

METEOROBIOLOGIAI VIZSGÁLATOK A MIKROSZERVEZETEK VÍZ- ÉS HÓVIRÁGZÁSÁBAN

KISS ISTVÁN

Pedagógiai Főiskola Növénytani Tanszéke, Szeged.

(Érkezett : 1951. III. 20.)

A környezetnek az emberre és általában az élőlényekre gyakorolt hatásai közül újabban ismét különös figyelmet keltenek azok a jelenségek, amelyeket az orvostudomány meteoropathia, vagyis »időérzékenység« néven ismer. A meteotrop hatásokra visszavezethető eme tünetmenyek tanulmányozása alkotja manapság a meteorobiológia legfontosabb fejezetét.

Az időérzékenység jelenségeiről először az orvostudomány bontotta le a misztikus fátylat. Már *Hippokrates* megállapította, hogy a »szelek járása« befolyással van bizonyos betegségek fellépésére és lefolyására. A régi tapasztalatok több-kevesebb felhasználásával s különösen az újabkori orvosi gyakorlat exakt megfigyeléseinek kiértékelésével alakult ki az ú. n. orvosi meteorológia, amelynek a rheumakutatás, a főhn- illetve időérzékenység a központi problémája. Az időjárás, u. n. meteotrop hatótényező azonban még ma sincs tisztázva.

A biológiai tudományok az ilyen természetű exakt vizsgálatok tekintetében messze elmaradtak az orvostudomány mögött. Alig lehet az irodalomban néhány munkát találni, amely a növények és állatok bizonyos feltűnő ingerjelenségeit meteotrop jellegűeknek tekintené. Az ingerphysiológia az ingerjelenségek magyarázásánál többnyire még ma is ragaszkodik a régi klasszikus fogalmihoz, s az állatok és növények »időjóslo« képességéről, ha azokat nem is tartja teljesen mesének vagy babonának, rendszerint enyhe mosoly kíséretében beszél.

A meteotrop jelenségeket előidéző hatások tanulmányozása kétségtelenül igen nehéz. Ezen kívül az sem lehetetlen, hogy régebben a biológia művelői a tudományos színvonalat is féltették az időjárásra vonatkozó tapasztalatok vizsgálatától. Az időjárás hatásait az orvostudomány sem vette eleinte komolyan. Amikor azonban bebizonyosodott, hogy többféle betegség súlyosbodása, vagy a haláleseteknek egyes napokon való halmozódása jellegzetes, jól meghatározható időjárás helyzetekkel függ össze, komoly figyelemmel fordultak a meteotrop jelenségek felé.

A biológiában eme tapasztalatokat feltétlenül figyelembe kell vennünk. Szinte bizonyosra vehető, hogy a növény- és állatphysiológia az életfolyamatok finomabb elemzésénél aligha nélkülözheti majd az időjárás helyzetek hasonló figyelembevételét, illetve a meteorobiológia módszereinek és eddigi eredményeinek tudatos alkalmazását. Ennek belátására elegendő csupán azt figyelembe-

vennünk, hogy a légkör a legtágabb és legáltalánosabban ható környezet, amelynek minden változása többnyire elsődlegesen befolyásolja a többi összes környezeti tényezők és feltételek alakulását. Az élőlényt csak környezetével való összefüggésében érthetjük meg; szükséges ezért, hogy az atmoszférát, a legtágabb környezetet is tanulmányozzuk.

Az utóbbi időben végzett aprólékos vizsgálatok nemcsak az élő szervezetet, hanem annak környezetét is finomabb elemzés alá vették. Így mutatták ki pl., hogy a klasszikus tíz növényi elem-tápanyag mellé még jónéhány nyomelem is nélkülözhetetlen. A növények fejlődési és ingerjelenségeinél anyagi hatótényezők váltak ismeretessé. Az egysejtű növények ingermozgásai, a *tacticus* mozgások, még a növényphysiológia klasszikus korának fogalmai. Az egysejtűek ingerjelenségeit még manapság is ezek alapján magyarázzuk. A photo-, chemo- és *thermotaxis* mellett, mint egyenértékű fogalom — a valóságban aligha létező »geotaxis« is helyet kapott.

Vannak azonban az egysejtű növényeknek olyan ingerjelenségeik is, amelyeket a klasszikus ingertan taxiáival magyarázni nem sikerül. Ezek a jelenségek a víz- és hóvirágzást előidéző szervezeteknél tapasztalhatók. A vizek hirtelen megszínésedését, megzöldülését vagy megpirosodását az ú. n. virágzást,¹⁾ jól ismert egysejtű illetve alsóbbrendű növényi szervezetek roppant tömegben való felszaporodása, illetve a vízfelszínen való megjelenése okozza. A mikroszervezetek hasonló tömegjelenségére vezethető vissza a színes hó megjelenése, a »hóvirágzás«²⁾ is.

E munkában a víz- és hóvirágzás tünetnyeivel, mint meteorobiológiai jelenségekkel foglalkozunk. Látni fogjuk, hogy a víz- és hóvirágzás tömegjelenségében az »időérzékenységhez« hasonló tünetnyek jelentkeznek, amelyek nemcsak mozgásban, hanem a vegetatív és reproduktív életműködések fokozódásában is kifejezésre jutnak. A mikroszervezetek eme jelenségei a behatóbb elemzések alkalmával szorosan összetartozóknak, illetve egymásba kapcsolódóknak bizonyultak, amelyeknek kiváltódására a photo- vagy *thermotaxis* fogalma már nem nyújthat kielégítő magyarázatot. Az atmoszféra eme jól mérhető és elemezhető változásain kívül vannak még kevésbé elemezhető tényezők is, amelyek döntő befolyásúaknak látszanak, ezért a környezet beható megismerése céljából kutatandók.

Remélhető, hogy az időjárás hatások figyelembevételével több, ma még »belső« tényezőkre visszavezetett jelenség nyer majd realisabb megvilágítást.

A vízvirágzásokkal a békésmegyei szikésekben végzett vizsgálataim kezdetétől fogva behatóan foglalkoztam. A jelenség physiológiai alapja érdekelt. Gyakran tapasztaltam, hogy egy-egy területen bizonyos időszakokban egyszerre

¹ A »vízvirágzás« kifejezés *Linnétől* ered, aki a vizet »virágzásával«, vagyis mérhetetlen felszaporodásával színező *Aphanizomenon (Nostoc) flos aquae*-t nevezte a víz »virágának«.

² A színes hó rejtélyét *Agardh* oldotta meg, aki az 1823-ban kapott minták alapján a színeződés algatenyészet-természetét állapította meg. A vegetációs formát — *Linnét* követve — »hóvirágzás«-nak nevezte el.

több vízvirágzás is megjelent, vagyis a vízvirágzások »halmozódtak«. Ez arra engedett következtetni, hogy a növényi planktonszervezetek e feltűnő életnyilvánulásába nemcsak a legközvetlenebb környezet: a táptalaj kemizmusa szól bele, hanem az időjárásnak egy általánosabban ható tényezője is, amely esetleg az eltérő kémiai jellegű, de tespedő vizek különböző organizmusegyütteseit azonos életnyilvánulási formába, tömegprodukció létesítésére kényszeríti.

A vízvirágzások időnkinti »halmozódására« vonatkozó megfigyeléseimet akkoriban korántsem tudtam összeegyeztetni azzal az irodalomban általánosan uralkodó felfogással, amely a vízvirágzások létrejöttét a tartós szárazsággal, derült meleg időjárással, illetve az így kialakuló nagyobb sókoncentrációval magyarázza. Nyilvánvaló, hogy az eutroph jellegű, sekély, asztatikus vizek — amelyekre a vízvirágzások különösen jellemzők — bármely időben tartalmazzák a szükséges sókoncentrációt. Továbbá: a vízvirágzások, főként nyáron, olyan hirtelen szóktak fellépni, hogy azokat csupán a szervezetek bőséges táplálkozásával, illetve az erre visszavezethető gyors szaporodással magyarázni nem lehet. E tekintetben azonban tovább nem juthattam.

A vízvirágzás kialakulásának időtartama szerint két típust ismertem fel: a lassan és a gyorsan kialakuló vízvirágzás típusát.

1. A lassan fellépő vízvirágzás igen ritka. Fokozatosan erősödő sestona színeződéssel jön létre. Ilyeneknek találtam általában a *Protococcales* csoportba tartozó szervezetek virágzását (*Chlorella*, *Oocystis*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*). Az ilyen vízvirágzás hosszúéletű, visszafejlődési szakasza is hosszú ideig tart.

2. Hirtelen fellépő vízvirágzások. A sestonszíneződéseknek túlnyomórészt ez a legfeltűnőbb és leggyakoribb típusa. Kialakulásuk sok esetben szinte forrongásszerű. Ilyenek általában az *Euglena*-félék, a *Cyanophyceák*, valamint a *Volvocales* csoportba tartozó szervezetek virágzásai. Többnyire rövid vegetációs időszak után rendszerint hirtelen el is tűnnek. Néha valóban ephemer jellegűek.

A hirtelen fellépő vízvirágzások a vízben vagy az iszapfelületen felhalmozódott szervezettömegek gyors felszínre szűrődésével alakulnak ki. A víz felületére került szervezetek — különösen Alföldünk sekély vizeiben — hamarosan hártába záródnak. *Naumann* (1917) a hártába tömörülő szervezettömegeket külön életközösségnek tekintette és neustonnak nevezte el. Szerinte e szervezeteknek a csendes vízfelület nyújt optimális életfeltételeket. A víz szennyezettsége, illetve oxigéntartalma szerint különböző csoportokba tartozó szervezetek alkothatják. A tisztább vizekben a *Chromulina*, a vastartalmúakban a vasbaktériumok, a szennyezettebbekben a *Chlamydomonas* és az *Euglena*-félék alkotnak jellegzetes neustonformációkat. Az irodalom a szervezetek részéről fototaktikus mozgást tételez fel, s gyakran az egész jelenséget az asszimiláció szempontjából állítja be. E szerint a vízvirágzás létrejöttében a fénynek lenne döntő szerepe. Kedvező körülménynek tekintik továbbá a nyugodt vizek tükröt is, ahol a neuston szervezetei leginkább védve vannak a plankton *Protozoa*-ragadozóitól, s nyugalmi állapotba való vonulásuk révén photoszintetikus

termékeiket és egész »életenergiájukat« a szaporodás szolgálatába állíthatják. *Lenz* e tekintetben *Karsten*re hivatkozik, aki a *Sceletonea costatum* nevű tengeri kovaalgán végzett kísérleteivel (1898) megállapította, hogy a nyugodt állóvízben tartott egyedek kb. kétszer olyan gyorsan szaporodnak, mint a mozgatott vízben tartott példányok. *Karsten* ezt úgy magyarázta, hogy a mozgásra kényszerített szervezetek asszimilátumaik és oszlási energiájuk jelentékeny részét a mozgásra emésztették fel.

Lenz hangsúlyozza azt a tapasztalati tény, hogy a neustonszervezetek a külső tényezők iránt nagyon érzékenyek, ezért ingerphysiológiai vizsgálatokra igen jó objektumok. Külső zavarókörmény (szél, hullámmás) a felületi hárttyát szétrombolja s ilyenkor a szervezetek menekülésszerűen a víz mélyebb rétegeibe húzódnak. E »menekülési reakció«-t a geotaxisra vezeti vissza. A mélybehúzódt szervezetek kedvező időben — éspedig csendes napos időben — phototactikusan a felszínre emelkednek. *Lenz* e megállapításának első része tapasztalati tény, a phototactikus felfelévándorlás azonban megfigyeléseim szerint nem fedi teljes mértékben a valóságot. E kérdés részletes megvitatása később következik.

