

TANULMÁNYOK A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL

VOLVOCALES- ÉS EUGLENA-FÉLÉK TÖMEGPRODUKCIÓINAK HALMOZÓDÁSOS MEGJELENÉSE „SÍKVIDÉKI FÖHN” ÉS „SZIROKKÓ-HELYZET” IDŐSZAKÁBAN A DUNA—TISZA KÖZÉN

Írta: KISS ISTVÁN

Bevezetés

Az algák körébe tartozó egysejtű, vagy kolóniákat alkotó többsejtű növényi mikroszervezetek bizonyos időszakokban bekövetkező gyors felszaporodása, azaz tömegprodukciónak eléggé gyakori és közismert jelenség. A tápláló szubsztrátum minősége szerint a tömegprodukciónak három fő formája különböztethető meg, éspedig a „vízvirágzás” (flos aquae), a „jég-és hóvirágzás” (flos glaciei), valamint az ún. „talajvirágzás” (flos humi).

E tömegprodukciónak közelrokon jelenségek, mert az őket létrehozó szervezetek többnyire közelrokonok, valamint időszakos megjelenésük is többnyire egyszerre következik be. Az időbeli egybeesés nálunk gyakran tapasztalható a „vízvirágzások” és a „talajvirágzások” esetében. Az eutroph jellegű sekély kisvizekben különösen az *Euglena*-félék, valamint a *Volvocales* fajtái hoznak létre „robbanás-szerűen” gyors kialakulású tömegprodukciónkat. Ezekkel egyidőben a nedves talajfelületek is tömegprodukciónak színeződnek, főként a *Bacillariophyceae* és a *Chlorophyceae* osztályok egyes fajtái egyedszámának gyors felszaporodása következtében. A felszaporodó mikroszervezetek saját színüknek megfelelően a vizet, talajt vagy havat zöldre, kékre, pirosra, barnára vagy egyéb színűre festik, s erre a tömegprodukciónak színeződésre vonatkozik a „virágzás” kifejezés. A „vízvirágzás” megjelölés LINNÉ nyomán terjedt el a szakirodalomban, de az elnevezés nem tőle származik. A halpusztulással kapcsolatban STÄNTZL DE CRONFELS [36] már 1680-ban beszél róla, azonban az elnevezést illetően ő is „hozzáértőkre” hivatkozik, s így valószínű, hogy a „virágzás” kifejezés igen régi eredetű. HUBER—PESTALOZZI [8], MESSIKOMMER [34] és más külföldi szerzők a vízvirágzások megjelölésére a „Plankton-Invasionen” kifejezést használják. Evvel azt akarják főként hangsúlyozni, hogy a maximális tömegjelenség hirtelen, „csapásszerűen” jelentkezik.

A víz bioeston által történő színeződése kétféle módon mehet végbe:

1. Az egy vagy több faj körébe tartozó mikroszervezetek állandóan lebegő állapotban maradnak, s gyors szaporodásukkal 1—2 nap alatt megszínezik a vizet. Ilyenkor a víz többnyire egész rétegében megfestődik, s csak később kezdődik a tömeges felszínregyülekezés és felületi hártába való záródás, az ún. neuston-képzés. A lebegő állapotban való felszaporodás hosszabb időszakot, 5—6 napot, sőt néha 1—2 hetet is igénybe vehet. A vízi tömegprodukciónak főként ez a lebegő állapot alkotja az elsődleges formáját.

2. Az egész víztérben vagy a víztér bizonyos szintjében felszaporodó szervezetek fajsúlyuk növekedése, vagy mozgásbeli aktivitásuk csökkenése következtében a víz mélyebb rétegeibe süllyednek, vagy egész tömegükben az alatra leülepednek. Ilyenkor vízszíneződés nem látható, bár a tömegprodukciónak jelen van. Bizonyos időszakokban ez a mélybe húzódot szervezettömeg hirtelen mozgalomba jön, gyorsan a felszínre emelkedik, s azt szinte átmenet nélkül megszínezi. Ez a mód a „virágzás” másodlagos formája, amely valóban invázió-szerűen jelentkezik.

A régebbi hazai szakirodalomból érdeklődést keltő RAPAICS [35] véleménye, amely a vízvirágzások kialakulásánál a felszínreemelkedést hangsúlyozza, s a jelenséget a baktériumok járványos felszaporodásával hasonlítja össze. A következőket írja: „A vízvirágzás olyan

tömegjelenség, mely a maga egész lefolyásában nagyon hasonlít a baktériumok vagy egyéb élősködők felszaporodásához, járványok idején. Talán van is a két tömegjelenség között bizonyos mélyebb párhuzam. Sajnos, eddig mindig csak a klíma és talajtényezők szempontjából vették vizsgálat alá e tömegmozgalmakat, társadalomtudományi szempontból azonban sohasem, így itt meg kell elégednünk azzal, hogy e párhuzamot megemlítjük.”

Főként ez utóbbi vélemény ösztönzött arra, hogy a tömegprodukciónak létrehozó mikro-szervezeteket cönológiai szempontból is vizsgáljam. Magam is azt tapasztaltam, hogy a vízvirágzásokat a legtöbb esetben egyetlen faj egyedének mérhetetlen számban való felszaporodása okozza, s viszonylag kevés az olyan tömegprodukciónál, amelynél egyidejűleg több faj is nagy egyedszámmal képviselt. Ez utóbbi ritkább eseteknél azonban megállapíthattam, hogy a tömegprodukciónak fajok összekerülése nem tetszőleges, hanem bizonyos szabályszerűséget mutat. Pl. az orosházi Kis-székben [12] még a harmincas évek közepén észleltem, hogy „... a *Trachelomonas crebea* és *Aphanizomenon* culminatios idejében, s általában tömegesebb megjelenésében kizárja egymást.” Hasonló jelenséget észleltem az *Aphanizomenon flos aquae var. klebahnii* és a *Pteromonas angulosa* felszaporodási viszonyában is. Az antagonizmusnak ez a feltűnő formája nyilván az anyagcseretermékeknek egyoldalúan vagy kölcsönösen gátló szerepében gyökerezik. Az *Aphanizomenon flos aquae* antagonizmusa azonban korántsem mindig ilyen nyilvánvaló. A Szeghalom környéki szikesekben észleltem, hogy az *Aphanizomenon* tömegprodukciónak a *Botryococcus braunii* produkciója feltűnően társult, annak ellenére, hogy a *Botryococcus* korábban mint önálló vízvirágzásalkotó szervezetet ismertem meg.

Azt is meg kell említeni, hogy „vízvirágzásnak” főként a külföldi irodalom csak a *Cyanophyton*ok tömeges felszaporodását nevezi. E felfogás talán avval magyarázható, hogy egyrészt a vizek „virágzásának” első tudományos leírója LINNÉ volt, aki az *Aphanizomenon* szineződést okozó tömeges felszaporodását nevezte így (egy régebbi hagyomány alapján), másrészt pedig a nagyobb tavakban rendszerint a *Cyanophyta* fajok szoktak színező tömegprodukciónak előidézni. A hazai szakirodalomban a „vízvirágzás” értelmezése jóval tágabb körű, mert az *Englenophyta*, egysejtű *Chlorophyta* stb. szervezetek tömeges felszaporodását is evvel a kifejezéssel szokás illetni.

A vízvirágzások kialakulásának feltételeire vonatkozólag már több felfogás látott napvilágot. Az elméletek egyik iránya a víz tápanyagtartalmával hozza kapcsolatba bizonyos szervezetek invázió-szerű felszaporodását, mások az időjárási változások során fellépő szárazságban, ismét mások a csendes meleg és napfényes időjárásban látják a vízvirágzás keletkezésének feltételeit. Kétségtelen, hogy ezek a felfogások tapasztalati tényeken nyugszanak, anélkül azonban, hogy egymagukban a tömegprodukciónak kialakulásának problémáját megoldanák.

Az a körülmény, hogy a kérdést egyik elmélet sem tudja maradéktalanul megoldani, arra mutat, hogy a tömeges felszaporodások esetében számos tényező komplex hatása szerepel. A kérdés megoldásához csak akkor juthatunk közelebb, ha számos tényező egyidejű összehatásában keressük a tömegprodukciónak kialakulásának feltételeit. Ezeket a következőképpen csoportosítottam [30].

I. Belső feltételek:

1. A mikroszervezetek fejlődési ritmusa, a nyugalmi és vegetációs időszakok váltakozása. Számos egysejtű algafaj esetében a fellépés évszakos halmozódását tapasztaltam. Pl. a *Chlamydomonas*-félék tömegprodukciónak tél végétől vagy tavasz elejétől nyár elejéig szokták a legtöbbször létrehozni. Nyáron és ősszel a *Chlamydomonas*-vízvirágzás ritkább jelenség. Az *Eudorina elegans* viszont inkább nyáron alkot tömegprodukciónak.

2. Az ivaros és ivartalan szaporodás fellépése, illetve ezek váltakozása. Ugyancsak a *Chlamydomonas*-nál tapasztaltam, hogy a gamétaképzés, az ivaros szaporodás csak a rajzósejtekkel (zoospóra) történő szaporodás után következik. A *Chlamydomonas*-vízvirágzás úgy jön létre, hogy előbb mitotikus osztódással, illetve rajzók képzésével a tömeges felszaporodás megindul, s ennek nyomá-

ban, vagy evvel egyidőben a gametogenezis is bekövetkezik. Gamétaképzést eddig csak tömegprodukciónál idején figyeltem meg.

II. Külső feltételek:

1. *A tápláló szubsztrátum kedvező kémiai összetétele, megfelelő tápanyagok jelenléte.* Tömegprodukciónál gyakrabban csak az ún. eutroph vizekben lépnek fel. Különösen fontos a N, P és a K optimális jelenléte. Az istállótrágya vizes kivonata különösen az *Euglena*, *Phacus* és a *Trachelomonas* tömegprodukciónál kialakulására nagyon kedvező. HUBER—PESTALOZZI [8] kiemeli NIPKOV vizsgálatait, amelyek szerint a még tiszta vízű, nem eutroph jellegű Zürichi tónál összefüggés mutatkozott az időszakos partomlások és a plankton-inváziók között.

2. *Serkentő anyagok jelenléte.* Itt nem kizárólag csak az auxin-félékre kell gondolnunk, amelyekre a trágyalé serkentő hatása főként visszavezethető, hanem egyéb hormonhatású hatóanyagokra is. Bizonyos bomló szerves anyagok ezektől nyerik serkentő hatásukat. A halastavak trágyázása kacsá- és libatenyésztéssel összekapcsolva gazdaságosan megoldható, csak arra kell vigyázni, hogy a tavak „túltrágyázódását” elkerüljük, mert ez utóbbi esetben gyakran fellép a halakra káros vízvirágzásos tömegprodukciónál.

Egy alkalommal nyári időszakban a *Chlorogonium elongatum* egyedül igen szép tömegprodukciónál hozott létre olyan állott vízben, amelybe néhány nappal korábban cukordinnye maradványok kerültek. Ugyanezt a jelenséget glukóz és fruktóz adagolásával azonban nem sikerült kiváltani. Szaporodást serkentő anyagokat maguk a mikroszervezetek is termelhetnek. Magam is több esetben észleltem, hogy bizonyos egyszélű algák ásványi tápoldatokban való tenyésztése könnyebb, ha e tápoldatba egy már jól szaporodó tenyészet táp-folyadékából is adagoltam.

