение потом следующий эксцентрический прорыв, которые вместе автор назвал впадной фрагментацией. Если подкововидная клетка делится пополам накрест, то образуются немножко дугообразные клетки характера „*Dactylococcus*“. Автор уже несколько раз наблюдал цикл *Chlorella* после прекращения цветения воды *Chlamydomonas*.

5. Возникновение цикла *Chlorella* в родах и *Kirchneriella Ankistrodesmus* указывает на очень близкое родство этих двух родов. Исходя из этой фазы *Kirchneriella* приобретает окончательную форму впадной фрагментацией, а *Ankistrodesmus* биполярным ростом. то морфогенетическое различие, очевидно, выражает различия в молекулярном строении плазмы. Кажется, что эти механизмы могут взаимно обмениваться, и в результате этого эти два различных организма могут подражать друг другу в форме клетки.

AUFTRETEN DES CHLORELLA-ZYKLUS BEI DER ONTOGENESE VON KIRCHNERIELLA UND ANKISTRODESMUS

Von

I. KISS

1. Auf Grund von Untersuchungen in natürlichem Bioeston und in Klonkulturen habe ich schon früher (6) festgestellt, daß die rundliche Form der *Chlorella*-Zellen im Laufe der Ontogenese auch von den *Kirchneriella*-Zellen angenommen werden kann. Dieser kugelförmige Vorzustand wurde bei *Ankistrodesmus* schon in 1890 von BEIJERINCK beschrieben und *Chlorella*-Zyklus genannt. Ich hatte früher keine Kenntnis davon, deshalb nannte ich die rundlichen Zellen im Entwicklungslauf der *Kirchneriella* „*Chlorelloid*-Phase“ oder „*Chlorella*-Zustand“. Von nun an werde ich die Benennung von BEIJERINCK benutzen.

2. Ich habe den *Chlorella*-Zyklus auch in der Ontogenese von *Ankistrodesmus Braunii* gefunden, und zwar in zweierlei Formen. Zuerst entwickelten sich große Zellen, die ich „Dauerzellen“ nannte, da sie eine dicke Wand besaßen und nach einem kürzeren oder längeren Ruhezustand in großer Anzahl kleinere Autosporen freiließen, wie dies auf Tafel I, Mikroaufnahme 1 zu sehen ist. Diese letzteren kugelförmigen Objekte mit $4-5 \mu$ Durchmesser stellen die zweite Form des *Chlorella*-Zyklus dar. Manche von ihnen verflachen, und gestalten sich zu einer an *Kirchneriella* erinnernden, aber unregelmäßiger geformten Zelle aus. Das Bild stammt aus einer Klonkultur auf Knop-Agar, Anfang der 9. Woche nach der Ausstreuung.

3. Es ist eigentümlich, daß sich in $1/25$ Knop-Lösung nur eine geringere Anzahl dieser kleinen Autosporen mit bipolarer Streckung zu *Ankistrodesmus*-Zellen entwickelte, während die übrigen die rundliche Form beibehielten, im *Chlorella*-Zyklus „stecken blieben“. Die gestreckten Zellen erscheinen etwas nodös, was sich daraus ergibt, daß die einstige Autospore einen schmälere Fortsatz hat. Das Gesagte ist auf Tafel I, Bild 2, sowie auf Tafel II, Mikroaufnahmen 3—4 gut zu sehen. Auf diesen Bildern kann man auch eigenartige Teilungsformen (Bild 2, bei Zeichen „b“) und verschiedenartig geformte Zellen beobachten. Die Mikroaufnahmen 5—6 veranschaulichen die plötzlich eingetretene Hemmung im weiteren Wachstum der zweispitzig gewordenen Autospore.

4. Auf den Mikroaufnahmen 7—11 der Tafel III zeige ich das Vorkommen des *Chlorella*-Zyklus bei *Kirchneriella obesa* unter natürlichen Verhältnissen. Man sieht die Verflachung, dann Durchlöcherung der Zellen und das darauffolgende exzentrische Durchreißen, welche Vorgänge ich zusammen verbeulte Fragmentation genannt habe. Wenn sich die kippelförmige Zelle nach der Quere in zwei Teile spaltet, so entstehen etwas gebogene „Dactylococcus“-artige Zellen. Ich habe die *Chlorella*-Phase der *Kirchneriella* schon in mehreren Fällen nach *Chlamydomonas*-Wasserblüten beobachtet.

5. Das Auftreten des *Chlorella*-Zyklus bei dem *Kirchneriella* und dem *Ankistrodesmus* Genus weist auf die sehr nahe Verwandtschaft der beiden Genera hin. Aus dieser Phase entwickelt *Kirchneriella* durch verbeulte Fragmentation, *Ankistrodesmus* aber durch bipolares Wachsen ihre endgültige Form. Dieser Unterschied in der Morphogenese bringt offensichtlich die Verschiedenheit in dem molekularen Aufbau des Plasmas zum Ausdruck. Es scheint, daß dieser Mechanismus sich manchmal gegenseitig umstellen kann, und als Ergebnis dieses Vorgangs die zweierlei Organismen bis zu einem gewissen Maße die Zellform des anderen nachahmen können.