A vízvirágzást kiváltó időjárási hatótényezők megismeréséhez 1936 nyarán kerültem közelebb. Pusztaföldvár határában 1936 július 19-én egy *Eudorina elegans* által alkotott vízvirágzás kialakulását figyeltem meg, s ezen keresztül mintegy ellenőriztem azt az időjárási hagyományt, amely szerint a vizek megzöldülésére eső következik. Bár verőfényes idő volt ezen a napon, az előbbi régi megfigyelés mégis beteljesedett. A vízfelület a délutáni órákra teljesen kiszáradt, majd a hajnali óráktól kezdve reggelig folyton esett az eső. A továbbiakban pontosan figyeltem a vízvirágzás lefolyását. A virulenciabeli változásokat több mint egy hónapon keresztül vizsgáltam, s megbizonyosodtam a felől, hogy a vízvirágzás létrejötte és az esőre hajló időjárás között valóban mélyebb okozati összefüggés is van. A vízvirágzás élettörténetét utólagosan a tőlem telhető meteorológiai elemzésnek vettem alá, s arra a megállapításra jutottam, hogy a növényi mikroszervezetek eme igen feltűnő életnyilvánulása valamiképpen az átvonuló időjárási frontokkal függhet össze. A megfigyelési időtartam biológiai adatait és az időjárás tényezőit grafikonszintézisbe foglaltam s felkértem *Aujeszký Lászlót*, hogy utólagosan a vidék felett átvonuló frontokat elemezze ki. A lehetőségek határáig pontosan elkészített frontelemzés sejtésemet exakt módon igazolta, s elsősorban nyújtott lehetőséget a probléma lényegének megfogására. *Aujeszký* frontelemzése alapján kimutathattam, hogy az erősebb frontjárásokat a virulencia határozott emelkedése jelezte vagy követte, s így joggal feltételezhettem, hogy e két folyamat között szoros összefüggés van.

A vízvirágzás eme újszerű megvilágításának azonban kétségtelenül egy igen komoly gyengéje volt. A frontok ugyanis kétfélek: vagy felsikló (meleg-) frontok, vagy betörési (hideg-) frontok. E két frontfajta az emberre eltérő élettani hatást gyakorol. Abban az időben e két frontféleséget élettani hatás.

szempontjából még nem tudták élesen elhatárolni, bár *Aujesky* hangsúlyozta, a határozott különbségeknek meg kell lenniök. Az én esetemben a probléma sajátosságosan alakult. Megfigyeléseim ideje alatt (1936. VII. 19—VIII. 18.) csak betörési frontok vonultak át a vidék fölött, ezért eleinte — ragaszkodván az orvosbiológiai megkülönböztetéshez — a hatást postfrontális jellegűnek, vagyis a frontátvonulás pillanatától kezdődőnek gondoltam. Ezzel szemben a legtöbb esetben bebizonyosodott, hogy a meteotrop hatás a virulencia kiújulásában vagy növekedésében inkább a hidegfrontok átvonulása előtt következett be. Az elmélet és a tapasztalat között tehát ellentmondás mutatkozott, amelyet abban az időben nem tudtam megoldani.

E biológiai jelenség nyitogatására szolgáló kulcs azonban már exakt formában megvolt, csupán annak további következetes alkalmazására volt szükség. Az e fajta problémák megoldása azonban nagyon hosszadalmas, mert az időjárás folyamatokat és jelenségeket kísérletileg nem tudjuk előállítani, az időjárást még nem tudjuk utánozni, s az időjárás hatótényezői és ezek összefüggései manapság még kevésbé ismeretesek. Így a meteorobiológiai vizsgálatokban elsősorban a megfigyelésre vagyunk utalva.

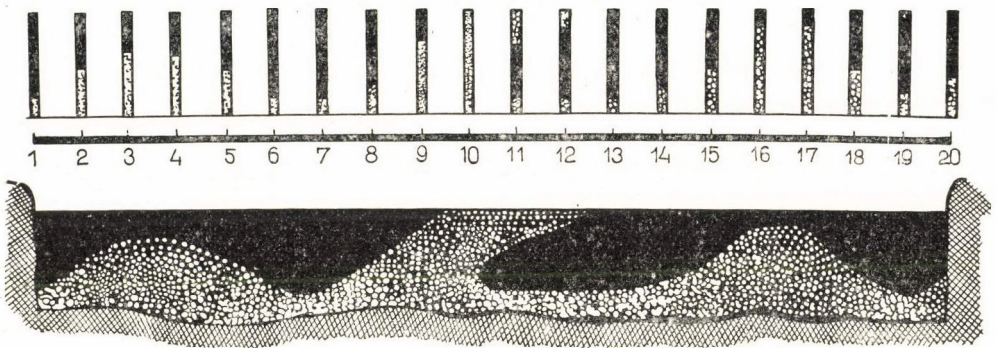
E problémára vonatkozó megfigyeléseim adják az elmúlt tizenöt esztendő munkájának egy jelentős részét. 1936 óta már több mint kétszáz vízvirágzást, illetve a vízvirágzásnak megfelelő egyéb tömegvirulenciát: hóvirágzást, talajvirágzást figyeltem meg, amelyeken át a problémához lényegesen közelebb jutottam. A sok, még többnyire feldolgozatlan megfigyelési halmazból a következőkben két olyan tömegvirulenciát ismertetek, amelyek véleményem szerint a legjellegzetesebbek voltak, s amelyek a legalkalmasabbak e nehezen kezelhető probléma közelebbi megvilágítására. Az egyiket az orosházi Kisszék tavából hozom: hatalmas méretű *Euglena*-vízvirágzást. Főként felismerésének körülményei és a szélsőséges méretekben kifejlődött neustonja miatt jellegzetes. A másik, még sokkal különösebb tömegvirulencia Pápáról való: egy vízvirágzásból kifejlődött zöld hóvirágzás. Ennek sztonprodukcója a hó felületén jelent meg, tehát a valódi hóvirágzások leggyakoribb formáját utánozta. A jelenségek feltétlenül meglepőek, illetve leírt formájukban ritkán tapasztalhatók. A célunk az, hogy ezek leírásán és elemzésén keresztül, valamint az egybegyűlt tények alapján a tudomány mai erejével világítsuk meg a mikroszervezetek tömegprodukciónak jelenségeit, amelyek mögött esetleg átfogó természeti összefüggések rejlenek.

I.

Az Euglena-vízvirágzás leírása és meteorobiológiai elemzése

Az orosházi Kisszék kb. 1 hektár kiterjedésű tava 1939. IV. 3-án reggel »virágozni« kezdett. Az *Euglena polymorpha* által alkotott vízvirágzás a nap folyamán teljesen kifejlődött. E vízvirágzás életét kezdetétől figyelhettem, ezért alkalmas a jelenségek meteorobiológiai elemzésére.

A vízvirágzás megindulásáról sajátos módon szereztem tudomást. 1939. IV. 3-án reggel arra lettem figyelmes, hogy leülepedett tenyészetem között az egyik a sestonüledék felett »zavarosodni kezd«. A zöldes színű zavarosodás a víztérben felfelé fokozatosan terjedt s mindinkább élénkebb színűvé vált. Előtte volt a biosestonrajzás tenyészetben ritkán megfigyelhető jelensége. Ezt a bioseston-t néhány nappal azelőtt gyűjtöttem a Kisszék egyik kis biotópjából. Főként az *Euglena polymorpha*, kisebb mértékben a *Phacus tortus*, *Ph. pleuronectes*, *Ph. triqueter*, *Ph. orbicularis*, *Ph. caudatus*, néhány *Lepocinclis ovum*-forma, a *Trachelomonas* (pl. a *Tr. crebea*) alkotta. E tenyészet a begyűjtés után hamarosan leülepedett, s napokon keresztül teljes nyugalomban volt. IV. 3-án reggel 8 h körül a sestonrajzás tényévé vált s a »vízvirágzások halmozódása« megismert ténye alapján arra következtettem, hogy ennek megfelelően a Kisszékben is



I. kép. A kisszéki *Euglena*-rajzás profilja

vízvirágzás lehet kialakulóban. Ez a következtetés helyesnek bizonyult: 6h körül a gyűjtőhely vize néhány folton, különösen a partmelléken már zöld foltos volt. Ezt a kis víztartót egy gát választotta el a tómedencétől. A gát tetejére felmenve nagy meglepetéssel tapasztaltam, hogy a tómedence egész partmellékén — különösen a *Bolboschoenus maritimus* által települt helyeken — ugyancsak zöldül a víz. A tavat körüljártam. A parti zónában a *Bolboschoenus* által fedett helyeken mindenütt zöld volt a víz felszíne. A gyopárosi lanka partoldalán, mivel itt a hullámverés igen gyenge volt, már sötétzöld színeződést észleltem. Ugyancsak ezen az oldalon egy kb. 10 m hosszú és 1 m mély szivattyúárok vízfelületén egy gyengén zöld sestonfoltot találtam. Egy hosszú üvegeső segítségével — 0.5 m-es távolságokban — profilmintákat vettem a vízből, s az egyes profilok réteges színeződése alapján következtetni tudtam a mikroszervezetek mélységbeli eloszlására. Az 1. számú képen látható, hogy három nagy folton rajzanak felfelé a szervezetek. A középső folt már el is érte a víz felszínét és ott a szél hatására a vetülettől kissé oldalt tolódott. Ez a keresztmetszeti kép kétségtelenül bizonyítja, hogy a vízvirágzás a mélyben vagy az iszapfelületen

felhalmozódott szervezetek hirtelen történő felszínreemelkedése révén keletkezett. A kép egyben arról is tudósít, hogy az alzaton felhalmozódott sestontömeg foltonként juthatott ingerületi állapotba. A tó vízvirágzását szinte egyedül az *Euglena polymorpha* (Tábla 6. rajz) alkotta. A vízvirágzás járulékos alkotói voltak még: *Euglena acus var. minor*, *Phacus orbicularis*, *Trachelomonas scabra* és a *Tr. crebea*.

Az előbbieket szerint tehát 1939. IV. 3-án reggel három vízvirágzás kezdetét figyeltem meg:

I. A Kisszék tavának csaknem teljes felületen való virágzását, amelyet jóformán csak az *Euglena polymorpha* alkotott (a továbbiak során jelzése: I.);

II. A Kisszék egyik különálló víztartójának vízvirágzását, amelyet az *Euglena polymorpha* már néhány, jelentősebb mennyiségben jelenlevő *Phacus-Lepocinclis*- és *Trachelomonas*-féleség társaságában alakított ki (jelzése a továbbiakban: II.);

III. Az előbbi biotóp már leülepedett szervezeteinek sestonrajzását (a továbbiak során jelzése: III.).

Megemlítem még, hogy 1936. IV. 6-án ugyancsak a Kisszék egyik félreeső kisebb víztartójában ugyancsak egy hasonló vízvirágzást találtam, amelynek vegetációs állapota az előbbiekéhez hasonlított. Uralkodó speciesséi a *Phacus tortus*, *Lepocinclis ovum* formái, az *Euglena acus var. minor*, stb. Ez a vízvirágzás is IV. 3-án indulhatott meg.