3. *Az időjárás praefrontális jellegű helyzetei.* A több mint harminc esztendő során végzett vizsgálataim [13—33] arra az eredményre vezettek, hogy az ún. neuston-alkotó növényi mikroszervezetek tömegprodukciónál ún. „időérzékenység”-szerű jelenségek, amelyeknek kiváltódásában az időjárás praefrontális jellegű szinoptikus helyzeteinek prím szerep jut. Ezeket a szinoptikus helyzeteket a front- és légtömegelemzésekkel lehet időben jól behatárolni, ezért a légköri elemzést először ilyen alapon kell végezni.

Hangsúlyoznom kell, hogy a praefrontális helyzetekre való érzékenységet inkább csak a neustont is létrehozó szervezeteknél észleltem. Ilyenek az *Euglena* és rokonai (*Phacus*, *Lepocinclis*, *Trachelomonas*), a *Volvocales* többsége, de különösen nagy gyakorisággal a *Chlamydomonas*, *Carteria*, *Gonium*, *Eudorina* és többnyire a *Volvox*. A *Chlorococcales* zöldalgák közül a *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* és a *Kirchneriella* mutatkozott tömegprodukciónál „időérzékenység” az időjárás praefrontális helyzeteire. Ez utóbbiak felszaporodása azonban lassúbb, mint az *Euglena*- vagy a *Chlamydomonas*-féléké. Vizsgálataim túlnyomórészt ez utóbbi érzékenyen reagáló szervezetek tömegprodukciónál vonatkoznak. A kékalgák közül csak az *Oscillatoria*-félék talajvirágzását említhetem jellegzetesnek. A leggyakoribb vízvirágzásalkotó kékalgák, mint a *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Anabaena* stb. praefrontális tömegprodukciónál érzékenysége kevésbé jellegzetes, elmosódott, illetve bizonytalan. Ezek tömegprodukciónál szinoptikus meteorobiológiai elemzésre nem találtam alkalmaságnak.

Praefrontális időjárási helyzeteknek vizsgálataim szerint a következő szinoptikus helyzetek mutatkoztak:

1. Ciklonális-depressziós időszakok közeledése.
2. Legszűkebb értelemben vett praefrontális helyzet, vagyis az a szinoptikus időszak, amely a felsikló (meleg-) front átvonulását közvetlenül megelőzi.
3. Szirokkó és főhn, illetve a szabad főhn (azaz lesikló felületek kialakulása).
4. Szubtrópusi légtömegek beáramlása bizonyos esetekben. Ennek a szirokkós helyzettől való elválását az indokolja, hogy nem minden szubtrópusi beáramlás jelent egyben szirokkós időjárást.

Ezeket az időjárási helyzeteket a meteorobiológia mint praefrontális életani hatásairól ismert atmoszférikus állapotokat tartja nyilván. Ezek egymással szorosan összefüggnek, és szinoptikus meteorológiailag annak a hatalmas légköri mechanizmusnak a megnyilvánulásai, amely földfelszíni időjárásunk gyökeres megváltozását szokta előidézni. Ilyenkor tömegesen jelentkezhetnek az embernél és más élőlényeknél az „időérzékenység” megfelelő formái, s vizsgálataim szerint ilyenkor „robbannak ki” sokféle a növényi mikroszervezetek tömegprodukción is. Közismert, hogy ezek a jelenségek az időjárás közeli megváltozására mutatnak, s magam is abból a régi tapasztalatból indultam ki, amely szerint a vizek megszínesedése esős időszak előhírnöke.

A tömegprodukción és a felsorolt szinoptikus helyzetek közötti valamilyen összefüggésre a következő tények utalnak:

a) Praefrontális időjárási helyzetek esetén valamilyen helyen a tömegprodukción egy időben lépnek fel, annak ellenére, hogy eltérők lehetnek a tömegprodukción fajok, s a tápláló szubsztrátum fizikai és kémiai viszonyai is (átlát-szóság, hőmérséklet, tápanyagtartalom, pH, stb.) jelentősen különbözhetnek egymástól.

b) Praefrontális időjárási helyzetben a tömegprodukción „nagy-térben” is halmozódhatnak, azaz egy-egy tájegység területén, vagy akár országosan, egymástól több száz kilométerre igen sűrűn és kb. egy időben lépnek fel.

A következőkben ez utóbbi esetre vonatkozóan mutatok be egy példát Szeged környékéről, illet a Duna—Tisza közéről.

Tömegprodukción halmozódásos kialakulása a Duna—Tisza közén

A leggyakoribb neuston-szervezetek tömegprodukciónak halmozódásos fellépését figyelhettem meg a Duna—Tisza közén a Szeged—Baja között fekvő területen 1956 júniusa elején, ill. első felében. 1956. június 4-től június 11-ig terjedő időben összesen 69 tömegprodukción találtam. Ezek közül 5-nek a kezdetét is meg lehetett figyelni, ezért ezek szinoptikus meteorobiológiai elemzésre is alkalmasak. A többi tömegprodukción kezdete pontosan nem ismeretes, de közülük 35-nek a begyűjtött anyaga a mikroszkópos vizsgálatnál azt mutatta, hogy ezek is június elején jöhettek létre.

A biotópokat csak röviden jellemzem. Kivétel nélkül sekélyek és jelentősen szennyezett vizek, asztatikus jellegűek, s így bennük az életfeltételek viszonylag gyorsan változnak. A rövidség kedvéért az egyes tömegprodukción jellemzésénél is csak a kialakító fajt vagy fajokat, az előfordulás helyét és idejét (az 1—5. sz. tömegprodukciónál a kialakulás kezdetét), a víz pH-ját, valamint vízvirágzás formáját említem meg.

A tömegprodukciók jellemzése a következő:

1. sz. tömegprodukció: *Chlamydomonas reinhardi* vízvirágzása, Szeged, 1956. június 4-én a délelőtti órákban kezdődött. Élénkzöld, planktogén, bioseston-színeződés csak 6–7 cm mélységig volt észlelhető. Rajzók vagy gaméták nem mutatkoztak. Másnapra vékony neuston-hártya keletkezett, amely jún. 10-re kifakult, s a vízvirágzás néhány nap múlva eltűnt. A víz pH-ja jún. 5-én 7, 11-én pedig 7,6 volt.

2. sz. tömegprodukció: *Chlamydomonas reinhardi* vízvirágzása. Kialakulása jún. 5-én kezdődött. Jún. 6-ra neuston-réteg, amely jún. 11-re kifakult és összetöredezett, s a vízvirágzás még ezen a napon megszűnt. A víz pH-ja 7,5 volt.

3. sz. tömegprodukció: *Chlamydomonas spec.* protococcoid állapotának felszaporodása laboratóriumi körülmények között. A még máj. 24-én gyűjtött bioseston laboratóriumban tartva az üveghenger aljára ülepedett, s így maradt jún. 5-ig. Jún. 6-án az üledék feletti víztér zöldes árnyalatú zavarosodást mutatott, s az üveghenger oldalán is vékony zöldes bevonat jelentkezett. Jún. 10-én a bevonat az üveghenger oldalán már élénkzöld. Jún. 10-re ez a jelenség még másik három üveghengerben is észlelhető volt. A víz pH-ja mindvégig 7,2. E laboratóriumi tömegprodukció csak aug. elején kezdett pusztulni.

4. sz. tömegprodukció: *Euglena viridis* vízvirágzása. Jún. 4-én a késő délutáni órákban halványzöld felületi foltosodással kezdődött, s 5-re az egész felület zöld. A tömegprodicens *Euglena* mellett az *Ankistrodesmus convolutus* is előfordult, de csak szórványosan. A víz pH-ja 7,6. Jún. 6-án fénylő neuston-réteg, amely alatt 1–2 cm-re még bioseston-színeződés volt észlelhető. Jún. 10-re a neuston vastag, kérges és fakult, részben össze is töredezett. Alatta bioseston-színeződés nem volt észlelhető. A tömegprodukció kb. egy hét múlva teljesen elrűnt.

5. sz. tömegprodukció: *Euglena viridis* vízvirágzása. Jún. 5-én délelőtt felületi zöld bioseston-csíkok formájában kezdődött. Jún. 6-ra neuston-réteg, amely alatt bioseston-színeződés nem mutatkozott. A víz pH-ja 7,5. Jún. 10-re a neuston kifakult, töredezett, s a tömegprodukció néhány nap múlva megszűnt.

Jún. 5–6-án Szeged határában még 13 egyéb tömegprodukciót is találtam. Kezdetüket nem lehetett megfigyelni.

6–8. sz. tömegprodukció: észlelése jún. 5-én történt, mindhármát az *Euglena viridis* hozta létre.

9. sz. tömegprodukció: *Chlamydomonas attenuata* vízvirágzása. Planktogén jellegű, szórványosan még a *Trachelomonas scabra* is előfordult benne. Ugyancsak jún. 5-én észleltem.

10. sz. tömegprodukció: Jún. 5, a *Chlamydomonas asymmetrica* vízvirágzása. Planktogén jellegű. A sejtek többnyire aszimmetrikusak. A víz pH-ja 7,6.

11. sz. tömegprodukció: Jún. 5, *Euglena polymorpha* vízvirágzása. A planktogén jellegű bioseston kb. 5–6 cm mélységig színezte a vizet. A víz pH-ja 7,2 volt.

12. sz. tömegprodukció: Jún. 5, *Euglena polymorpha* vízvirágzása. A kb. 25–30 cm mély víz csaknem egész tömegében halványzöld planktogén bioseston-színeződést mutatott. A víz pH-ja 8,3.

13. sz. tömegprodukción: *Euglena viridis* vízvirágzása. Jún. 5-én kezdődött, amikor a víz felületén az élénkzöld bioseston-csíkok vagy foltok hol megjelentek, hol eltűntek aszerint, hogy az *Euglena* tömegei rajokban felszínre gyülekeztek-e, vagy pedig a mélybe húzódtak. A víz pH-ja 8,0 volt.

14. sz. tömegprodukción: Jún. 6-án a *Chlamydomonas subcaudata* vízvirágzása planktogén formában kb. 10 cm-es rétegben színezte a vizet. pH 7,5.

15. sz. tömegprodukción: a *Pteromonas angulosa* és *Chlorogonium elongatum* vízvirágzása, amelyben a *Pteromonas* domináns jelenléttű. Planktogén jellegű 20 cm-es mélységig. A víz pH-ja 7,2.

16–17. sz. tömegprodukción: Jún. 6, mindkettőt az *Euglena viridis* alakította ki. Neuston-jellegű, alatta a víz nem színezett. A víz pH-ja 7,5.

18. sz. tömegprodukción: *Euglena polymorpha* vízvirágzás, amely 20–30, néhol 60–70 cm-es mélységig planktogén módon színezi a vizet. A víz pH-ja 7,6. Szórványosan: *Scenedesmus quadricauda*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Eudorina elegans*.

Június 7-én délután Szeged és Baja között 8 vízvirágzás volt észlelhető, és pedig a következő megoszlásban: Mórahalom 2, Kiszállás 2, Mélykút 3, Felsőszentiván 1.

19. sz. tömegprodukción: *Chlamydomonas intermedia* vízvirágzás. Élénkzöld, planktogén jellegű.

20. sz. tömegprodukción: *Euglena viridis* vízvirágzás. Neustogén-jellegű, alatta a víz színeződést nem mutatott.

21. sz. tömegprodukción: *Eudorina elegans* vízvirágzás. Planktogén, csak a felsőbb rétegekben idézett elő bioseston-színeződést.

22. sz. tömegprodukción: *Euglena polymorpha* és *Aphanizomenon flos aquae* vízvirágzás. Szürkészöld planktogén jellegű bioseston-színeződés. Itt-ott kékes-szürkésen csíkos.

23–24. sz. tömegprodukción: *Eudorina elegans* vízvirágzások. Planktogén jellegű felületi bioseston-színeződés mutatkozott mindkét esetben.

25. sz. tömegprodukción: Sötétzöld felületi bioseston-tömeg, amelyet egyedül az *Euglena viridis* mérhetetlen egyedszámban való felhalmozódása alkotott.

26. sz. tömegprodukción: *Chlamydomonas reinhardi* vízvirágzás. Élénk fűzöld színű planktogén színeződést okozott.

27–55. sz. tömegprodukción: a műút mentén Bajáig még 29 esetben figyelhettem meg kisebb-nagyobb bioseston-színeződéseket, amelyekből azonban nem lehetett gyűjteni. Baja után még Bátaszék felé is bioseston-színeződések voltak megfigyelhetők.

56–69. sz. tömegprodukción: Június 11-én Szeged környékén (Tápé és Kiskundorozsma határában) további 14 tömegprodukción volt megfigyelhető. A létrehozó mikroorganizmusok szerinti megoszlás a következő: *Chlamydomonas spec.* 2, *Eudorina elegans* 3, *Eudorina elegans* + *Aphanizomenon flos aquae* 1, *Euglena viridis* 6, *Euglena spec. (polymorpha?)* 2. E tömegprodukción már erősen a hanyatlás fázisába kerültek, úgyannyira, hogy néha a létrehozó species sem volt determinálható. Jún. 11-én azonban már Szegeden a kezdettől megfigyelt tömegprodukción (1–5. sz. tömegprodukción) „előregedett” állapotba kerültek, s így feltételezhető, hogy a jún. 11-én megfigyelt újabb 14 tömegprodukción is június elején alakult ki.

A tömegprodukción bioszinoptikus elemzése

Az előbbi vázlatos felsorolásból kitűnik, hogy június elején Szeged környékén, a Duna—Tisza köze déli részén, még a Dunántúl területére is áttérjedve, mindenfelé „virágzottak” a vizek. Az átszelt terület ugyan kb. csak 100 kilométer, azonban feltételezhető, hogy a tömegprodukción halmozódása ennél jóval nagyobb körzetre terjedt ki. E megkapó természeti jelenségek „kirobbanását” a jelzett időszak bioszinoptikus elemzésével próbáljuk magyarázni. Az elemzést az 1. sz. ábra szemlélteti.

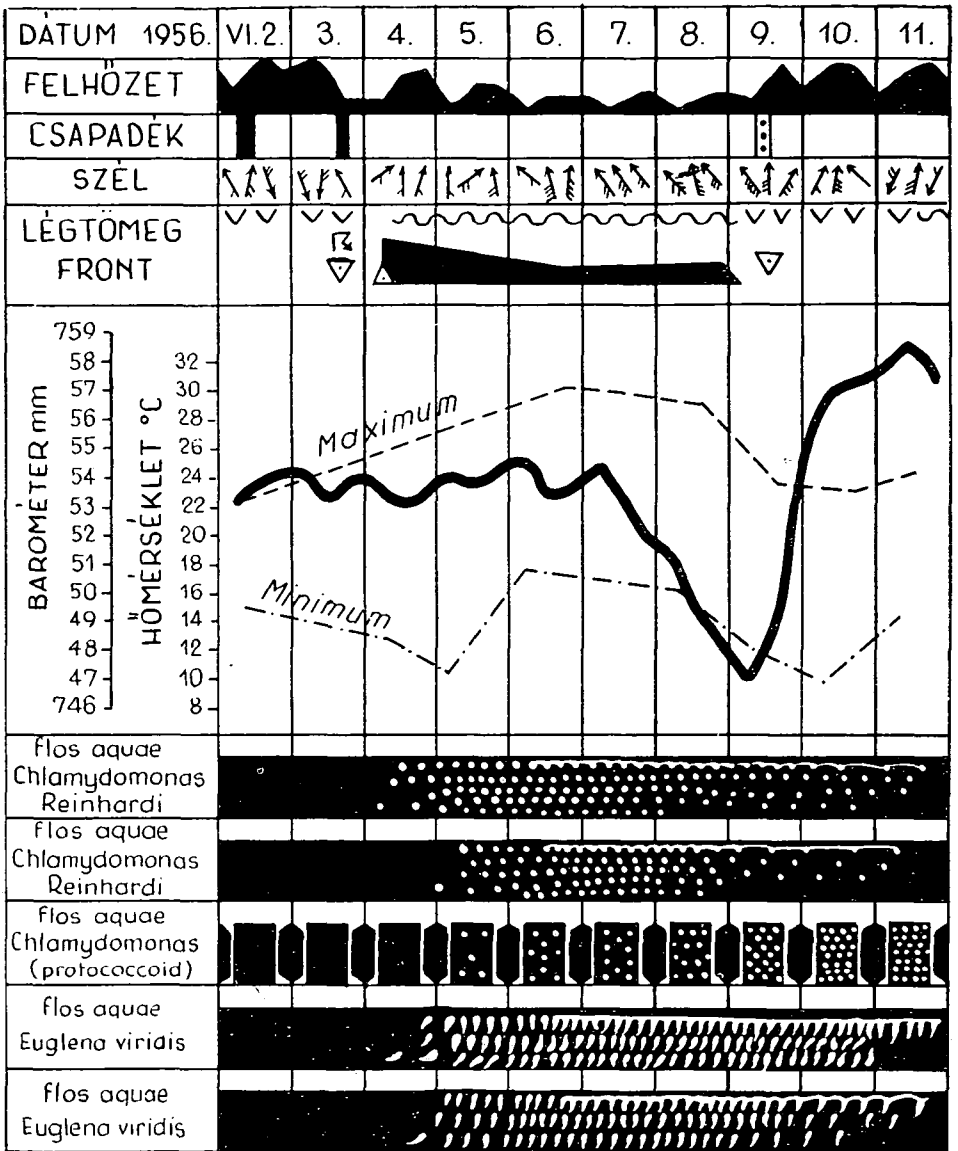
A Magyar Meteorológiai Intézet Központi Előrejelző Osztályán végzett front- és légtömegelemzések szerint június legelső napjai után hazánk területén jelentős időjárási fordulat következett be. A legelső júniusi napokban Magyarország területe is belesett abba a magasnyomású gerinc-övezetbe, amely Európán K—Ny.-i irányban áthúzódott. E gerinctől északra tengeri léghullámok özönlöttek, délen pedig tengeri szubtrópusi (mT) levegő helyezkedett el. Közép-Európa felett azonban e gerinc meggyengült, s ennek következtében már jún. 2-án északról hűvös tengeri levegő (mKM) áramlott be Magyarország területére. E levegőfajta jún. 3-án teljesen elárasztotta hazánkat. Szegeden jún. 3-án 19 h-kor egy mérsékelt front haladt át, zivatar formájában.

Június 4-én nagy fordulat állott be a légköri történések fejlődésében. Európa keleti részén tengeri légtömegek jutnak uralomra, Nyugat-Európa területére viszont Spanyolországon át a délnyugatra forduló légáramlás szubtrópusi (mTM) levegőt szállít. Az Atlanti-óceánról grönlandi hűvös légtömegek áramlanak Írország felé. E makroszinoptikus helyzetben kerül hazánk déli része, illetve Szeged térsége a „síksíki főbn”, azaz egy lesiklófelület uralma alá. A lesiklás Szegeden június 4-én 8 h-kor haladt át, s nyomában tengeri meleg szubtrópusi légtömegek (mTM) áramlanak be. Ez utóbbiak uralma tartósnak bizonyult, mert június 7—8-ig ezek borították hazánk területét. Közben a magasnyomású gerinc DNY—ÉK-i irányt vesz fel és Olaszországtól Erdélyen át ÉK-i irányban húzódik. Ettől ÉNy-ra szubtrópusi légtömegek áramlanak északkelet felé, viszont Nyugat-Európában már tengeri hűvös légtömegek (mKM) vannak uralmon. Az általános áramlás azonban északkeleties, ezért a tengeri hűvös levegő csak lassan hódíthat teret kelet felé a szubtrópusi levegő rovására. Szegeden frontátvonulást utólag nem lehetett kimutatni.

Június 6-án továbbra is délies légáramlás uralkodik, fokozódó felmelegedéssel és fűledtséggel. Szirokkó-szerű helyzei alakult ki. A magasnyomású gerinc súlypontja ÉK-re tevődik át, s a Szovjetunió középső területein anticiklon épül fel. Megnyílik a tengeri léghullámok számára az út Közép-Európa felé. Frontátvonulás nem volt kimutatható.

Június 7-én a helyzet jobbra változatlan. Hazánkban a legtöbb helyen — így Szeged környékén is — még a szubtrópusi levegő van uralmon, mely a nyugati—délnyugati irányból a magasban előretörő hűvösebb légtömegek hatására instabilizálódik. Ennek lehetett az eredménye az a futó zápor, amelyet a Duna—Tisza közén átutazóban több helyen is észleltem (Mórahalom, Kisszállás, Mélykút). Nyugaton ugyanis erősödött a ciklon-tevékenység. OZORAI elemzése szerint Szeged térsége továbbra is frontmentes.

Június 8-án megkezdődik az előbbi időjárási állapot átalakulása: Magyarország területe felett ciklon fejlődik ki. Az ország nyugati részén tengeri hűvös (mKM) légtömegek jutnak uralomra, keleti területein viszont még továbbra is



Légtömeg: ~~~~~ : mT, VV: mKM; Δ : felsikló front; ∇ : betörési front.

1. ábra. A kezdetüktől megfigyelt tömegproduktciók bioszinoptikus elemzése

a szubtrópusi légtömegek maradnak uralmon. Szeged még mindig frontmentesnek mutatkozott. Jún. 9-re a tengeri hűvös levegő teljesen elárasztotta az ország területét. A Magyarország feletti ciklon retrográd, ÉK felé halad. Szegeden 11 h-kor erős betörési front haladt keresztül, kevés csapadékot eredményezve.

Június 10-én jellegzetes postfrontális időjárási állapot volt észlelhető. A légáramlás ugyan még délies, de már nem szubtrópusi, hanem hűvös tengeri légtömegek áramlanak be. A Közép-Európa feletti ciklontevékenység miatt ugyanis a hűvös levegő nagy tömegekben árasztotta el a Földközi-tenger medencéjét. Szegeden frontátvonulást nem lehetett kimutatni.