A vízvirágzások élettörténete

A következőkben naplójegyzeteim alapján vázolom az I—III. jelzésű vízvirágzások további fejlődését.

1939. IV. 3. 13 h, I.: Csaknem felhőtlen idő, s a meglehetősen erős délies szél (6 Beaufort-fok) erős hullámozást kelt. Az északi sekély partvonalra az átbukó hullámozás széles szegélyben felhalmozódó habos sestontömegeket túr. A tó déli részének parti övezete 15—20 m-es szélességben mindenütt zöld. Itt a vasúti töltés szélárnyékában kisebb a hullámozás. A megvizsgált szivattyúárok vize felületén megjelent a második zöld sestonfolt is (16—17 profil az I. képen)

II.: A vízfelület egész kiterjedésében sötét fűzöld színű.

III.: A kb. 20 cm-es vízoszlop csaknem egész magasságában zöldes árnyalatú.

1939. IV. 3. 18 h, I.: A délies meleg szél tovább korbácsolja a tó északi felének víztükrét. A hullámozás a partra 4—5 m-es szélességben vastag habos sestontömegeket túrt. A tó déli felének, valamint a szivattyúárok víztükre teljesen kizöldült.

II.: A vízfelület sötétzöld. Jól megkülönböztethető a szirup- vagy tejszín-szerű biosestonréteg, amely egy-két mm vastagságban a felszínre szűrődött. Igen finoman habos szerkezetű. Alatta a víz 3—4 cm mélységig színezett.

III. : A színeződés kissé erősebb árnyalatú.

1936. IV. 4. : Hajnalban, 3—5 h között, csendes, felsikló eső.

8 h, I. : Csaknem derült idő. A még mindig déli és enyhe szél csendesedett. Az előző napi bioseston-turzás (aeoliomeandrop plankton) a partvonal kanyargásának megfelelően sötétebb-világosabb csíkoltságot mutat. A sestoncsíkokba nagymennyiségű iszap és növényi törmelék préselődött. A déli partszegély nádas helyein és a *Bolboschoenus maritimus* foltjai közötti hullámmentes helyeken szintén megjelent a tejszínszerű sestonréteg. Alatta a víz általában színezett.

II. : A sötétzöld felszíni sestontömeg felületén nagyobb (1—2 cm átmérőjű) buborékok jelentek meg. Alatta a víz néhány cm-es rétegben továbbra is színezett.

III. : A vízoszlop egyneműen világoszöld.

13 h-kor, I. : Az idő csaknem derült, de továbbra is szeles, s az északi partmelléken a bioseston-turzás újabb és újabb sestoncsíkokkal gyarapodik, illetve azok egymásranyomódása által vastagodik. Felülete tompán fénylő. A keleti partvonal hullámmentes zugaiban igen vékony, fénylő és eléggé rugalmas zöld színű sestonhártya jelent meg. Ugyanitt a torlódásos zugok felületi sestonrétegén már nagyobb buborékok is megjelentek. E felület néhol csillogóan fénylő, olykor vastag szőnyegként fedi a víz felületét.

A verőfényes időben háborgó, fűzöld színű tó szokatlan látvány és a kopasz szürke tájban már messziről feltűnik. A környékbeliek és a közeli dűlőúton járókelők szinte csodájára jártak, mivel ilyen zöldnek még »sohasem« látták a tavat. A tapasztalt környékbeliek a halak kipusztulását jósolták belőle. Az ottani kertésztől értesültem, hogy március folyamán két ízben is színezettnek látta a szivattyúárok vizét.

II—III. : Változatlan, színben és szerkezetben egyaránt.

IV. 5. 7 h-kor, I. : A szél továbbra is déli és meglehetősen erős. Az idő félig borult. Az északi partmellék habos neuston vagy sestonturzása már kb. 20 m szélességűre fejlődött. Felülete fénylő, erősen neustonizálódott, néhol feltűnően ráncosodott. Széleit a hullámozás folyton rongálja, majd újraépíti.

II. : A habos sestonfelület gyengén fénylő : neustonizálódott. Alatta a víz már alig észrevehetően színezett.

III. : A vízoszlopnak csak kb. az alsó harmada gyengén zöld árnyalatú.

1939. IV. 6. 8 h-kor, I. : A továbbra is délies szél ereje alábbhagyott ; az idő félig borult. Az északi és keleti partmellék habos sestonturzása, valamint a csendesebb zugok felületi sestonja tompán fénylő és kifakult. Különösen az előbbi már merev és törékeny. Ez a felület helyenkint a hullámverés hatására elszakadozik, egyes részei szinte tutajoznak. Vastagsága néhol a 1.5—2 cm-t is eléri.

II. : A habos neustonfelület meglehetősen vastag. Helyenként tompán fénylő és kifakult. Alatta a víz mindenütt szürkés-zavaros.

III. : A vízoszlop teljesen kitisztult, a szervezetek ismét leülepedtek.

1939. IV. 7. 7 h-kor, I.: Az időjárás változatlan. A habos neustontömeg felülete erősen kifakult, sárgásbarna, s néhol kérges felületű. Helyenkint már pergamentszerű rétegekre bontható. A felületi repedések mentén 10—20 cm széles sötétzöld csíkok keletkeztek, mivel itt a víz alatt levő seston a felületre szivárgott. A sestonszőnyeg alsó felületét zöld, nyálkásodó bevonat borította.

II.: A habos neustonfelület megmerevedett és erősen fakult. Kissé merev, de nem kérges. Alatta a víz szürkés-izapos.

A továbbiakban a kérges neustonná átalakult vízvirágzás mindinkább fakult, s IV. 12-re a tőfelületet borító merev sestonszőnyeg szennyes-szürke vagy barnuló kéregdarabokra töredezett. Néhány hét múlva ez is eltűnt.

A vízvirágzások vegetációs formái

A vízvirágzások külső megjelenésükben, vagyis tenyésési, vegetációs formájukban mindig tükrözik a szervezetek élettani állapotát, illetve az időjárás és a víz chemismusának a felgyülemelő szervezettömegekre gyakorolt befolyását. A következő néhány vegetációs forma mindkét vízvirágzásban megkülönböztethető.

1. *Planktogén állapot* (coloratio planktogenea). Egyszerű, suspensió-szerű sestonszíneződés, a vízvirágzások kezdeti állapota, illetve a további változások kiindulási formája. Hirtelen megjelenés esetén mindig a szervezetek felfelé vándorlása révén keletkezik. IV. 3-án az üvegsóvel vett profilminták bizonyítják, hogy az iszapfelületről a bioseston-tömeg viszonylag óriási rajokban a víztérbe lépett, s a felszín felé törekedve időlegesen a vizet egész mélységében színezte. Ez a jelenség volt észlelhető az *Euglena-Phacus*-virágzás (III.) ülepedett sestonjában is.

2. *Felületi sestonréteg* (coloratio episestogenea). A mélyből szüntelenül felfelé törő szervezetek a felületen tejszínszerű, 1—2 mm-es rétegben halmozódnak fel. E réteg finoman habos szerkezetű, mert a szervezetek által kiválasztott nyálka a gázokat parányi hólyagocskákba zárja. A felgyülemelés miatt a víz mélyebb rétegeiben a színeződés csökken.

3. *Habos felületi seston* (coloratio alveosestogenea). Az előbbi formációk szélsőségesen kifejlett alakja. Rendkívül erős virulencia jele. Az asszimilációs oxigéntermelés a nyálkába záródott sestontömeget habos szerkezetűvé fújja. A felületi seston alatt csak néhány cm-es rétegben színezett, vagyis csaknem az egész szervezettömeg a felszínre gyülekezett.

4. *Biosestonurzás* (aeoliomeandrop plankton). A hullámzás a 2. és 3. formációt a partra veti vagy a part mellékére szorítja. Ehhez hasonló a nedves talajok felületét vastag lepedékként bevonó tenyészet (coloratio substrati biogenea). Különösen az *Euglena viridis* hajlamos ilyen formáció kialakítására.

5. *A neustonképződés*. A bevezető részben láttuk, hogy az irodalom — főként Naumann révén — a neustont a vízfelületen hártába tömörülő olyan

szervezetek életközösségének tekinti, amelyek a felületi hártában találják meg életoptimumukat. E szerint a felületi hártában a nagyfokú fényélvezet miatt nagymérvű a CO_2 -asszimiláció, a szervezetek a nyugalmi állapotban gyorsabban osztódnak, illetve kevésbé vannak kitéve a plankton ragadozóinak. Ilyen beállításban a víz felületén megjelenő hártya olyan képződménynek tűnhetik, amelyet a szervezetek az életoptimum élvezése céljából hoznak létre. Ez pedig már csak azért sem állítható, mert a víz felületén a fényerősség az optimum felett van. Másrészt pedig az is tapasztalati tény, hogy ugyanazon szervezet, pl. az *Euglena viridis*, egyik esetben fejlett neustont alkot, máskor viszont eredeti planktonikus formáját tartja meg. Nyilvánvaló, hogy a neuston kialakulását — mint a szervezetek részéről bekövetkező ellenhatást — meghatározott külső körülmények váltják ki. Nem téveszthetjük szem elől, hogy a természet folyamatai időrendben egymásból következők, minden folyamat előzményeket tételez fel, amelyekből ön maga, mint eredő, szükségszerűen folyik. A felszínre gyülemlő mikroszervezetek nem azért tömörülnek neustonhártába, mert életoptimumukat ebben nyerik, ebben képesek szaporodni leginkább, hanem azért, mert meghatározott esetekben erre őket a külső tényezők készítetik.

Megfigyeléseim szerint a neustonképződés kolloidkicsapódási folyamatokra vezethető vissza. Ilyen megvilágításban a neustonképződés feltételei három csoportra oszthatók :

1. Kolloidális anyagok jelenléte.
2. Bizonyos fémionok jelenléte, illetve meghatározott koncentrációja.
3. A neustonképződést elősegítő időjárás.

Kolloidális anyagokat a szennyezett vizek mindig tartalmaznak. Különösen jelentős azonban néhány mikroszervezet nyálkakiválasztása. Ilyenek pl. egyes *Euglena* és *Chlamydomonas* fajok. Neustonszervezet jellegük elsősorban innen adódik. Néhány *Euglena*-fajnál a nyálkakiválasztás a külső tényezők hirtelen megváltoztatásával mindig kiváltható. Így pl. az *Euglena viridis* és *E. polymorpha* a víz oxigénmennyiségének csökkenésével ostromaikat eldobják, metaboliába kezdenek, majd lekerekedve nyálkaburkot választanak ki. Ha közben friss vizet juttatunk a fedőlemez alá, a lekerekedni készülő egyedek ismét mozgásképesé válnak. Egy erős sestonrajzás alkalmával a legelőször felszínre kerülő egyedek hamarosan gallertburokba kényszerülnek. A gallertanyagot a szervezetek a fokozódó atmoszférikus behatásokkal szemben választják ki. Ha a felrajzás nem nagyfokú, az egyedek tégigényüket inkább kielégíthetik, nem kerülnek olyan nagymértékben az atmoszférikus hatások alá, ezért ilyenkor nehezebben is képződhetik neuston.