Június 11-én az időjárás ismét a korábbi jellegűre fordul, mert a Közép-Európában uralkodó délies légáramlás már nem hűvös tengeri levegőt, hanem újra szubtrópusi légtömegeket szállít észak felé. Szegeden napközben praefrontális felhőzet, a felsiklás azonban csak éjfél után éri el Szegedet.

A légtömegelemzés azt mutatja, hogy a Szegeden megfigyelt tömegprodukciók kialakulásának kezdete minden esetben a bioszinoptikus szempontból praefrontális hatásúnak minősített időjárási helyzetekre esett. Éspedig:

1. Június 4-én „síkvidéki főhn” vagy „szabad főhn” kialakulása nyomában két tömegprodukció indult fejlődésnek: délelőtt a *Chlamydomonas reinhardi* (1. sz. tömegprodukció) és délután az *Euglena viridis* vízvirágzása (4. sz. tömegprodukció).

2. A „síkvidéki főhn” lesiklási folyamataival kezdődött meg a szubtrópusi légtömegek beáramlása hazánk fölé, s megindult az a légköri folyamat, amely szirokkó-szerű helyzet kialakulására vezetett. Erre a helyzetre esik jún. 5-én az *Euglena viridis* (5. sz. tömegprodukció) és a *Chlamydomonas reinhardi* (2. sz. tömegprodukció) vízvirágzásának kezdete.

3. Június 6-ra a további szubtrópusi beáramlással kialakult a szirokkó-szerű időjárási helyzet, fülledtséggel és fokozódó felmelegedéssel. Ekkor kezdődik meg a *Chlamydomonas spec. protococcoid* (vagy chlorococcoid) fejlődési állapotban levő sejtjeinek gyors ütemű szaporodása laboratóriumi körülmények között (3. sz. tömegprodukció).

Az eredmények megvitatása, következtetések

A meteorobiológiai elemzés kétségtelenül bizonyítja, hogy a kialakulásuk kezdetétől megfigyelt vízvirágzások praefrontális időjárási helyzetben jöttek létre. A felsorolt többi vízvirágzás mikroszkópos vizsgálatából is arra lehetett következtetni, hogy ezek is az előbbiekkal azonos időszakban, azaz a június 4–7-e közötti tartós praefrontális helyzetben alakultak ki:

Az is megállapítható, hogy erre a praefrontális időszakra jún. 8-tól ciklonális időszak következett, vagyis az időjárás jellegében bekövetkező gyökeres változást a tömegprodukciók „kirobbanásai” mintegy előre jelezték. A tömegprodukciók tehát általánosabb értelemben az élőszervezetekre jellemző „időérzékenység” egy sajátos formájának is tekinthetők.

A vizsgált tömegprodukciók praefrontális időszakban való halmozódásos „kirobbanása” tagadhatatlan tény, az időjárás primszerepe tehát aligha vitatható, csak az a kérdés, melyek az időjárási helyzet légköri hatótényezői?

E kérdést már 1942-ben első ide vonatkozó munkámban [13] eléggé széles alapokon felvetettem. Megállapítottam, hogy a pusztaföldvári tanyavilágban észlelt *Eudorina elegans* vízvirágzásának kifejlődése és e vízvirágzás életének változása „... nemcsak a hőmérséklet, fény és sók optimális mértékéhez kötött, hanem az időjárási frontok egyéb tényezői vagy tényezőegyüttese is jelentős szerepet játszhatnak”. Az *Eudorina eme* vízvirágzását 1936 nyarán több mint egy hónapon keresztül vizsgáltam — naponta többszöri észlelés alapján —, s azt

találtam, hogy a tömegprodukciónak életében három fő szakasz különböztethető meg. Az első két életszakasznál a praefrontális felmelegedés szerepét láttam döntő fontosságúnak. A következőket írtam: „A fokozódó felmelegedés ugyanis jelentékenyen megváltoztatja a sekély és szennyezett vizekben uralkodó életkörülményeket. E változások a következők:

1. A víz elnyelt oxigénmennyisége csökken; egyrészt azért, mert a melegebb víz gázelnyelő képessége kisebb, másrészt pedig magasabb hőmérsékleten a szerves anyagok bomlása is erőteljesebb. Felmelegedések alkalmával anaerob folyamatok is megindulhatnak, amelyek a víz mélyebb rétegeiben kedvezőtlenül ható anyagokat halmoznak fel. A légnyomássüllyedés — amely az ilyen praefrontális felmelegedéssel rendszerint együtt szokott jelentkezni — még csak fokozza az oxigénben való elszegényedést.

2. Az erősebb bomlási folyamatok miatt a kolloidális szervesanyag-mennyiség növekedik, vagyis a víz fokozottabban saprobisálódik.

3. A relatív páratartalom csökkenése miatt a párolgás is erősebb, a víz töményebbé válik, amit a bomláskor keletkező sók még abszolút értékkel is gyarapítanak. A víz rendszerint nagyobb pH-értéket mutat.

A meleg, a nagyobb szervesanyag-tartalom és a fokozódó sókoncentráció a víz felső rétegében — bizonyos határig — a szervezetek táplálkozását, fejlődését és szaporodását igen kedvezően befolyásolja. Az életkörülmények kedvezése szerint egy-egy faj fejlődésében és szaporodásában szinte forrongásszerűen előretör, s a többiek érvényrejutását még inkább megnehezíti. A szinte „járványszerűen” szaporodó szervezetek részére eleinte rendelkezésre áll az egész víztér, ezért ilyenkor a szervezetek a víz kedvező feltételeket nyújtó rétegeiben egyenesen szóródnak szét. A számbeli gyarapodás azonban hamarosan megváltoztatja az életfeltételeket. Ha az uralkodó tömeg lebegését gallertképződés, pseudovacuumok, zsír, vagy olajcseppek berakódása okozza, akkor a vízvirágzás sorsának további alakulását a fajsúlycsökkenés határozza meg. A szervezet-tömeg felvetődik a felszínre, s mozgásszervek hiányában tehetetlenül várja pusztulását (*Cyanophyceae*). Az *Eudorina* azonban mozgásszervekkel rendelkezik, és az életkörülmények szerint taktikus mozgást végez. A fajsúlycsökkenésnek ez esetben tehát jelentéktelen szerepe lehet. A nagy melegben az *Eudorina*, s a többi mozgásszervekkel rendelkező szervezetek felfelé való mozgásának oka valószínűleg a mélyebb rétegek oxigén-szegényesége, továbbá a káros gázok felhalmozódása. Ezt több esetben igazolva láttam a víz ama részén, ahová egy kút lefolyója naponta többször is juttatott friss, oxigéndús vizet. Itt kb. 25 cm-es rétegben szinte egyformán zöld volt a víz.

Az *Eudorina* felfelé való taktikus mozgásában tehát nem thermo- vagy phototaxist, hanem a mélyebb vízrétegek kedvezőtlen viszonyai miatt beállott kényszermozgást kell látnunk. Különben is feltételezhető, hogy ilyen meleg nyári napokon a meleg és a fényözön az *Eudorina* optimuma felett van.

A pusztaföldvári *Eudorina*-tömegprodukciónak további figyelemmel kísérése során észlelt harmadik életszakasz azonban a meleg hatás döntő fontosságát szinte megcáfolta. E szakasz kiújulását ugyanis csak jelentéktelen melegedés előzte meg, s ezután öt napon át a hőmérséklet nem érte el a nyári hőmérsékletnek mondható szintet, az *Eudorina*-vízvirágzás mégis hirtelen és tartósan jelentkezett. A bioeston-színeződést jórésztben a mélyebb rétegekbe húzódtott szervezetek felszínrekerülése okozta, azonban a szaporodásnak is volt szerepe. A nagy meleg egyedüli szerepét ez alkalommal még az is cáfolni látszott, hogy

az első két életszakasz közötti szünetben 31–35 C°-os felmelegedések következtek, a bioseston-színeződés mégis szünetelt.”

Az elmondottak készítették arra, hogy a praefrontális állapot fizikai tartalmában egyéb tényezők után is kutassak. Az időjárás állapot fölém telhető kiértékelése atmoszférikus frontok esetleges szerepére mutatott, ezért még 1936 őszén felkértem AUJESZKY LÁSZLÓT, a Magyar Meteorológiai Intézet Prognózis Osztályának vezetőjét, hogy az egyhónapos megfigyelési időtartam front- és légtömegjárását Orosháza—Pusztaföldvárra vonatkozólag utólagosan elemezze ki. A hamarosan elkészült elemzés alapján párhuzamosság mutatkozott a kiújult bioseston-színeződés és az időjárás frontok ottani megjelenése között.

Azóta több mint száz tömegprodukciónak elemeztem ki bioszinoptikus alapon, s azt találtam, hogy az időjárás tényezők között korántsem csak a nagy meleg és a fényözön, illetve a légnyomáscsökkenés szerepel. Az a körülmény, hogy olykor a havas jégréteg alatti víztérben kialakult tömegprodukciónak szervezetei a jégen át a hóba is feltörhetnek, s ott hóvirágzást idézhetnek elő, a meleg és a fényözön egyedüli hatásán alapuló magyarázatot tarthatatlanná tette. Azok az *Euglena* fajok, amelyek nyáron rekkenő melegben és fényözönben vízvirágzásokat létesítenek (*Euglena viridis*, *E. polymorpha*, *E. proxima*), ritkán az olvadó hófelületeken vagy hóleben is hozhatnak létre tömegprodukciónak. Ekkor pedig legjobb esetben is csak a 0 C° körüli szubsztrátum-hőmérséklet szerepel. Az *Euglena sanguinea* az Alpokban hóolvadás alkalmával gyakran létesít piros színű tömegprodukciónak, a hóletőcsákat „véres vizekké” változtatja, de nálunk síkvidéken is lehet vízvirágzásalkotó, mégpedig meleg és verőfényes nyári napokon.

A nagy meleg, a fényözön és a légnyomáscsökkenés a most ismertetett Szedged környéki és Duna—Tisza közti halmozódásos tömegprodukciónak esetében sem lehetnek az időjárás hatás kizárólagos tényezői. Az 1. sz. ábra grafikonján jól szemléltethető, hogy június 4-én még éppen csak nyári hőmérséklet uralkodott, s a fokozott felmelegedés csak június 6-án következett. A hőmérsékleti minimum görbéje pedig jún. 5-ig állandóan süllyedt, ami szintén hozzájárult ahhoz, hogy jún. 4-én, két tömegprodukciónak kezdődés napján, a sekély vizek se legyenek erősen felmelegedett állapotban. Fényözönről ez időben szintén nem lehet beszélni. Június 4-én félig borult időjárás uralkodott, s csak jún. 6-ra vált az égbolt csaknem felhőtlené. A légnyomáscsökkenés szerepét pedig az előző két tömegprodukciónak esetében határozottan tagadni kell. A légnyomás jún. 3-tól 7-ig egyazon nívó körül jelentéktelenül ingadozott, s csak 8—9-én következett jelentős légnyomáscsökkenés. Az említett két vízvirágzás esetében nem lehet tehát feltételezni, hogy a légnyomássüllyedés következtében a vizek elnyelt oxigéntartalma csökkent, ami a mélyebb rétegekben levő mikroszervezetek pozitív aerotaktikus felfelé vándorlását idézte volna elő.

A légnyomáscsökkenés hatástalanságát számos kísérletünk is igazolja. Különböző fajok lebegésben levő, félig ülepedett vagy ülepedett állapotban levő biosestonját légszivattyú búrája alatt néhány napig légritkított térben tartottam (1. sz. táblázat).

Mind a nyolc bemutatott esetben negatív eredmény mutatkozott, azaz a szervezetek egyetlen esetben sem emelkedtek a víz felületére. Sőt, az *Euglena viridis* lebegő állapotú biosestonja három esetben leülepedett az alzatra, és csak egy esetben maradt lebegő állapotban.

Kísérleteket végeztem arra vonatkozólag is, hogy az anaerob, illetve reduk-

1. táblázat
A légnymás és a bioeston viselkedésének összehasonlítása

Species	Légnymás mm	Napok száma	a bioeston viselkedése		
			felemelkedik	leülepedik	változatlan
<i>Euglena viridis</i> (lebegő állapotban)	700	2	—	+	—
	500	2	—	—	+
	400	2	—	+	—
	300	2	—	+	—
<i>Chlamydomonas intermedia</i> (leülepedett állapotban)	700	3	—	—	+
	500	3	—	—	+
	300	3	—	—	+
	250	3	—	—	+

ciós folyamatok során felhalmozódó gázok, mint pl. a mérgező kénhidrogén, kiváltják-e az alzatra ülepedett, vagy a mélyebb rétegekben felhalmozódott bioeston felszínre rajzását? Ezt a lehetőséget ugyanis az *Eudorina*-vízvirágzás vizsgálata kapcsán még 1936 nyarán, illetve a róla szóló közleményben 1942-ben felvettem. E kísérletek egy részének eredményét a 2. sz. táblázat mutatja be.

2. táblázat
A vízben elnyelt kénhidrogén hatása különböző növényi mikroszervezetek ülepedett állapotban levő bioestonjára

Sorszám	Species	A H ₂ S hígításá- nak foka	A kísér- letek száma.	Hatás egy nap múlva		
				bizonyos emelkedés észlelhető	emelkedés nincs, nem pusztul	emelkedés nincs, pusztul
1.	<i>Euglena viridis</i>	20-szoros 50-szeres	12 17	1 2	8 11	3 4
2.	<i>Euglena polymorpha</i>	30-szoros	9	1	6	2
3.	<i>Chlamydomonas intermedia</i>	50-szeres	11	—	7	4
4.	<i>Chlamydomonas reinhardi</i>	30-szoros	5	—	2	3
5.	<i>Eudorina elegans</i>	30-szoros	8	1	3	4
	Összesen		62	5	37	20

A kénhidrogénnel telített víz különböző fokú hígításait gumiszonda, illetve pipetta segítségével juttattam az üveghengerek aljára. A táblázat szerinti 62 esetből csupán öt esetben volt észlelhető bizonyos mértékű bioeston-emelkedés, azaz negatív kemotaktikus mozgás, amiből a kénhidrogén jelentős szerepére nem lehet következtetni. Annál jelentősebb volt viszont a leülepedett szervezettömeg pusztulása, különösen a *Volvocales* képviselőinél. A kénhidrogén tehát többnyire mérgező anyagként szerepelhet, de hatására csak ritkán következik be negatív kemotaxis. Így tehát azt a korábbi feltevézeimet, hogy a H₂S a szervezeteket a mélyből felrajzásra kényszerítené, a továbbiakban nem vehettem tekintetbe.

A hegyvidéki hófelületekben kénhidrogén aligha lehet jelen, mégis néha feltűnő tömegprodukciónak alakul ki.

A kénhidrogénhatás további vizsgálatától már csak azért is el kell tekinteni, mert itt elsősorban nem arra keressük a választ, hogy egy meglevő bioszton-tömeg milyen hatásra emelkedik a mélyből a felszínre, hanem azt kutatjuk, hogy a mikroszervezetek mérhetetlen egyedszámban való felszaporodásánál az atmoszférikus állapot részéről milyen tényező játssza a primszerepet.

Így kényszerültem arra az álláspontra, hogy a tömegprodukciónak praefrontális helyzetekben történő „kirobbanásait” a mikroszervezeteknél is jelentkező „időérzékenység”-szerű jelenségként fogjam fel. Eleinte idegenkedtem annak lehetőségétől, hogy bizonyos növényi mikroorganizmusok az időjárás változását előre jelezzék. Az időnkénti elutasító kételkedés saját vizsgálataimmal, s a kiindulásul szolgáló néphagyománnyal szemben, majd újabb és újabb rádőbbenés az „időérzékenység” valóságára, — ezek a végletek jellemezték vizsgálataim első tíz esztendejét. Az irodalmi „támaszték” és a tudományos szaktekintélyek védelmének hiánya is hozzájárultak ahhoz, hogy az 1930-ban végzett [30] és rám megdöbbentően ható első megfigyelésektől 12 évnek kellett eltelnie, míg e jelenség közlésére szántam magam. Jóval később értesültem csak róla, hogy külföldön a patogén baktériumok és gombák esetében BORTELS [1—7] végez hasonló bioszintetikai vizsgálatokat.

A harmincas években általános volt az a vélemény, hogy az ember és az állatok „időérzékenysége” lényegében véve frontérzékenység, az időjárási front idegéletteni hatása. Az időjárási front hatása pedig komplex hatás, vagyis annak az ismert és ismeretlen tényezőegyüttesnek egyidejű hatása, amely az időjárásban beálló gyökeres változást közvetlenül megelőzi. Mivel pedig nálunk a jelentős időjárásbeli változások a ciklonok járásához kapcsolódnak, az időjárásváltozás megérzését egyesek a légköri depressziós állapot megérzésének tekintették.

A továbbiakban jelentős volt az a felismerés, hogy a ciklon felsiklási frontjának hatásai elkülönítendőek a betörési front reakcióitól. Ezt legtöbbször úgy általánosították, hogy a praefrontális élettani reakciók felsiklási, a postfrontálisak pedig betörési folyamatokkal kapcsolatosak. Arról is szóltak jelentések, hogy a gyors egymásutánban következő frontok hatásai összegeződhetnek, ami viszont az inger mennyiség törvényének érvényességére mutatott.

Az így kiépített frontelméletbe a tömegprodukciónak megfigyelése során szerzett tapasztalataimat már kezdetben sem igen tudtam egybehangzóan beilleszteni: „Kényelmetlen” ellentmondásként mutatkozott pl. már 1936-ban az az észlelésem, hogy az *Eudorina elegans* és az *Euglena viridis* tömegprodukciónak kialakulásánál betörési frontok is szerepeltek. Különösen szignifikáns volt e tekintetben a már ismertetett harmadik életszakasz, amely hatalmas kifejlődését — viszonylag hűvös időben — a betörési vagy hidegfrontok gyors egymásutánisága időszakában érte el. Alighanem azonban ennek az ellentmondásnak a figyelembe vétele vitt közelebb a valósághoz. Már akkor fel kellett tételeznem, hogy a betörési front előtti térben is lennie kell olyan légköri folyamatnak, amely olykor „praefrontális” módon hat. Ilyen folyamatként tételeztem fel a betörési front előtti tér leszálló légáramlását. E feltételezésben segített KESTNER [9—11] elméletének megismerése, amely az ember „időérzékenységének” magyarázatát a zivatarfront (Böe) előtti tér leszálló légáramlására alapozta.

A zivatarfrontok előtti leszálló légáramlás idején felhőtlen, derült, meleg

és szélcsendes időjárás uralkodik. Az ilyenkor jelentkező „rekkenő” hőség sem közvetlenül a nap tüzétől ered, hanem a lefelé szálló levegő dinamikus felmelegedésétől. Ilyenkor tömegesen „virágoznak” a vizek.

A most ismertetett Szeged környéki és Duna—Tisza közti halmozódásos tömegprodukciónak létrejöttének idején, azaz június 4—7-e közötti időszakban, időjárási frontok átvonulását nem lehetett kimutatni. Hangsúlyozom, hogy hasonló esetet több ízben is tapasztaltam már. *Annak ellenére tehát, hogy a frontok és a „síkvidéki főhn” eltérő légköri történések, tartalmazniuk kell olyan tényezőket, amelyek azonos hatásúak, azaz az „időérzékenység” jelenségeit egyformán kiváltják. E közös tényezőket a levegő ionizációjában, illetve elektromos állapotában kell keresnünk.*

A „síkvidéki főhn” a hegyvidéki főhnek közeli rokona, s ez utóbbiról már régebben megállapították, hogy az „időérzékenység” legfeltűnőbb jelenségeit szokta kiváltani, amelyeket összefoglalóan főhn-érzékenységnek neveznek. A főhn időszaka száraz, meleg és feltűnően derült időjárású, s kedvezőtlen élet-tani hatását az embernél a csökkent munkaképesség, szédülés, fejfájás stb. jelenti. Főhn idején az élvezeti szerek (koffein, nikotin) hatásai is erősebbek, s a balesetek száma is jelentősen megnövekszik. E hatás figyelembe vétele pszichológiai szempontból is fontos.

A meteorobiológia arra a következtetésre jutott, hogy e feltűnő jelenségek a levegő ionizációjára, ill. elektromos állapotára vezethetők vissza. Bebizonyosodott, hogy főhn idején a levegő elektromos tulajdonságai ugyanakkor mutatnak lényeges változást, amikor az „időérzés” is jelentkezik. *A főhn hatására a szigetelten álló testek is elektromos töltést nyerhetnek, a levegő elektromos vezetőképessége erősen megnövekszik, s különösen a pozitív ionok száma mutathat magas értékeket. Sajátságos, hogy a főhn legerősebb élet-tani hatásai a főhn beálltát valamivel megelőzik.* A tapasztalat azt mutatja, hogy a beteg ember főhn-panaszai enyhülnek, ha a testfelületet nedves ruhával letörlik, vagy ha a beteget olyan helyiségben helyezik el, amelynek levegőjét előzőleg víz átvezetésével „átmosták”. A főhn hatása ugyanis teljesen zárt helyiségek levegőjében is jelentkezik.

KESTNER a főhn hatását bizonyos kémiai allergenek jelenlétével próbálta magyarázni, amelyek a felsőlégkörben keletkeznek az erős UV-sugárzás hatására. Megjelennek ezek UV-fényforrások közelében is, s egyesek szerint lehetséges, hogy a fényhatáson kívül ezek belégzésének kémiai hatása is szerepel (PEEMÖLLER, KIMMERLE). Lehetséges, hogy ezekkel kapcsolatos a főhn állítólagos szaga is.

Az előbbiek ismeretében a harmincas évek végétől több ízben is végeztem kísérleteket néhány egyszetű zöldalga szaporításával kapcsolatban.