A vizek felületére kondenzálódó, illetve a szervezetek által kiválasztott kolloidanyagok koagulációja a fémionok mennyiségétől és minőségétől függ. Minden fémsónak jellemző koagulációs küszöbértéke van, amelyen azt a koncentrációs fokot értjük, amelytől kezdve az illető só kationja a kolloidok kicsapódását megindítja. Általános törvényszerűség, hogy a koagulációs küszöbérték

a vegyérték növekedésével csökken. A koaguláció a magasabb vegyértékű fémionok jelenléte esetén tehát gyorsabb, illetve a koaguláció alacsonyabb sókoncentrációs fokon megindulhat. A nátriumsóknál jóval erősebben koagulálnak a mészsók, de még sokkal erősebben a 3 vegyértékű vas és alumínium sói. (A 3-, 2- illetve 1-vegyértékű fémsók küszöb-értécsökkenésének aránya 1 : 20 : 350.) A 3-vegyértékű fémsók jelentősebb mennyisége esetén tehát már kisebb mérvű párolgás is elegendő a kondenzációs kolloidréteg kicsapásához.

Az előbbi következtetést látszik igazolni az is, hogy a Gyopáros erősen sziksós tavában igazi neustonjelenséget a hétéves megfigyelési időszak folyamán nem észleltem. Erre egyébként közelebbi magyarázatot nyújthat a két víz kémiai elemzésének összehasonlítása. A vizekben a fémionok mennyisége mg-okban kifejezve a következő :

	Kisszék (Koesis 1939) mg	Gyopáros (Schulek 1925) mg
Kálium	14,2	60,4
Nátrium	21,4	592,9
Kalcium	3,1	21,3
Magnézium	2,9	31,7
Alumínium	50,2	nyomokban
Ferro	—	0,2
Ammónium	—	—

Az elemzésből kitűnik, hogy a Kisszék vize az átlagos kútvíznél akkoriban alig volt töményebb, viszont a Gyopáros jellegzetes sziksós víz és benne a Na-ion uralgó szerepű. A Kisszék vizében csupán az alumíniumtartalom a jellemző adat, amely felszíni vizeknél elég ritkának mondható. De éppen ezzel hozható kapcsolatba az a roppant nagymérvű kolloidkicsapódási jelenség, amely a kisszéki vízvirágzásban a felfelé rajzó *Euglena*-sestont neustonformációba tömörítette.

Az időjárásnak a neuston képződésében szintén jelentős szerepe van. Eddigi tapasztalataim szerint a relatív páratartalom csökkenése döntő tényező lehet. A relatív páratartalom nagymérvű csökkenésének a koagulációra gyakorolt befolyását már 1936-ban kimutattam a Pusztaföldvár határában vizsgált *Eudorina*-vízvirágzásban. Ez a befolyás a kisszéki *Euglena*-virágzás esetében is felismerhető. Az 1. sz. grafikon szerint 1939. IV. 3-tól kezdve a relatív páratartalom állandó csökkenése következett. Különösen nagymérvű volt 4-én a déli órákban, s éppen ebben az időben jelentkezett elsősízből a neustonformáció a tó déli és keleti felében. A levegő szárazabbá válása miatt a párolgás erősebb, s a felületi kondenzációs réteg viszonylag koncentráltabb környezetbe került.

A kolloidok kicsapódásában s így a neustonhártya kialakulásában a levegő elektromos viszonyai is szerepet játszhatnak. Régi tapasztalat és tudományosan beigazolt tény, hogy időváltozás, vagyis eső előtt gyorsan eloszlik a füst, s általában pormentesebb a levegő. Ilyenkor ugyanis a lélegektromosság olymódon változik meg, hogy a levegőben suspendált alkotórészek töltését kisüti, s ennek következtében azok kicsapódnak. (A zivatar idején melegített tej gyakori meg-alvadása is a lélegektromosság jelentős kolloid-fizikai szerepére utal.)

Milyen változásokon esnek át a kolloidhártyába záródott szervezetek? Az *Euglena polymorpha* esetében a gallertkiválasztás igen nagyfokú volt. A felületre került és kocsonyaburokba záródott szervezetek szorosan egymás mellé rendeződtek, azonban nem tapadtak azonnal össze. Az ilyenkor bekövetkező megzavarás a vékony felületi réteget könnyen szétroncsolhatja, s a szervezetek ismét tenyésző állapotba jutnak. Ha azonban a szögletesre nyomódott gallertes egyedek már összetapadtak, vagyis kolloidrétegbe záródtak, onnan egyedileg aligha szabadulhatnak többé. A gallertes sejtekben már IV. 4-én észleltem az *Euglena polymorpha* osztódását. A fióksejtek gallertburkuk hasadékaán át távoztak a vízbe. A visszamaradó gallerthüvelyhálózat hasonlítható egy bél-szöveti parenchymához (*Szmbados* = cystoparenchyma). Ez természetesen csak vékony neustonrétegen látható jól. A vastagabb, kérgesebb neustonréteget szétfoszlatva általában azt tapasztaltam, hogy a levegőre kizáródott egyedek összehúzódnak és gyorsan dezorganizálódnak. A kérges felületi réteg tehát általában nem vesz részt a sestontömeg további gyarapításában.

A II. sz. lelőhely neustonja csak IV. 5-én a déli órákban fejlődött ki. Oka valószínűleg egyrészt az, hogy az *Euglena polymorpha* mellett még egyéb, nyálkát vagy kocsonyát kevésbé termelő szervezetek is szerepeltek, másrészt pedig a víz kémiai alkata is eltérő volt.

Az erős neustonképződés óriási kárt jelent egy tó életére. A csendes időben hosszabb ideig megmaradó hártya megakadályozza a víz levegőzését, illetve a neuston szaporodási folyamatai az amúgy is kevés oxigént teljesen felemésztik. De pl. a halak életére már a víz előbb is kedvezőtlen, hiszen a neuston szinte csak jelzője a víz szennyezettségének, »megromlásának«.

A továbbiakban a tömegprodukción létrehozó külső feltételeket és a sestonrajzás meteorobiológiai tényezőit vizsgáljuk.

A tömegprodukción létrehozó külső feltételek

A phytoplanktonprodukción létrehozó külső feltételek részben a víz kémiai (táptalaj), részben klimatikus, illetve időjárási, részben pedig a közösségi életből származó tényezők csoportjaira különíthetők. E tényezők szervesen egybekapcsolódnak. Egy biotopot, amint azt *Maucha Rezső* alapvető vizsgálatai tisztázták, úgy kell felfognunk, mint »törvényszerű összefüggésben felépülő magasabbrendű biológiai egységet, amely önálló egészet alkot«. Ebben az egy-

ségben az élő testek és az élettelen anyagok között fizikai, kémiai és biológiai kölcsönhatások bonyolódnak le, a testek egymástól függnnek és egymásra kölcsönösen hatást gyakorolnak.

E kérdések mindannyia részletes tanulmányozást igényelne. Ma már ismeretes, hogy pl. a photosyntheticus szervezetek tömegprodukcója korántsem csupán a szükséges organikus sók, CO_2 , napfény, megfelelő hőmérséklet stb. kérdése, hanem nélkülözhetetlenek még bizonyos biokatalizátorok, vitamin és hormonszerű anyagok is, amelyek a szervezetek életfolyamatait irányítják, illetve azok lefolyását serkentik. Mennél sekélyebb a víz, tápanyagban rendszerint annál gazdagabb, s így annál mozgalmasabb benne az élet is. Az ilyen vizekben a dinamikus egyensúly, különösen nyáron, igen gyorsan változik, amely az élet gyors változását eredményezi. Az Alföldön leggyakoribbak az ilyen eutroph kistavak, ezért itt a leggyakoribb a jellegzetes tömegprodukciónak, a vízvirágzás. Ezzel szemben a nagytavak viszonyai sokkal kiegyensúlyozottabbak, dinamikus egyensúlyuk meglehetősen stabil, ezért inkább a kevésbé mozgalmas élet szinterei. Ez a magyarázata pl. annak, hogy a Balatonból alig ismeretes vízvirágzás, s a megfigyelték is az eutroph jelleghez közel álló csendes, parti zónában fordultak elő.

A táptalaj szempontjából a vízvirágzás tehát a dinamikus egyensúlyban beállott változást jelzi. Egy-egy szervezetféleség igényei szerint beálló eltolódás annak ugrásszerű előretörését eredményezi. Ezzel szemben más planktonalkotók háttérbe szorulnak. Ez részben a fizikai környezet, a sókoncentráció stb. megváltozása, részben pedig biocoenotikai okokból következik be. Végeredményben ez is a környezet kémiai alkatában beállott változást jelenti.

A Kisszék tava nem nagy területű, de kb. 1 m-es mélységével a környék mélyebb víztartói közé tartozik. Hatalmas *Euglena*-vízvirágzása a víz jelentősebb szennyezettségére mutat. A tavat nyaranként kenderáztatásra és állatok fürdetésére használták, s ezen kívül még a nyugati oldalán betorkoló szennyvíz-levezető csővezeték is jelentős mennyiségű szervesanyagot juttatott a vízbe. Bizonyos, hogy a IV. 3-án kialakuló vízvirágzás sestonmennyisége hosszabb idő alatt keletkezett. Alighanem több alkalommal fel is rajzott, ami gyarapodását nagymértékben fokozhatta. Erre enged következtetni az a körülmény, hogy március hónap folyamán két ízben is színezett volt a szivattyúárok vize.

A klimatikus, illetve időjárási tényezők, mint a fény, meleg, a hosszantartó szárazság stb. ugyancsak igen jelentős szerepet játszhatnak a vízvirágzás kialakulásában. Ezek a tényezők részben közvetlenül hatnak, részben pedig közvetve, a víz kémiai és fizikai sajátosságainak megváltoztatásával. Tapasztalati tény, hogy hosszantartó nyári szárazságok alkalmával a szennyezett vizekben különösen a *Cyanophyceák* alkotnak hatalmas vízvirágzásokat. A nagy fénymennyiség a szennyezettebb vizek mélyebb rétegeiben is lehetővé teszi a photosynthesist. Többnyire száraz meleg nyarankint szokott előfordulni, hogy egy-egy mélyebb tó egész mélységében vízvirágzásszerű sestonprodukciónak hordoz.

Ezt már több esetben is megfigyeltem az orosházi »Homokos-gödör«-ben. Legutóbb, 1950 nyarán és őszén a több méter mély tó még 2.5 m mélységben is csaknem a felületivel azonos sestonszíneződést (*Cyanophyceae*) mutatott.

Helytelen volna azonban arra következtetni, hogy a nagy tömegprodukciók létrehozásában az időjárási tényezők közül csak a jól mérhető és megfigyelhető fény és hőmérséklet játszik szerepet. E kérdéssel a későbbiek folyamán még foglalkozunk.