Az UV-sugárzás iránt az algák igen érzékenyeknek mutatkoztak. Az *Ankistrodesmus braunii* esetében Knop-ágár táptalajon már a félszoros közvetlen sugárzás is károsítóan hatott, a 2—3 percnél hosszabb idejű sugárzás pedig sok sejtet elpusztított. A csupán néhány másodperces sugárzási időtartamoknál károsodást nem lehetett észlelni. A kb. 2 másodpercig tartó sugárzás egy-két ízbeni, kb. fél órási időközökben történő megismétlése pedig az ágár lemezeken tartott tenyészeteknél gyakran pozitív hatást váltott ki. A sejtek többszörös harántos-tódását, illetve a ferde irányú, de többszörös osztódást rendszerint az ilyen tenyészeteknél észleltem. Az ilyen rövid időtartamban alkalmazott sugárzásra egy-két esetben akkor is megmutatkozott jelentősebb mértékű harántos osztódás, ha a

zárt térben (tenyésztő szekrényben) elhelyezett nyitott Petri csészéket a direkt UV-sugárzástól üveglapokkal elfedtük. Ha itt a sugárzásnak szerepelt valamilyen hatása, az csakis a levegő ionizálódásán keresztül következhetett be. Az ilyen kísérletek hosszabb időtartamú sugárzással való végzését meggátolta a jelentős mérvű ozonképződés. Hasonló kísérleteket a Kestner-féle kémiai allergenekkel is végeztem, mégpedig sajátos eredménnyel. Ezekről azonban más alkalommal számolok be.

Az előbbieik alapján joggal feltételezhető volt, hogy a levegő ionizáltságának növekedése a szabad természetben, bizonyos légköri mechanizmusok között is kedvező lehet a szóban levő algák szaporodására és fejlődésére. Ez pedig részünkre azt jelentette, hogy a továbbiakban elfogadhatónak tekintettük WIGAND, KESTNER és mások által kidolgozott azon elméletet, amely az „időérzékenység” okozóját a főhn leszálló levegőjének ionizációjában, illetve sajátos elektromos állapotában látta.

Végeredményben tehát ez a WIGAND—KESTNER-féle elmélet segített részünkre feloldani azt az ellentétet, amely az ember „időérzékenysége” és az algák viselkedése között mutatkozott. A frontolás és a főhn-hatás ugyanis a meteorobiológia régebbi értelmezése szerint csakis az idegrendszerrel rendelkező élőlényekre volt alkalmazható. „Idegrendszer” pedig az „időérzékenység” jelenségét mutató egysejtű növényeknél nincs, ezért a meteoropathia fogalmát tágabban értelmezve megállapítottam (14—15), hogy ez esetben „... a plazma ősi ingerfelfogó képességével állunk szemben. A sugárzásbeli vagy ionizációs változásokra a plazma megfelelően módosul, vagyis a külső fizikai hatások a plazmában anyagi természetű elváltozásokat eredményeznek. Ezek az elváltozások a pillanatnyi élettani állapot szerint különbözőek lehetnek, s ennek megfelelően a szervezeteken tapasztalható jelenségek is különbözőek.”

A továbbiakban azt is feltételeztem, hogy a főhn idején bekövetkező ionizációbeli és elektromos változásokat bizonyos mértékben a frontokra is vonatkoztatni lehet, mert a frontok előtt is jelentkezhetnek a főhn levegőjéhez hasonló leszálló légáramlások. Indokolta e feltételezést a Schou-féle megállapítás is, amely szerint a levegő negatív elektromos vezetőképességének a frontokon megfigyelhető zavarai azokkal a leszálló légtömegekkel kapcsolatosak, amelyek a magasból pozitív ionokat hoznak magukkal. A levegő ionizáltságára vonatkozó kutatások szerint a légkörben a pozitív és a negatív ionok kb. egyensúlyban vannak. A felfelé áramló pozitív, illetve a felfelé mozgó negatív ionok bizonyos magasságban összetorlódva határréteget alkotnak, amely felett a pozitív, alatta pedig a negatív ionok halmozódnak fel. E kétós töltésrétegben keresték egyesek a hatótényezőt, az „időérzékenységet kiváltó biotrop faktort”.

Az „időérzékenység” sokféleségének elemzése egybehangzóan arra utal, hogy az atmoszféra a „legtágabb” és legáltalánosabban ható környezet, amelynek minden változása többnyire elsődlegesen befolyásolja az összes többi környezeti tényező- és feltételkomplexus alakulását. A Föld légkörének közvetítésével és jelentős mérvű módosításával válnak a kozmikus, talán jórésztben a Naptól jövő energiáhatások az élőszervezetek környezeti tényezőivé.

A „legtágabb” környezet változásait főként a Naptól jövő változások okozhatják, s így az is sejthető, hogy valószínűleg ez utóbbiak az „időérzékenység” jelenségeinek végső forrásai. A felső légkör, főként az ionoszféra a szűrő szerepét játssza, amelynek ez a funkciója időnként változik, s ennek megfelelően a levegőtenger „alján”, azaz a troposzférában is ennek megfelelő változások kö-

vetkeznek be. Ezek behatóbb megismerésére irányul ma a meteorobiológiai kutatások jelentős része. Ezek alaposabb megismerésével a „környezet” ökológiai és physiológiai fogalma is tágulni fog.

Az „időjelzőknek” elismert mikroszervezetek tömegprodukciónal kapcsolatban magam is és mások is felvetették már a kérdést: az időjárás változások, frontátvonulások stb. gyakoriak, a tömegprodukciónak halmozódásos megjelenései pedig meglehetősen ritkák. Miért nem jeleznek minden időjárás változást a tömegprodukciónak? Erre jelenleg csak a következő válasz adható:

1. Már korábban több ízben is megállapítottuk, hogy aligha maguk a frontok az időérzékenység légköri-fizikai forrásai. A frontokkal csak jól behatárolható térben és időben azok a hatalmas légköri mechanizmusok, amelyeknek kialakulása során a nyilván sugárzástermészetű hatótényező a Föld felszínén érvényre jut.

2. A legutóbbi években (1960—1963) végzett ily irányú megfigyeléseim és vizsgálataim határozottan arra mutatnak, hogy a felső légkör a troposzféra befolyásolásán keresztül jóval azelőtt kifejtheti hatását, mielőtt az időjárás menetében gyökeres, pl. csapadékos változás bekövetkezne. Különösen jelentősek lehetnek itt az ionoszféra ún. mágneses háborgásai, amelyek a földfelszíni időjárást nagymértékben befolyásolják.

3. Az élőlények nem tetszés szerint kezelhető „műszerek”, így nem állíthatóknak be akár mikor az atmoszférikus helyzetek regisztrálására. Főként vonatkozik ez az ismertett növényi mikroszervezetekre, amelyeknek tömegprodukciónal fejlődés- és szaporodásbeli jelenségek, s ezeknek az életfolyamatoknak megvan a határozott külső és belső feltételei. A fejlődés folyamatai viszont irreverzibilisek, feltételeik között csak egyszer játszódhatnak le, s így ezek a növényi paránszervezetek nem használhatók fel a műszerekhez hasonlóan az időjárás viszonyok bármikori regisztrálására. Valamely biotopban, mint zárt rendszerben egy-egy tömegprodukciónal lezajlása után hosszabb idő múlva találkozhatnak csak egymással azok a külső és belső feltételek, amelyek a fejlődés és szaporodás gyors lezajlásához szükségesek. Azonban ha ezek a feltételek egy időben és azonos helyen találkoznak, akkor a tömegprodukciónak „robbanás”-szerűen jelennek meg.

IRODALOM

- [1] BORTELS, H.: Meteorologische Untersuchungen an Azotobacter. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten II, 102—129, 1940.
- [2] BORTELS, H.: Über die Beziehungen zwischen epidemiologischem und meteorologischem Geschehen, unter besonderer experimenteller Berücksichtigung der Inhibenwirkung. Zentralbl. f. Bakt. Parasit. u. Inf. II, 104, 289, 1941.
- [3] BORTELS, H.: Meteorobiologische Reaktionen einiger Mikroorganismen. Zentralbl. f. Bakt. Parasit. u. Inf. II. 105, 1942.
- [4] BORTELS, H.: Mikrobiologischer Beitrag zur Klärung der Ursachenfrage in der Meteorobiologie. Archiv für Mikrobiologie 14, 450, 1949.
- [5] BORTELS, H.: Beziehungen zwischen Witterungsablauf, physikalisch-chemischen Reaktionen, biologischem Geschehen und Sonnenaktivität. Die Naturwiss. 38, 165—176, 1951.
- [6] BORTELS, H.: Mikrobiologischer Beitrag zum Kausalproblem der Meteorobiologie. Medizinische Meteorologische Hefte 7, 24, 1952.
- [7] BORTELS, H.: Mikrobiologie und Witterungsablauf. Zentralbl. f. Bakteriologie 155, 160—170, 1955.
- [8] HUBER—PESTALOZZI, G.: Das Phytoplankton des Süßwassers I. 1938.
- [9] KESTNER, O.: Die Ursache der Schwüle. Klin. Wochenschr. 2, 1874, 1923.
- [10] KESTNER, O.: Scirocco—Studien in Neapel. Strahlentherapie 39, 391, 1931.
- [11] KESTNER, O.: JOHNSON, C. E., LAUBMANN, W.: Über eine physiologische Einwirkung des Föhneffekts. Strahlentherapie 41, 171, 1931.