A vízvirágzás meteorobiológiai elemzése

A vízvirágzás lefolyása ismertetésénél láttuk, hogy a felületi hatalmas sestonszíneződést a szervezetek hirtelen bekövetkező felrajzása idézte elő. A következőkben eme ingerjelenség időjárási tényezőit vizsgáljuk. *Bacsó Nándor* az akkori időjárását a következőképpen jellemezte: »A március végén észak felől beáramló hideg szárazföldi levegő április első napjaiban megnyugodott és a derült idő mellett erősen érvényesülő napsütéstől fokozatosan felmelegedett. Hozzájárult a hideg enyhüléséhez a 3-án fellépő délies légáramlás is, amely először a Fekete tenger mellől, majd a Balkánon át a Földközi tengerről szubtrópusi eredetű száraz és meleg levegőt szállított hozzánk. Kisebb eső csak 3-án fordult elő, egyébként majdnem teljesen száraz, napsütéses időjárás uraldodott 12-éig.« A jellemzés szerint klimatikus szempontból megemlíthető még, hogy 3-tól kezdve a napsütés tartama igen jelentős volt, a napközi középhőmérséklet több napon át elég nagy értékekkel meghaladta a 65 éves átlagot.

A sestonrajzás meteorobiológiai kielemezése végett grafikont készítettem (lásd 1. sz. grafikon), amelyben az időjárás mérhető fontosabb adatait és a vízvirágzás életének lényegesebb fázisait az összevethetőség céljából minél szemléletesebben próbáltam feltüntetni. Az időjárás tényezői közül a hőmérséklet (terminus észlelések, maximum, minimum), légnyomás, napfényidőtartam, a szél iránya és ereje, a felhőzet minősége és a borultság mértéke, a csapadék minősége ideje és tartama, valamint a relatív páratartalom adatait az orosházi Meteorológiai Megfigyelő Állomás észlelései alapján közlöm. 1948 őszén felkértem *Ozorai Zoltán* meteorológus kutatót, hogy a grafikonon megjelölt időtartam frontjait utólagosan elemezze ki. Szíves segítségéért ezúton is hálás köszönetet mondok. A Budapest felett átvonuló frontok jegyzékét az Orvosi Hetilap 1939 ápr. 15-i számából *Aujeszky László* közleménye alapján vettem át. A frontokat a fajta, átvonulási idő és az erősség figyelembevételével tüntettem fel. A felsikló frontoknál, mivel az átvonulási időszak ismerete a leglényegesebb, a praefrontális időtartamot is külön megjelöltem. Biológiai elemekként mindhárom vízvirágzást feltüntettem. Kihangsúlyoztam a sestonrajzás kezdetét, valamint az elváltozások (felületi seston képződése, habosodás, neustonizálódás, kérgesedés) formáit.

A következőkben a harmonikus elemzés módszerével keressük a sestonrajzás hatótényezőjét. Mindenekelőtt meg kell vizsgálnunk, hogy a fény, a hőmérséklet, a levegőhiány vagy a légnyomáscsökkenés, mint első tekintetre figyelembevehető tényezők, milyen szerepet játszanak az inger kiváltásában.

1. *A fény.* Az irodalom a mikroszervezetek felszínre való törekvését általában phototacticus ingerrel magyarázza. Maga Lenz is ezt hangsúlyozza. A jelenséget ez alkalommal azonban aligha lehet ilyen sablonosan magyarázni. A vízvirágzás kezdete ugyanis a hajnali órákra esik.

A sestonrajzásnak nincs okvetlenül szüksége fényre. Az 1936-ban leírt *Eudorina*-vízvirágzásnál megfigyeltem, hogy a virulencia az éjszaka folyamán is emelkedhetik. Erre vonatkozólag egy igen jellegzetes esetet ír le Szabados (1936) az *Euglena sanguinea* leülepedett sestonjával kapcsolatban: »A vízvirágzás alkalmával begyűjtött vízben az *Euglenák* mind az edény aljára szálltak alá és a gyűjtéstől számított $2\frac{1}{2}$ órán belül a víz teljesen átlátszó tiszta volt, ellenben az *Euglenák* összetömörüléséből, az edény alját formázó lepényszerű képződmény jött létre, mely hasonló volt a megalvadt vérlepényhez. S ez a lepényszerű képződmény még rázásra sem esett szét, ellenben egy éjszaka alatt eltűnt és a szervezetek egynemű zöldre festették ismét a vizet«. Kár, hogy Szabados nem jelöli meg e sestonrajzás dátumát; az utólagos meteorobiológiai elemzés ez esetben is nagyon tanulságos lehetne.

2. *Hőmérséklet.* A grafikon szerint IV. 3-tól a hőmérséklet állandóan emelkedő tendenciát mutat. A délről jövő szubtrópusi beáramlás meleg és száraz légtömegeket szállít hozzánk. Magának a hőmérséklet emelkedésének azonban semmi jelentőséget nem tulajdoníthatunk. IV. 2-a és 3-a között ugyanis csak 1—2 fokos különbség van, amely a vízben jelentősebb változást nem idézett elő. Egyéb esetekben tapasztaltam azt is, hogy a virulencia emelkedése inkább a lehülés időszakára esett.

3. *Az oxigénhiány.* Az erős felmelegedés közvetve előidézheti a szervezetek felszínrejutását. A sekély vizek oxigénkészlete a bomlás fokozódása miatt erősen csökken, s ez a szervezeteket aerotactikus felfelévándorlásra kényszerítheti. Ez a feltevés a gázvakuolumos *Cyanophycea*-trichomák felszínrejutását esetleg megmagyarázná, az *Euglena*-virágzás értelmezésénél azonban használhatatlan. E virágzás elég mély vízben és kora tavasszal történt.

4. *Légnyomáscsökkenés.* Az alacsonynyomású térben végzett megfigyeléseink azt bizonyították, hogy a víz gáztartalmának csökkenésével a szervezetek inkább az alatra ülednek, semhogy felemelkednének. Kis légnyomáscsökkenés — amellyel természetes körülmények között számolnunk kell — semmi változást nem okozott.

A szervezetek felfelé törő mozgását tehát az előbbi tényezők egyikével sem lehet kapcsolatba hozni. A grafikon azonban annál szemléletesebben mutatja, hogy a sestonrajzás jelen esetben is az időjárási frontokkal függött össze.

A fronthatás vizsgálata

Ismeretes, hogy időváltozás, rendszerint eső előtt az embernél fáradtság, álmoság vagy éjjel nyugtalan alvás jelentkezik, a sebhegek érzékenyek, s a reumasoknál fájdalmak lépnek fel. Az állatoknál ismeretes pl. a legyek erős csípése, a hangyák csoportos mozgása a bolyon kívül stb. Az időérzékenység súlyosabb formái az embernél bizonyos kórtani tünetek súlyosbodásában, illetve a haláleseteknek bizonyos napokon való halmozódásában mutatkoznak.

E jelenségek okát kutató legelső exakt vizsgálatok az időjárásnak csupán egyes tényezőit vették figyelembe, s különösen nagy jelentőséget tulajdonítottak a légnyomásnak. Kitűnt azonban, hogy az időváltozás nagyon összetett jelenség, amelynek biológiai vagy kórtani hatását az elkülönített tényezők egyikével sem sikerült megmagyarázni. Így érlelődött meg az a felfogás, hogy az időjárás tényezői egyszerre hatnak, tehát az időérzékenység okának keresésekor azt a komplexumot kell vizsgálni, amely az idő látható megváltozását megelőzi. Mivel pedig a mérsékelt égöv jelentős időváltozásai a ciklonokhoz kapcsolódnak, az időérzést eleinte egyszerűen a depresszió megérzésének tekintették.

A probléma szabatosabb megvilágítását a ciklon szerkezetének tisztázása tette lehetővé. A *Bjerknes-Solberg*-féle ciklonszkéma a modern meteorológia egy új ágát, a frontkutatást indította el. A leszűrt eredmények szerint az eddig izobárokkal jelölt depresszió olyan légtömeg, amelynek a földfelszínen levő mellső oldala a menetvonal vagy felsikló (meleg-) front, hátsó oldala pedig a betörési (vagy hideg-) front (ha erősebb : Böe- vagy zivatarfront). Élettani szempontból a frontok ismerete nagyon fontos, mert ezekhez kapcsolódik az időérzés reakciója.

A további kutatások szempontjából jelentős volt az a felismerés, hogy a felsikló front hatásai elkülöníthetők a betörési front meteotrop jelenségeitől. A felsikló frontok hatásai a frontátvonulást jellegzetesen megelőzik: azaz praefrontálisak; a betörési frontok hatásai viszont a front átvonulása pillanatában kezdődnek, vagyis postfrontálisaknak tekinthetők. Általánosabban megfogalmazva: a praefrontális hatások felsiklási, a postfrontálisak betörési folyamatokkal kapcsolatosak.

Az eddigi vizsgálatok szerint az időérző egyének közül némelyek csak a felsiklási, mások csak a betörési frontokra reagálnak. A meteotrop jelenségek frontfajták szerint való éles megkülönböztetése azonban meglehetősen nehéz. Egy-egy felsiklási frontot ugyanis rendszerint gyors egymásutánban több betörési front követ, s ilyenkor a reakciós idők átnyúlhatnak egymásba, vagy azok kezdetei pontosan nem állapíthatók meg. Megfigyelések szólnak a mellett is, hogy a meteotrop reakció nemcsak a front fajtájától, hanem fejlettségétől, illetve a halmozódás gyorsaságától is függ.

Meteorobiológiai szempontból különös jelentőségűek a felsikló folyamatokkal kapcsolatos szelek. Ilyenek nálunk a főhn és a sirokkó.