- [12] Kiss, I.: Békés vármegye szikes vizeinek mikrovegetációja. I. Orosháza és környéke. Die Mikrovegetation der Natrongewässer der Comit. Békés. I. Orosháza und dessen Umgebubg. *Folia Cryptogamica* 4, 217—266, 1938.
- [13] Kiss, I.: Bioklimatológiai megfigyelések az *Eudorina elegans* vízvirágzásában. Bioklimatologische Beobachtungen bei der Wasserblüte von *Eudorina elegans*. *Acta Botanica* (Szeged) 1, 81—94, 1942.
- [14] Kiss, I.: Meteorobiológiai vizsgálatok a mikroszervezetek víz- és hóvirágzásában. Meteorobiological investigations of the water- and snow bloom of microorganisms. *M. Tud. Akadémia Biológiai és Agrártudományi Oszt. Közleményei* 2, 53—100, 1951.
- [15] Kiss, I.: Meteorobiológiai vizsgálata az isszledovanije mikroorganizmov vizivajuscsh cvetenije vodi i sznaga. Meteorobiologische Untersuchungen von Wasser- und Schneeblüte der Mikroorganismen. *Acta Biologica Academiae Scient. Hungaricae* 3, 159—220, 1952.
- [16] Kiss, I.: A növényi mikroszervezetek időérzékenysége. *Météoropathie des microorganismes végétales*. *Időjárás* 57, 137—144, 1953.
- [17] Kiss, I.: A nemsejtes élő anyag időérzékenységről. *Météoropathie des la matière vivante non-cellulaire*. *Időjárás* 59, 29—34, 1955.
- [18] Kiss, I.: Az aerob és anaerob légzés vizsgálatának szerepe az időérzékenység kutatásában. Rolle der Untersuchung der aeroben und anaeroben Atmung in der Erforschung der Meteoropathie. *Időjárás* 59, 218—223, 1955.
- [19] Kiss, I.: A talaj növényi mikroszervezeteinek élete és az időjárás. *Leben von pflanzenartigen Mikroorganismen des Bodens und Witterung*. *Időjárás* 59, 339—343, 1955.
- [20] Kiss, I.: Meteorobiológiai vizsgálatok növényi mikroszervezeteken. *Hidrológiai Közöny* 35, 343—352, 1955.
- [21] Kiss, I.: Ultraviola-sugárzás hatása algákra (Kézirat) 1—4, 1955.
- [22] Kiss, I.: A szinoptika felhasználása a biológiai kutatásokban. *Utilisation des la Météorologie Synoptique dans les Recherches de Biologie*. *Időjárás* 60, 1956, 236—241, 1956.
- [23] Kiss, I.: Überprüfung-Untersuchungen der meteoropathischen Erscheinungen im Leben pflanzlicher Mikroorganismen. *Időjárás* 61, 75—80, 1957.
- [24] Kiss, I.: A Balatonból 1934-ben leírt vízvirágzás meteorobiológiai elemzése. *Meteorological analysis of algalbloom on Lake Balaton*. *Annal. Inst. Biol. (Tihany) Hung. Acad. Scient.* 24, 93—101, 1957.
- [25] Kiss, I.: A növényi mikroszervezetek „időérzékenységének” újabb ellenőrző vizsgálata. *New critical survey on „the wether-sensitiveness” of vegetal microorganisms*. *Időjárás* 61, 425—429, 1957.
- [26] Kiss, I.: A tihanyi Biológiai Kutatóintézet parkjában 1933-ban észlelt *Euglena*-vízvirágzás meteorobiológiai elemzése. *Meteorobiologische Analyse der im Park des biologischen Forschungsinstitutes (Tihany) im Jahre 1933 beobachteten Euglena-Wasserblüte*. *Annal. Int. Biol. (Tihany) Hung. Acad.* 25, 251—255, 1958.
- [27] Kiss, I.: Néhány növényi mikroszervezet tömegtermelésének meteorobiológiai elemzése. *Meteorobiologische Analyse der Massenproduction einiger pflanzlichen Mikroorganismen*. *Szegedi Ped. Főisk. Évkönyve* 3/2, 57—72, 1958.
- [28] Kiss, I.: A „talajvirágzás” szinoptikus meteorobiológiai vizsgálata. *Synoptisch-meteorobiologische Untersuchung der „Bodenblüte”*. *Agrokémia és Talajtan* 8, 49—58, 1959.
- [29] Kiss, I.: A növényi mikroszervezetek tömeges felszaporodása (tömegtermelésük) mint bioindikátor-jelenség. *Die Vermehrung (Massenproduction) der pflanzlichen Mikroorganismen als Bioindikator-erscheinung*. *Biológiai Közlemények* 6, 111—118, 1959.
- [30] Kiss, I.: Synoptische meteorobiologische Analyse der Massenproduction einiger pflanzlichen Mikroorganismen. *Acta Biologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 9, 317—342, 1959.
- [31] Kiss, I.: Eine nachträgliche synoptisch-meteorobiologische Untersuchung der Gametenbildung und Geschlechtlichen Vermehrung von *Eudorina illioiensis*. *Botanikai Közlemények* 48, 224—227, 1960.
- [32] Kiss, I.: A synoptic meteorological analysis on plant microorganisms with special reference to the form variations of *Lepocinclis fusiformis*. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 7, 81—92, 1961.
- [33] Kiss, I.: A növényi mikroszervezetek tömeges felszaporodásának meteorobiológiai vizsgálata 1930—1957. 1—462, 1957. Kézirat.
- [34] MESSIKOMMER, E.: Eine Planktoninvasion im Pfäffiker-see. *Wetter und Leben* 1, 64, 1948.
- [35] RAPAICS, R.: A növények társadalma. *Athenaeum Budapest*, 1925.
- [36] SCHUBERT, O.: Ein altes Buch über Teichwirtschaft. *Oesterreichische Fischerei-Zeitung* 12, 93—94, 102—103, 1915.

НАКОПЛЯЮЩЕЕСЯ ПОЯВЛЕНИЕ МАССОВЫХ ПРОДУКЦИЙ ВИДОВ VOLVOCALES И EUGLENA ВО ВРЕМЯ „РАВНИННОГО ФЕНА” И „СИРОККО” В ОБЛАСТИ МЕЖДУ ДУНАЕМ И ТИСОЙ

И. Кишш

Автор, когда ехал по области между Дунаем и Тисой между городами Сегед и Бая с 4-ого по 11-ое июня, нашёл всего 69 массовых продукций цветения воды. Он имел возможность чётко наблюдать и начало продукций, поэтому они стали подходящими для дополнительного метеоробиологического анализа.

Микроскопическое изучение собранного материала 35 окрасок биосестоном показало, что они создались в одно время вместе с вышеуказанными. Остальные 29 массовых продукций наблюдались по пути, и автор не имел возможности для изучения.

Во II-ой части даётся краткая характеристика изученных массовых продукций вместе с их метеоробиологическим анализом. В I-ой части для обоснования анализа автор указывает на то, что об условиях образования массовых продукций цветения воды (Planktoninvasionen, Vegetations-Färbungen) вышло уже несколько соображений (состав писательного субстрата, невлажная тёплая погода, тихий, солнечный период). Они содержат в себе очень ценные частные данные. По автору комплексное действие многочисленных экологических факторов играет роль при развитии массовых продукций.

Следующим образом группирует он факторы:

I. Внутренние условия:

1. Ритм развития водорослей (algae,) смена периодов отдыха и вегетационных периодов. У многочисленных одноклеточных видов водорослей автор наблюдал сезонность появления. Нпр. *Chlamydomonas* создаёт массовые продукции чаще всего с конца зимы или с начала весны до начала лета, а *Eudorina* вызывает окрашения биосестоном главным образом летом.

2. Появление полового и вегетативного размножения, смена их. У *Chlamydomonas* автор наблюдал, что гаметогенезис следует только за вегетативным размножением зооспорами, а лучше наблюдать его во время массовых продукций. Это показалось характерным.

II. Внешние условия:

1. Благополучный химический состав питательного субстрата, наличие питательного вещества (эфтрофные воды, натрий, калий, фосфор), навозная жижа или экстракт удобрения очень благоприятны для размножения *Euglenophyton*.

2. Наличие стимуляторов.

3. Погода префронтального характера. На основе 30-летних исследований автор сделал вывод, что префронтальные атмосферные обстановки очень значительны для образования массовых продукций *Volvocales* и *Euglenophyta*, и неустона других организаций. А чувствительность синих водорослей (*Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*), создающих цветение воды, становилась незаметной или неопределённой. По автору следующие синоптические положения показываются префронтальными: 1. Приближение периода циклонов, депрессий. 2. Префронтальное положение в самом узком смысле, т. е. период, непосредственно предшествующий восходящему или тёплому фронту. 3. Сирокко и фён, или образование так называемого свободного фёна (нисходящего фронта). Втекание субтропических воздушных масс при определённых случаях.

Атмосферические процессы вышеописанных положений погоды тесно связаны друг с другом, и они являются проявлениями того огромного атмосферного механизма, кото-

рый вызывает коренное изменение погоды на поверхности земли. В такой период „накапливаются” разные формы „чувства погоды” у людей и других существ, и, по исследованиям автора, в такую погоду „взрываются” массовые продукции растительных микроорганизмов.

На связи массовых продукции с синоптическими положениями указывают следующие факты: а) Обстановки питательного субстрата часто многообразны, всё же во время определённых префронтальных положений различные виды одновременно могут создать массовые продукции. б) При таких условиях „накопление” массовых продукций происходит на большой территории, т. е. на местах на расстоянии нескольких сотен километров продукции появляются массами. А на большой территории одинаково и одновременно только атмосферические факторы могут действовать, т. е. погода является самым широким окружением.

Вышеуказанные подкрепляются и метеоробиологическим анализом массовых продукций, появляющихся в одно время в Сегеде или на территории между городами Сегед и Бая. Атмосферические и биологические процессы описаны в работе, а на рисунке № 1 они синтезируются.

Синоптический метеоробиологический анализ показывает, что начало образования массовых продукций, изученных в районе города Сегеда, совпало в каждом случае с атмосферными положениями, называемыми префронтальными. 4-ого июня, вслед за „равнинным фёном” началось цветение воды *Chlamydomonas reinhardi* и *Euglena viridis*. 5-ого июня, во время сирокко тоже началось цветение воды у других двух растений. За префронтальным периодом следует период циклона с 8-ого июня, т. е. „взрывание” массовых продукций как бы заранее сигнализировали коренные изменения характер погоды. Следовательно, образование массовых продукций — в более общем смысле — можно считать характерной формой чувства погоды.

Какими могут быть действующие факторы погоды?

На основе биосиноптического анализа больше ста массовых продукций автор сделал вывод, что среди действий погоды играют роль не только большая жара или уменьшение атмосферы, но и факторы, до сих пор менее изученных.

Организмы массовых продукций, образовавшихся под льдом, могут проникать в лёд и в снег, покрывающий лёд, и там могут создавать массовые продукции. Автор изучал возможную роль уменьшения атмосферы в редком воздухе. В работе таблица № 1 показывает несколько данных о том, что организмы биосестона, находящиеся под баллоном воздушного насоса или на дне, не поднялись на поверхность воды. Таблица № 2 показывает, что водородный сульфид (H_2S) не является фактором, который принуждает массы организмов, накопившиеся во глубине, подниматься негативным химикотактическим путём на поверхность. В снегу в горах H_2S не образуется, всё же одни микроорганизмы создают иногда „цветение снега” на нём.

Автор предположил, что при префронтальных условиях погоды действуют такие атмосферные влияния, которые в значительной мере усиливают питание и размножение организмов. Это исходит из свойственного влияния равнинного и горного фёна. Это влияние объясняется усиленной ионизацией нисходящего воздуха. Во время фёна особенно число позитивных ионов может быть высоким. Нисходящие воздушные массы могут быть и до фронтов погоды. У культур *Ankistrodesmus braunii* в закрытом пространстве (в шкафу для размножения) видно было, что под повторяющимся действием облучения UV* особенно часто происходит поперечное разделение. Это показалось в нескольких случаях и тогда, когда поверхности агара покрыты стеклом для защиты от облучения UV. Облучение, если здесь оно играло какую-то роль, вероятно могло действовать через ионизацию. На основе действия фёна предполагалось, что во время атмосферных механизмов префронтального характера увеличивается ионизационность воздуха, и она оказывает благополучное влияние и на размножение и на развитие водорослей, создающих массовые продукции (нпр. *Chlamydomonas*).

Влияния энергий, происходящих из мирового пространства и с большей частью из Солнца, становятся факторами „окружения” путём посредничества и изменения атмосферы Земли. Верхняя атмосфера, главным образом ионосфера, наверно выполняет роль „дедилки”, её функция изменяется по временам, и соответственно этому погода тоже изменяется (магнитные волнения ионосферы). Едва ли сами фронты являются действующими факторами погоды. Ими можно скорее определить те огромные атмосферные механизмы, во время образования которых действует фактор, имеющий повидимому характер облучения.