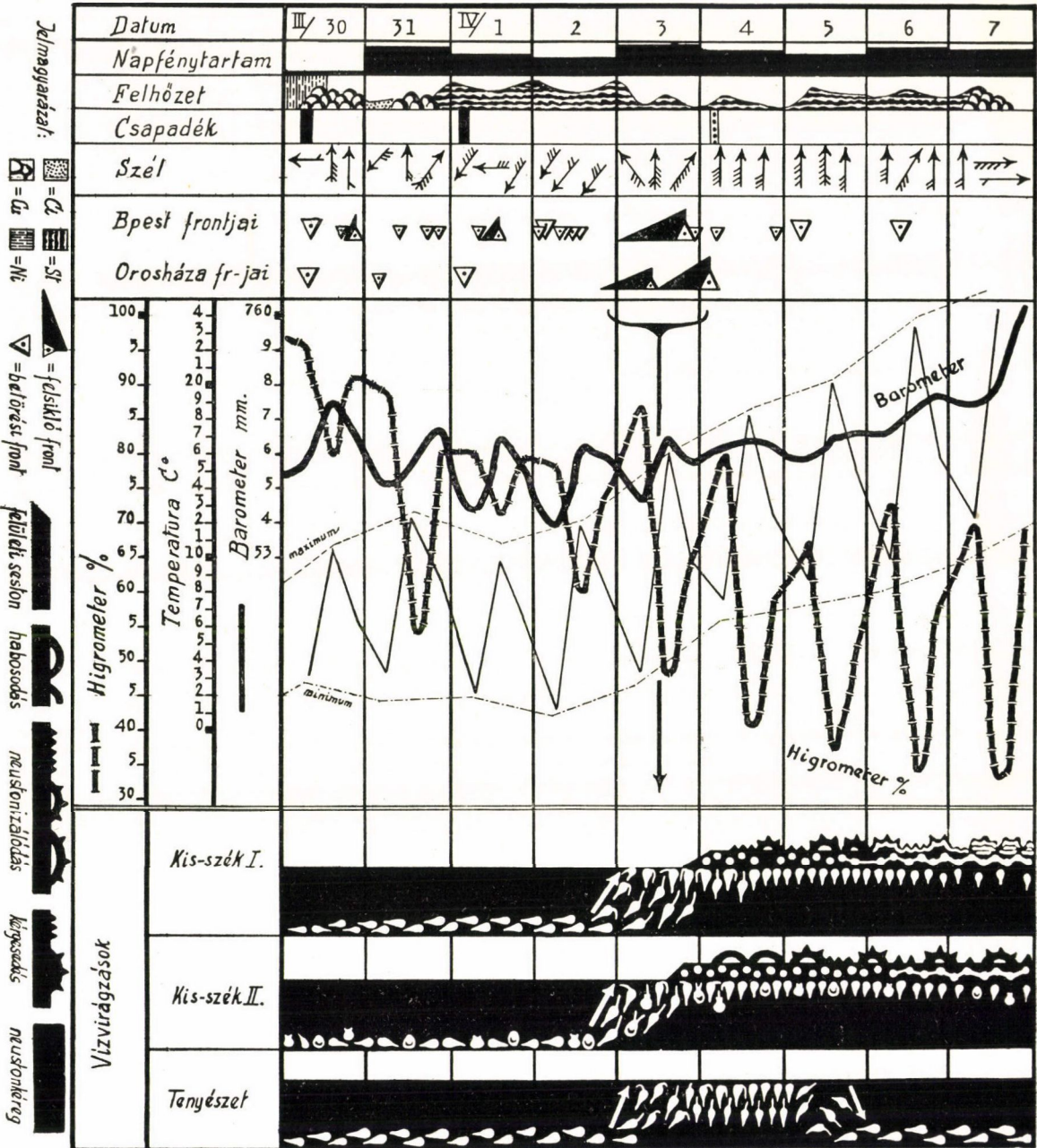
A főhn valamely hegyoldalon felsikló légáramlás, amelyet az emelkedés fázisában felhőképződés és lecsapódás kísér (luv oldal). A lesikló (lee) oldalon a levegő feltisztul, tetemes hőnyeresége révén (rejtett meleg + dinamikus felmelegedés) az illető helyen feltűnően derült, száraz és meleg időjárást okoz. A hegyvidéki főhn-nel szemben megkülönböztethető a síkvidéki, ú. n. szabad főhn, amely hasonló jelenségeket idézhet elő. A főhn élettani hatása szinte csodálatos; az Alpokban főhn-érzékenységnak nevezik. Ez lényegében azonos a praefrontális reakciókkal, bár az idegéletben rendszerint súlyosabb depressiókat okoz, mint a ciklonok felsiklási folyamatai.

A sirokkó nálunk tavasszal gyakori; a délről jövő ciklon mellső oldalán jelentkezik és szubtrópusi meleg levegőt szállít hozzánk. Élettani hatása szintén praefrontális jellegű. — Érdekesekek még azok a megállapítások is, amelyek a számum, a burána, a tajfun stb. főhn-szerű hatásáról számolnak be.

A következőkben a kisszéki vízvirágzást a frontok szempontjából elemezzük. Az 1. sz. grafikon frontelemzése szerint az *Euglena polymorpha* 1939. IV. 3-án hajnalban kezdődött virulenciája a felsikló front átvonulása előtti időre esett, vagyis praefrontális jelenségnek tekintendő. Előtte való néhány nap csak betörési frontok jelentkeztek. Így március 30-án egy közepes, 31-én egy gyenge, majd április 1-én ugyancsak egy erősebb betörési front haladt át Orosháza felett. Április 2-a frontmentesnek mutatkozik; 3-án azonban erős fordulat következett be.

A IV. 3-ra bekövetkező délies szélugrás a szubtrópusi meleg légtömegek beáramlása kezdetét jelzi. Ez a légáramlás tulajdonképpen a felsikló frontot megelőző praefrontális sirokkó volt, amely az Orvosi Hetilap ápr. 15-i számában közölt frontnaptár szerint Budapesten a déli és délutáni órákban éreztette hatását. Az ezt követő mérsékelt fejlettségű felsikló front 18 h-kor vonult át Budapest felett. E praefrontális sirokkót követő felsikló front Orosháza felett való átvonulása pontos idejét utólagosan a hiányos adatok miatt megállapítani nem lehetett. Annyi azonban kétségtelen, hogy egy gyengébb felsikló front IV. 3-án a déli órákban, majd egy másik, ennél valamivel erősebb, ugyancsak felsikló légtömeg, másnap IV. 4-én éjjel után 2—3 óra között vonulhatott át Orosháza felett. Megjegyzem, hogy e vízvirágzás elemzése a frontátvonulás időpontját illetően nem kíván percnyi pontosságot, mivel csupán a praefrontális időszakot kell figyelembe vennünk. Az pedig bizonyos, hogy a IV. 2-ről 3-ra virradó éjszaka, illetve IV. 3-án a hajnali és koradéllelőtti órák a praefrontális hatások jegyében teltek el, ezért a vízvirágzás kezdetét és gyors kifejlődését csakis azokban az időjárási feltételekben kereshetjük, amelyek e praefrontális sirokkóval a hely légkörében jelentkeztek. Ez a nap az előzőkhöz viszonyítva feltűnően derült volt, csupán a felsiklási folyamatok okoztak a déli órákban némi borulást.

Sajátságos jelenség, hogy Orosháza fölött két egymásutáni melegfront átvonulása állapítható meg, viszont Budapesten csak egy volt észlelhető.



1. grafikon. A kisszéki Euglena-vízvirágzás meteorobiológiai elemzése

Ez korántsem mondható olyan gyakorinak, mint a hidegfrontok csoportos érkezése. *Bjerknes* szerint ugyanis a hidegbetörések hajlamosak a frontok többszörződésére. E megtöbbszörződési folyamat a tapasztalatok szerint fokozottabb meteotrop jelenségeket vált ki. Az egymást gyorsan követő gyenge frontok hatása ugyanis, mint azt *Kulcsár István* orvosi vonatkozásban megállapította, összegeződnek, s több gyenge front erősebb hatású lehet, mint egyetlen erős hidegbetörés. Bár jelen esetben e két egymáshoz közel eső (15—17 óra távolság) melegfront nem tekinthető a felsikló légtömegek egyszerű többszörződésének, mégis fel kell tételeznünk, hogy a IV. 4-én hajnalban áthaladó erősebb melegfront praefrontális hatása az előtte levő gyengébb praefrontális hatást erősíthette. A praefrontális hatások kumulációjával a hatalmas méretű sestonrajzást könnyen magyarázhatjuk.

Az *Euglena polymorpha* sestonrajzása az előbbieket szerint tehát kétségtelenül praefrontális jelenség, s meteorobiológiai szempontból az ember vagy a többi élőlény praefrontális jellegű meteotrop jelenségeihez sorolható. Nem lehet kétséges, hogy e jelenségek azonos fizikai komplexum esetleg különböző tényezői hatására váltódnak ki.

Nem ilyen egyszerű a probléma akkor, ha ezt az *Euglena*-rajzást az 1936-ban megfigyelt *Eudorina* vízvirágzással hasonlítjuk össze. Az előbbieken már láttuk, hogy az *Eudorina*-virágzás több mint egyhónapos megfigyelési ideje alatt (1936. VII. 19—VIII. 18.) csupán hidegfrontok vonultak át Pusztaföldvár fölött, s több esetben megállapítható, hogy hatásukat átvonulásuk előtt fejtették ki. A virulenciabeli változások ugyanis megelőzték a hidegfrontok átvonulását. Ez a tapasztalat ellentétben áll azzal a már megismert meteorobiológiai tétellel, hogy a betörési frontok meteotrop jelenségei mindig postfrontálisak, vagyis a szervezet biológiai ellenhatása a front átvonulása után jelentkezik. Az *Eudorina* időérzékenységénél mutatkozó eme időbeli különbség egyben azt is bizonyítja, hogy a rajzást előidéző tényezők nem postfrontálisak, tehát nem azonosíthatók az ember postfrontális tüneteit előidéző tényezőkkel. Ez annak idején »kellemtelen« ellentmondásnak látszott, hiszen megakadályozta, hogy a sestonrajzás ingerjelenségeire a frontelmélet megállapításait teljes mértékben alkalmazzuk. A továbbiak során be kellett látnunk, hogy a sestonrajzás, illetve a vízvirágzás kifejlődése akár a meleg, akár a hidegfront átvonulását megelőzi.

Végeredményben azonban ez az ellentmondás visz bennünket közelebb a valósághoz. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a betörési front előtti térben is lennie kell olyan légköri folyamatnak, amely bizonyos szervezetekre, így a vízvirágzás alkotóira hat. Ilyen folyamatnak kell tartanunk a betörési front előtti tér leszálló légáramlását. Később majd látni fogjuk, hogy *Kestner* a zivatarfront (Böe) előtti tér leszálló légáramlására építette fel elméletét. A leszálló légáramlás hatását az *Eudorina elegans* vízvirágzása létrejötténél is fel kell tételeznünk. Ez a vízvirágzás 1936 július 19-én néhány óra alatt fejlődött ki. »A víz a rekkenő, »fullasztó« hőségben 16 h-ra egész felületén kizöldült«, jegyeztem fel akkor.

A rekkenő hőség felhőtlen, derült és szélcsendes időben jelentkezett. Ezek a jelenségek mind a leszálló légáramlást bizonyítják. A feltűnően derült, felhőtlen égbolt többnyire csak lefelé tartó légmozgás esetén észlelhető. A rekkenő hőség sem közvetlenül a nap tűzésétől ered, hanem a lefelé szálló levegő dinamikus felmelegedésétől. Fokozza ezt még az is, hogy a horizontális légmozgás úgyszólván hiányzik. Későbbi megfigyeléseim során is általában tapasztaltam, hogy ilyen időjárási helyzetekben tömegesen virágoznak a vizek. Mindebből nyilvánvaló, hogy az olyan nyári helyi zivatarok és hidegbetörések előtt, amelyeket feltűnően derült és meleg időjárás előz meg, leszálló légmozgás van, s a virulencia emelkedését vagy a sostonrajzást kiváltó meteotrop tényezők főként e leszálló légmozgás révén fejthetik ki hatásukat.

Ez a becses tapasztalati tény ilyen értelmezésben áthidalja az említett nehézségeket, s határozottan rámutat, hogy

1. a vízvirágzások ciklon-, illetve frontelőző jelenségek,
2. a meteotrop jelenségeket kiváltó tényezők főként a leszálló légmozgásban keresendők.

Ez utóbbi megállapításból még egy másik, igen fontos következtetés is folyik. Az, hogy a leszálló légmozgásoknak általában tömegvirulenciát vagy sostonrajzást kiváltó képességük lehet. Ilyen jelenséget válthat ki tehát a hegyvidéki főhn, vagy síkvidéki rokona a szabadfőhn, vagy általában: a lesikló felületek légtömegei. Az ember időérzékenységi tüneteinek létrejöttében **Flach** a lesikló felületeknek is jelentőséget tulajdonít. Ez a hatás a mikroszervezetek életében is igen jelentős lehet.

Ismeretes, hogy az irodalomban található szűkszavú közlemények a vízvirágzást még a legutóbbi időben is a száraz meleg idővel magyarázzák. Így *Messikommer* 1947-ben a Pfäffiker-tó *Cyanophyceae*-virágzását a hosszú száraz nyári és őszi időszakra vezette vissza. Ez kétségtelenül tapasztalati tény, s az előbbieket szerint csakis azzal magyarázható, hogy a tartós száraz időszakokban a lesiklási folyamatok is gyakoriak. Természetesen a ciklonok előtti térben, illetve a felsikló frontok előtt is feltételezhető a meteotrop jelenségeket kiváltó leszálló légáramlás.