* В течение двух секунд

ANGEHÄUFTE ERSCHEINUNG DER MASSENPRODUKTIONEN DER VOLVOCALES- UND EUGLENA-ARTEN ZWISCHEN DER DUNA UND DER TISZA IN EINER PERIODE DES „FREIEN FÖHNS“ UND DER „SCHIROKKO-LAGE“

Von

I. Kiss

Verfasser fand während einer Reise zwischen den Städten Szeged und Baja im Zwischenraum von Donau und Theiss in der Zeit von 4. bis 11. Juni 1956 insgesamt 69 Massenproduktionen der Wasserblüte. Bei 5 unter diesen liess sich auch der Anfang genau beobachten, deswegen erschienen diese geeignet zu sein für eine nachträgliche meteorobiologische Analyse. Aus der mikroskopischen Untersuchung des eingesammelten Materials von weiteren 35 Bioseston-Färbungen ergab es sich, dass diese ungefähr gleichzeitig mit den Vorherigen zustande kamen. Weitere 29 Massenproduktionen wurden nur unterwegs gefunden, die aber nicht mehr untersucht werden konnten.

Kurze Charakterisierung der untersuchten Massenproduktionen enthält der II. Teil des ungarischen Textes, mitsamt ihrer meteorobiologischen Analyse. Zur Begründung dieser Analyse wird vom Verf. im I. Teil darauf hingewiesen, dass schon mehrere Auffassungen über die Vorbedingungen der Ausbildung von wasserblüteartigen Massenproduktionen (Plankton-Invasionen, Vegetations-Färbungen) erschienen sind (Nährmaterialinhalt, trockenes, warmes Wetter, ruhiger, sonniger Zeitabschnitt). Diese Publikationen enthalten viel wertvolle Details. Verf. fand, dass bei diesen den Massenproduktionen die komplexe Einwirkung von mehreren Umweltfaktoren zur Geltung zu kommen pflegt. Diese Vorbedingungen lassen sich auf folgende Weise gruppieren:

I. Innere Vorbedingungen:

1. Der Entwicklungsrhythmus der Algenorganismen, die Abwechslung der Ruhe- und der Vegetationsperioden. Bei mehreren einzelligen Algenarten liess sich die Periodizität des Erscheinens beobachten. Die *Chlamydomonas* bildet z. B. meistens vom Ende des Winters oder vom Anfang des Frühlings bis zum Anfang des Sommers Massenproduktionen, hingegen verursacht die *Eudorina* hauptsächlich im Sommer Bioseston-Färbungen.

2. Das Auftreten der geschlechtlichen und der geschlechtslosen Vermehrung, bzw. die Abwechslung dieser. Bei der *Chlamydomonas* fand der Verf. dass die Gametogenese erst nach der mit Zoosporen vor sich gehenden vegetativen Vermehrung einzutreten pflegt, und meistens nur in der Zeit der Massenproduktion zu beobachten ist. Das zeigte sich als charakteristisch.

II. Äussere Vorbedingungen:

1. Vorteilhafte Zusammensetzung des Nährsubstrats, Vorhandensein von entsprechenden Nährmaterialien (eutrophe Gewässer, optimale Quantität von N, P und K; Jauche und Düngerextrakt sind für die Fortpflanzung der *Euglenophyta* sehr vorteilhaft).

2. Anwesenheit von Antreibematerialien. Hierüber ausführlicher im ungarischen Text.

3. Wetterlagen von praefrontalem Charakter. Verf. gelangte im Laufe seiner Untersuchungen von mehr als 30 Jahren zu der Feststellung, dass die praefrontalen atmosphärischen Stellungen in der Ausbildung der Massenproduktionen der *Volvocales* und der *Euglenophyta*, bzw. anderer Neuston-bildenden Organismen eine sehr bedeutende Rolle spielen. Hingegen ist die Empfindlichkeit der Wasserblüte-bildenden Blaualgen (*Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*) verschwommener bzw. unsicher.

Als praefrontal erweisen sich nach Verf. folgende synoptische Lagen: 1. Die Näherung einer zyklonalen Depressionsperiode. 2. Praefrontale Lage im engsten Sinn, d. h. die unmittelbar vorhergehende Periode des Durchganges einer aufgleitenden oder Warm-Front. 3. Schirokko und Föhn, bzw. der sog. freie Föhn (Ausbildung einer abgleitenden Fläche). In bestimmten Fällen das Einströmen subtropischer Luftmassen. Die atmosphärischen Geschehnisse der angeführten Wetterlagen hängen eng miteinander zusammen und sie sind die Manifestationen jenes gewaltigen atmosphärischen Mechanismus, der die gründliche Veränderung des Wetters der Erdoberfläche hervorzurufen pflegt. In solchen Fällen „häufen sich an“ bei dem Menschen und bei anderen Lebewesen die verschiedenartigen Formen der sog. „Wetterempfindlichkeit“ und in solchen Lagen erscheinen nach den Untersuchungen des Verfassers geradezu explosionsartig auch die Massenproduktionen der pflanzlichen Mikroorganismen. Auf irgendwelchen Zusammenhang der Massenproduktionen und der synoptischen Wetterlagen weisen auch folgende Tatsachen hin: a) Die Umstände des Nährsubstrates weichen voneinander manchmal ab, trotzdem können verschiedenartige Arten bei bestimmten praefrontalen Lagen

gleichzeitig Massenproduktionen ins Leben rufen. b) In solchen Fällen pflegt die „Anhäufung“ der Massenproduktionen in „Grossraum“ vor sich zu gehen, d. h. es erscheinen die Massenproduktionen in Mengen im Umkreis von eventuell mehreren hundert Km. In einem „Grossraum“ können aber nur die atmosphärischen Faktoren gleichartig und gleichzeitig auswirken, d. h. das Wetter ist die weiteste Umwelt. Das Vorgebrachte lässt sich auch durch die meteorobiologische Analyse der in Szeged bzw. zwischen den Städten Szeged und Baja in beiläufig demselben Zeitabschnitt erschienenen Massenproduktionen. Die atmosphärischen und biologischen Geschehnisse werden in dem ungarischen Text ausführlich besprochen bzw. auf der Abb. Nr. 1 synthetisch zusammengefasst.

Aus der synoptischen meteorobiologischen Analyse ergibt es sich, dass der Anfang der in Szeged beobachteten Massenproduktionen immer mit atmosphärischen Lagen zusammenfiel, die als praefrontal qualifiziert werden können. Am 4. Juni nahm bei einem „freien Föhn“ die Entwicklung der Wasserblüte der *Chlamydomonas reinhardi* und der *Euglena viridis* ihren Anfang. Auf den 5. Juni fällt bei Schirokko-Lage der Beginn gleichfalls von zwei anderen Wasserblüten. Auf diesen praefrontalen Zeitabschnitt folgte seit dem 8. Juni eine zyklonale Periode, d. h. die in dem Wetterablauf eingetretene radikale Änderung wurde durch „Explosionen“ der Massenproduktionen gewissermassen im voraus „angezeigt“. Die Ausbildung der Massenproduktionen kann also in allgemeinerem Sinne für eine eigenartige Form der „Wetterempfindlichkeit“ angesehen werden.

Was können die Wirkungsfaktoren der Wetterlage sein? Verf. kam auf Grund der biosynoptischen Analyse von mehr als hundert Massenproduktionen zu dem Schluss, dass unter den Einwirkungen des Wetterablaufes nicht nur die grosse Hitze und der Lichtstrom bzw. der Rückgang des Luftdruckes als Faktoren von Bedeutung sind, sondern auch andere, bisher noch weniger gekannte Faktoren. Die Organismen der unterhalb des Eises ausgebildeten Massenproduktionen können auch in das Eis und in die dieses bedeckende Schneeschicht emporbrechen und auch dort Massenproduktionen bilden. Vom Verf. wurde die eventuelle Rolle des Sinkens des Luftdruckes auch versuchsweise in einem Raum mit verdünnter Luft untersucht. In dem ungarischen Text werden auf Tab. Nr. 1 einige Daten vorgeführt zum Beweise dessen, dass sich die in dem Bioseston-Wasserraum schwebenden oder auf dem Untergrund sich abgelagerten Organismen unter der Glocke der Wasserpumpe in keinem einzigen Fall auf die Oberfläche des Wassers erhoben. Tab. Nr. 2 soll darüber orientieren, dass auch das Hydrogensulfid (H_2S) nicht jener Faktor sein kann, der die in der Tiefe angehäufte Organismenmasse auf negativ-kontaktischem Weg dazu zwingen würde, dass sie sich auf die Oberfläche erhebe. In den Schneeflächen des Berglandes wird sich H_2S kaum bilden, trotzdem werden auf diesen von einzelnen Mikroorganismen einigemal auffallende „Schneeb Blüten“ ausgebildet.

Vom Verf. wurde angesetzt, dass solche atmosphärische Einwirkungen bei den sog. praefrontalen Wetterlagen zur Geltung kommen können, durch die die Ernährung und die Vermehrung der Organismen erheblich gesteigert wird. Verf. ist von der eigenartigen biologischen Einwirkung der „Föhnerscheinungen“ der Ebene und des Berglandes ausgegangen, welche Erscheinung auf dem Berglande „Föhnwirkung“ genannt wird. Diese lässt sich vor allem durch die gesteigerte Ionisation der von der Höhe herabsinkenden Luft erklären. In der Föhnzeit kann besonders die Zahl der positiven Ionen hohe Werte aufweisen. Absinkende Luftströmungen können auch vor den Wetterfronten angesetzt werden. Bei den in geschlossenem Raum (Zuchtkasten) gehaltenen Kulturen des *Ankistrodesmus braunii* liess sich beobachten, dass die Querteilung bei der Wiederholung der ungefähr 2 Sek. dauernden UV-Einstrahlung besonders häufig war. Diese Erscheinung zeigte sich in 1—2 Fällen auch dann, wenn die Agarflächen von der UV-Strahlung mit Glasscheiben verdeckt waren. Soll hier die Strahlung irgendwelche Bedeutung gehabt haben, so dürfte diese durch die Ionisation zur Geltung gekommen sein. Auf Grund der Föhnwirkung war es ansetzbar, dass sich die Ionisierung der Luft in der Zeit der atmosphärischen Mechanismen vom praefrontalen Charakter steigert, was auch auf die Vermehrung und Entwicklung solcher Algen, die eine Massenproduktion ins Leben zu rufen pflegen (wie z. B. die *Chlamydomonas*), eine vorteilhafte Wirkung ausübt.

Die aus dem Weltraum kommenden und meistens aus der Sonne stammenden Energiewirkungen werden mit Vermittlung der Erdatmosphäre zu „Umweltfaktoren“ der lebenden Organismen. Die obere Atmosphäre, hauptsächlich die Ionosphäre spielt vermutlich die Rolle eines „Seiher“-s, dessen Funktion sich von Zeit zu Zeit verändert und dieser entsprechend sich auch die Witterung modifiziert (magnetische Unruhen in der Ionosphäre). Kaum allein die Fronten sind die Wirkungsfaktoren der Witterung. Mit diesen lassen sich jene gewaltigen atmosphärischen Mechanismen eher nur gut umgrenzen, während deren Ausbildung der Wirkungsfaktor offenbar von Strahlungsart zur Geltung gelangt.