Végül a probléma teljesebb megvilágítása céljából még arra is rá kell mutatnunk, hogy az időjárási hatások nemcsak a mozgás ingerét, tehát a rajzást válthatják ki, hanem a vegetatív és reprodukív élettevékenységek ugrásszerű előretörését is eredményezik. A kisszéki sostonrajzás esetében e folyamatok a gyors felrajzás miatt nem voltak tanulmányozhatók, de a tömegprodukción bizonyosan szerepük volt. E folyamatok elemzésére itt nem térhetünk ki, ezért csak azt említem meg, hogy utóbbi vizsgálataim folyamán ezek fordultak elő leggyakrabban, s figyelmem mindinkább is ezek felé terelődött.

Nagyszámú megfigyelésem arról tanúskodik, hogy a praefrontális időszakokban (ciklon, vagy felsikló front átvonulása előtti idő, vagy egyéb leszálló-

lesikló légtömeg uralgása idején) a sekély, átlátszó és esetleg gyengén áramló csatornavizek alján pl. az *Euglena viridis* virulenciája ugrásszerűen emelkedik, azonban a sestonrajzás bekövetkezése nélkül. A nyílt csatornák szennyesszürke nyálkás aljazata ilyenkor hirtelen, néha félóra alatt kizöldül, s az addig szürke felület bársonyos zöld réteggel vonódik be. Létrejön a leggyakrabban tapasztalt bolyhos-bársonyos »*Euglena*-gyep« (coloratio benthoplanktogena), jelezvén a külső tenyésztő tényezők jelenlétét és általános hatását. Nyilvánvaló, hogy ilyenkor az eddig latens egyedek aktiválódnak, anyagcseréjük sokszorosára fokozódik és gyors oszlásba kezdenek. Ennek eredménye a hirtelen kizöldülés. E sajátos jelenséghez közvetlen napfény nem szükséges. Sőt! E jelenségeket többnyire borult időben, vagy legalább is a felsiklási folyamatok kezdetén észleltem. A kifejlett »gyeprétegek« alatt rendszerint fehér bevonat található, amelyet a *Beggiatoa alba*, és a *B. leptomitiformis* alakít ki.

A vízvirágzás elemzését tehát azzal a megállapítással zárhatjuk le, hogy a praefrontális jellegű időjárás hatások a mikroszervezetek életében nemcsak taxia-jellegű sestonrajzást, tehát ingerjelenséget idézhetnek elő, hanem a szervezetek vegetatív és reprodukív folyamatait is ugrásszerűen serkentik. E meteorop jelenségek figyelembe vehető időjárás tényezőivel majd a »hóvirágzás« ismertetése és elemzése után foglalkozunk.

II.

A »hóvirágzás« leírása és meteorobiológiai elemzése

A hóvirágzás, vagyis a hófelület paránynövények tenyészése révén való megszínésedése, a vízvirágzással lényegében azonos jelenség, de a hó- és jégvilág feltételei között. A kryobiológiai vizsgálatok szerint a hó- és jégfelületeknek csupán ezek a növényi mikroszervezetek az egyedüli producensei. Időnkinti erős tenyészésükkel és szaporodásukkal a hó- és jégfelületeket színezik. Leggyakoribb a piros (*Chlamydomonas nivalis*), pirosbarna (*Ancylonema Norden-skiöldii*), és a zöld (*Chlamydomonas*, *Raphidonema*, *Stichococcus*, *Ulothrix*) hószíneződés, de megfigyeltek már sárgászöld, sárga, kék, sőt feketés színű hóvirágzásokat is. Rendszertanilag inkább a *Volvocales* (*Chlamydomonas nivalis*, *Chl. flavo-virens*, *Pteromonas nivalis*), a *Protococcales* (*Raphidonema*), az *Ulothrichales* és a *Desmidiaceae* rendekből és csoportokból kerülnek ki, de megfigyeltek már közöttük *Cyanophyceákat*, *Dinoflagellatumokat*, alsóbbrendű gombákat és baktériumokat is. Az elszaporodott szervezettömeget *Chodat* kryoplanktonnak, *Naumann* kryosestonnak nevezi.

A hó- és jégvirágzás szervezetei a hideg világban igen szegényes táptalajviszonyok között élnek. Hőmérsékleti optimumuk éppen csak a 0 C° fölött van, s amint a hőmérséklet néhány fokkal emelkedik, virulenciájuk erősen csökken. *Kol Erzsébet* leírása szerint a *Chlamydomonas nivalis* pl. 4 fok felett beszűnteti

mozgását, ostorait eldobva és lekerelkedve nyugalomra tér. Táplálkozási lehetőségeik is igen csekélyek. A hófelület igen kicsiny kiolvadási gödröcskéiben összegyűlő csaknem destillált víz a porból és törmelékből igen csekély mennyiségű sót old ki. A tápközeg csupán oxigénben és CO_2 -ben mondható gazdagnak. Nitrogénszükségletüket alighanem a villamos kisülések alkalmával keletkező *N*-vegyületekből nyerik, amelyet a csapadék elnyel.

A hó- és a jégvirágzás, mint kryosestonprodukción, ugyanúgy időszakos jelenség, mint a vízvirágzás. Ugyanazon helyen mindkettő többször is megismétlődhetik az év folyamán.

A hó- és jégvirágzás szervezetei is vízben élnek, csak igen vékony rétegű, csaknem desztillált és alig 0° feletti vízben. Tehát nemcsak a vízvirágzás, hanem a hóvirágzás is »aquatilis jelenség«. A hóvirágzás lényegében a vízvirágzás egy szélsőséges formája, amelynek szervezetei már annyira a $0^\circ C$ körüli hőmérséklethez és sószegény környezethez idomultak, hogy azt nemcsak könnyedén elviselik vagy kedvelik, hanem a tenyésztéshez határozottan igénylik is. A kryosestonprodukción csupán ennyiben különböznek az egyéb nedves felületek inkább aerophytikus életmódra kényszerült növényi mikroszervezeteitől, mint pl. a talaj algáitól, fatörzsek, kerítések, falak zöld algabevonataitól stb. A talaj mikroszkópikus növényi szervezetei: *Cyanophyceák*, *Diatomáceák*, zöld algák stb., bizonyos alkalmakkor feltűnően színezik a talaj felületét, s ugyanakkor megfigyelhető a nedves falak, fatörzsek, kerítések zöld bevonatainak kiélénkülése is. Ilyenkor a kis tócsák is többé-kevésbé színesedni kezdenek, megindul bennük a vízvirágzás valamilyen formája.

Az előbbi jelenségeket részleteiben nem taglalhatjuk, s most csak azt rögzítjük le, hogy a vízvirágzás (*flos aquae*), a hó- és jégvirágzás (*flos glaciei*), valamint a »talajvirágzás« (*flos humi*) nagyon is rokon folyamatok, amelyeknek időnkint feltűnő egybeesését tapasztaltam. Ebből pedig következik, hogy eme virulenciabeli fokozódásoknak közös élettani alapjuk van, vagyis a »virágzás« jelenségeket azonos és egyformán ható külső tényezők idézik elő.

A mikrobiológiában már régebb idő óta ismeretes, hogy bizonyos szervezetek nemcsak vízi, hanem levegőbeli életmódra is képesek. Így néhány *Chlamydomonas*, *Diatomacea*, az *Euglena viridis* stb., a nedves talajfelületen vagy a talajban is megélnek, vagyis fakultatív aerophytismusra is képesek. Hasonlóképpen feltételezhető, hogy igen sok olyan planktonszervezet is létezik, amelyek a megszokott hőmérsékleti és egyéb életfeltételekből kilépve, igen alacsony hőmérsékleten képesek tenyészni, vagyis fakultatíve kryobionták. Erre a lehetőségre eddig kevés figyelmet fordítottak. A kutatók érdeklődését elsősorban a határozott formában megjelenő és ezért könnyebben tanulmányozható magashegyvidéki vagy arktikus hóvirágzások kötötték le. *Istvánffi Gyula* volt nálunk Magyarországon az első, aki a síkvidéki hó mikroflóráját tanulmányozta. A Balaton hófelületéről 35-féle növényi mikroszervezetet sorol fel. 1895—96-ban négy hópróbát kapott, amelyek azonban virulens sestonszíneződést nem tartal-

maztak. A hóleben azonban, mint írja, »... hosszabb-rövidebb idő elteltével szép vegetáció jelent meg. Az első nyomok már egy pár hét múlva jelentkeztek, s három hónap leteltével a mindig zárt és világosságon tartott üvegekben teljes pompájában tenyésztett a hóval bekerült moszatflóra.« A Balaton jegén igazi hóvirágzást nem talált ugyan, vizsgálatai mégis értékesek. Különös figyelmet érdemel az a körülmény, hogy a Siófok és Tihany között gyűjtött hó tenyésztésében főként a *Chlamydomonas nivalis* uralkodott (*Istvánffi Haematococcus lacustris*-nak, illetve *Sphaerella nivalis*-nak nevezi). Egy másik próbában ugyancsak a *Chl. nivalis* a tömegalkotó, azonban inkább csak a zöld egyedeket észlelte; a haematochrom még kevés egyedben fejlődött ki. Ezzel bebizonyította, hogy ez a nevezetes kryoszervezet a síkvidék havában is előfordulhat. Még inkább figyelemreméltó az a leírás, amelyet a »jeget olvasztó hó«-ról ad. A piszkosbarna színű hótömegben friss állapotban penészpórákat, baktériumokat és a *Gloeotilia ferruginea* néhány példányát találta. Idézi a halászok mondását, amely szerint »Ez eszi meg a jeget«. E mondás értékes tapasztalatot tartalmaz, s magyarázatára még visszatérünk. E minta hólevében több *Cyanophycea*-faj, *Closterium*, zöldalgák és kovaalgák által alkotott tenyészet fejlődött ki. *Istvánffi* már megállapította, hogy még a jégpáncél alatt is virulhat a mikrovegetáció.

Hasonló szempontból végezte vizsgálatait újabban *Hochholzer* is. 1947-ben a bécskörnyéki hófelületek mintáit tenyész kísérletekkel vizsgálta. A *Chlamydomonas nivalis* ő is megtalálta.

A fakultatív kryobiontizmus hétköznapi jelenség. Az *Euglenák*, *Phacusok*, *Chlamydomonások*, igen sok *Protococcales* faj stb. határozottan a hidegebb környezetet szeretik; 3—10 C°-os hőmérsékleten maradnak meg tenyésző állapotban legtovább. A jégpáncél alatti zöldes sestonszíneződés (vízvirágzás) gyakran előfordul, sőt a zöldesárnyalatú jég sem ritkaság. A korcsolyázók előtt ismeretesek azok a kellemetlen kisebb-nagyobb olvadó foltok, amelyek bizonyos, többnyire »enyhébb napokon« jelennek meg a jég felületén. Különösen a sekély vizek jégpáncéljára jellemzők. A foltok alatt az iszapos alzat rendszerint igen közel van. Gyakran a folt barnás vagy egyéb szennyes színeződése is megfigyelhető. Az ilyen próbákban mikroszervezeteket lehet kimutatni. Leggyakrabban kovaalgákat tartalmaz, de szennyezettebb vizek jégpáncéljában zöld *Flagellatumok* is tömegtenyésztet alkothatnak. *Szabados* Szeged környékéről említ zöld színű jégelőfordulásokat, amelyeket *Euglenák* idéztek elő. Igen érdekes esetet ír le *Kol Erzsébet* Vácraatról. 1950 januárjában egy tócsa jege és hórétege sárgászöldre színeződött három *Chlorobacterium* species (*Pelogloea bacillifera*, *Pelodyction clathratiforme*, *Tetrachloris inconstans*) alulról a jégbe benyomakodó tömegétől.

A következőkben néhány igen jellegzetes fakultatív kryobionticus hó- és jégvirágzást vizsgálunk, s meteorobiológiai elemzésük során kimutatjuk meteorotrop jellegüket.

A kryovirulenciák leírása

A vízben élő növényi parányszervezetek téli virulenciájának rendkívül érdekes és síkvidéken szokatlan esetei jelentkeztek Pápán az 1944. esztendő elején. Az alsóváros egy jelentéktelen vízlevezető csatornácskája a líceumkert szélén kb. 15 m-es szakaszon 3.5 m-re kiszélesített, s e sekély széles árokban a csatorna vize tespedő állapotba került. Jellegzetes chemizmusa miatt gyakran igen gazdag színes *Flagellatum*- és *Chlamydomonas*-vegetációja volt. E széles árok havas-jeges felületén januártól márciusig több, igen sajátos kryovirulencia jött létre.

A legjellegzetesebb egy zöld hóvirágzás volt, amely február 28-án néhány kisebb folt alakjában jelent meg. Február 29-én a szokatlanul verőfényes déli órákban látványosságnak is beillő volt a kép: a már ülepedett és kissé olvadó hó felületén egymás szomszédságában három nagy smaragdzöld folt feküdt. Alakjuk szabálytalan; a legnagyobb kb. 1 m² lehetett. A jelenség messziről úgy tűnt fel, mintha három bársonydarab heverne a hó felületén. A zöld foltok peremén jól észrevehető volt, hogy a színezett hó valamivel magasabban van környezeténél. A hó alatt lévő jég ugyanis kissé felboltozódott, helyenkint szinte kipárnásodott. A kevésbé havas, inkább firnszerű felületeken még igen sok, tompán zöld vagy sötétzöld folt volt látható, amelyek egymással rendszerint összefolyva 10—20 cm széles csíkokat alkottak. E zöld csíkok helyén a jég szintén fel volt boltozódva, a sötétebb árnyalatú helyeken kis vánkosszerű dudorok jöttek létre. A felboltozódott helyeken mindenütt zöld színezetű volt a jég, különösen a víz felőli rétegében. A hóvirágzásos foltokban a hó teljes rétegében (kb. 3—4 cm vastagságban), zöld eres-csíkos volt. Alatta a kb. 4 cm vastag jég ugyancsak zöld színeződésű. Itt-ott határozott erezettséget is fel lehetett ismerni. A jég alatt a víz — 3 léken át megvizsgálva — csaknem egész rétegében zöldes színeződésűnek mutatkozott. Különösen közvetlenül a jég alatt volt jelentős a sestonszíneződés. Nyilvánvaló tehát, hogy a hóvirágzás, illetve a firnszerű zöldes csíkok »jégvirágzása« nem a levegőből a hó- és jégfelületre került szervezetek elszaporodása révén jött létre, hanem e jelenség »gyökerét« egy vízvirágzás alkotta, amelynek sestonja bizonyos idő múlva a jégbe is benyomult, illetve a hófelületre kerülve ott roppant mértékben elszaporodott és »valódi« hóvirágzást hozott létre. A kryoseston által színezett foltok és csíkok felboltozódása és párnásodása is természetes, hiszen a felrajzó szervezetek hatalmas tömegei jelentős mennyiségű hőt közölhettek a jéggel.

A hóvirágzásos foltok hórége felül 1—2 mm vastagságban élénk vagy sötétzöld színű volt. A felülete a déli hirtelen felmelegedésben meglehetősen olvadt (a levegő hőmérséklete 9 C°), s a víz vékony rétegben az apró mélyedéseket megtöltötte. Ezekben a kiolvadási szemecskékben és a felületi hó morzsácskáiban a mikroszkóp alatt rengeteg növényi mikroszervezet volt látható: egy pontosan meg nem határozható *Chlamydomonas*-faj egyedei. A tenyésző

formák mellett — amelyek többnyire élénken mozogtak — inkább az osztódó egyedek voltak túlsúlyban. Ez utóbbiak mindig mozdulatlanok. Kb. ugyanez a kép volt látható a hó illetve a jégből vett mintákban is. A vízben kb. azonos *Chlamydomonas*-formákat találtam. Itt azonban a tenyésző egyedek voltak erősen túlsúlyban. Ezek mozgása volt a leggyorsabb. További megfigyeléseim azt mutatták, hogy a vízben levő egyedek valamivel nagyobbak, mint a hófelületen vagy a jégben levők. A vízi példányok (Tábla 9—12. rajz) 18—25 μ hosszúak és 14—17 μ szélesek, a valóban kryovirulens hófelszíni egyedek már nem is tojásdadalakúak, hanem többnyire szabálytalan gömbszerűek (Tábla 7—8. rajz). Méretük 15—17 μ . A sejtfal minden egyednél vékony, a papilla jelentéktelen, gyakran torzult. Az ostor testhossznyi vagy annál valamivel hosszabb. A chromatophor csészeszerű, egész hosszában csíkkolt. Fejlett pyrenoidja basalis helyzetű. Legközelebb a *Chlamydomonas Steinii* formához áll. Meghatározására még visszatérünk.

Az egyedek mindig mozdulatlan állapotban osztódnak. Az oszlásnak igen sokféle állapota volt megfigyelhető. A vízben általában a lekerekedett anyasejtben négy utódsejt keletkezett, amelyek a fal felszakadása után kerültek a szabadba (Tábla 18—21. rajz). A hófelületen az oszlásnak e módja ritka. A burkon belül néha csak két utódsejt keletkezik (Tábla 16. rajz), amelyek mozgásra alig képesek. Így egyik leánysejt hosszú ideig a burokban maradhat (T. 17. rajz). Néha burok nincs, s a két leánysejt hosszú ideig oldalfelülettel tapad össze (T. 22—23. r.). Az anyasejt az oszlás folyamán azonban a legtöbb esetben 8, esetleg 16 fióksejttel produkál. Az anyasejt burka az erős gyarapodással nem tud lépést tartani és hamarosan felszakad. Ilyen egyedeket mutat a 15. rajz, amelyben az egyedek gerezdesen helyezkednek el egymás mellett. Ennél csak többszörös befűződés látható, de burok nélkül (T. 24—25. r.). A hófelületen igen gyakoriak voltak az összetömörült utódsejtek (T. 26—28. rajz). Ugyancsak gyakoriak az igen kisméretű sejteket létrehozó oszlási formák. Az egyes utódsejtek radiálisan rendeződnek egymás mellé. Sejtfaluktól a protoplastos sok esetben kissé elhúzódtak (T. 29—33. rajz). Ezek mozgását egyetlen esetben sem tapasztaltam. Gamétaméretűeknek tűnnek fel, egyesülésüket azonban nem észleltem.

Február 29-én a hóvirágzás zöld foltjai észrevehetően növekedtek. Március 1-én a délelőtt verőfényesen tiszta. A hóvirágzás állapotában lényegesebb változás nem volt megfigyelhető. A sestonfoltok üdezőldek, a sejtek élettani állapota is az előző napéhoz hasonló.

Március 1-én a hóvirágzás foltjaitól függetlenül, a sekélyebb partmenti részeken még egy igen érdekes kryovirulencia is kialakult. A firnszerű felületen halványbarna foltok jelentkeztek; a legjelentősebb közöttük kisebb tenyérszerű lehetett. Árnyalatuk folyton erősödött és egy, másfélóra leforgása alatt határozottan barnává vált. A színesedő foltok jege közben erősen olvadt, s a kissé kipárnázódott felület teljes egészében apró barnára színezett jégrögöcskékre

esett szét. A legjelentősebb közöttük az erős olvadás miatt hamarosan kráter-szerűen bemélyedt. Közben a jégrögöcskék láthatóan még apróbb részecskékre omlottak szét. A próbákban meglepően virulens és viszonylag gyorsan ide-oda csúszkáló *Diatomacea* egyedek alkották a sestont. Közöttük legjelentősebbek a *Neidium productum*, *Navicula muralis*, *Achnanthes minutissima* és az *Achnanthes hungarica*.

Az egész jelenség kb. 3 óra alatt játszódott le. A legelőrehaladottabb állapotban levő kimaródásos folt teljesen kráter-szerűvé vált, amelyet a »kryoseston«-tól barnára festett hólé teljesen megtöltött. A rengeteg *Diatomacea*-egyed szinte »megette a jeget«. Vertikális mozgásuk közben viszonylag igen nagymennyiségű hőt közölhettek környezetükkel. Ez a megfigyelt eset igazolni látszik a balatonmelléki halászok *Istvánffi* által közölt mondását. Hogy ennek a halászszerűnek biológiai alapja van, bizonyítja *Istvánffi* további vizsgálata. »A jeget olvasztó hó« tenyésztésében hetek múlva igen gazdag mikrovegetáció alakult ki. Sok kék- és zöldalga mellett előfordult a *Closterium acerosum*, s ami szempontunkból legfontosabb: 10 *Bacillariacea* is. »A jeget olvasztó hó«-nak nyilván ezek a »hatótényezők«. A mikronövénytenyésztet lehetőséget nyújtott néhány *Protozoa* (*Amoeba*, *Diffugia*) megtelepedésére is.

Március 2-án egész nap verőfényes idő. A *Chlamydomonas*-hóvirágzás virulenciája észrevehetően csökkent; a zöld foltokban helyenkint sötétebb árnyalatú kicsapódásos erzet vált láthatóvá. Helyenként fénylő neustonhártya nyomai láthatók. Mozgóformák már alig találhatók; a lekerekedett és osztódó sejtek mindinkább gloeocystis állapotba merevednek (T. 34—36. r.). A *Diatomacea*-virulencia 2-ra a sekély partmenti jeget még jobban szétrongyolta. A jég teljes olvadása azonban nem következett be.

Március 3-án déltől erősen borult az idő. A hóvirágzás a délelőtt folyamán erősen degradálódott. A zöld foltok helyén szennyesszürkés vagy feketészöld nyálkás sestoncsíkok keletkeztek. Az olvadákos jégfelület néhány helyén a neustonszerű szennyesszöld hártya már fénytelen. A sestonban mindenütt *Gloeocystis*-állapot, vagy egyszerűen lekerekedett kocsonyaburkos formák találhatók. A degradálódott seston néhány nap múlva teljesen eltűnt.

A *Chlamydomonas*-hóvirágzásból gyűjtött próbákat kb. 12—15 C°-os helyiségben kevésbé megvilágított helyen tartottam. A dezorganizálódott tömegben néhány hét múlva világoszöld színű, megnyúlt tojásdadalakú *Chlamydomonas*-egyedek jelentek meg. A papilla a legtöbb esetben csőrszerű, illetve a sejt apicalis része kihegyesedett. A pyrenoid viszonylag kicsiny. E formák többnyire mozogtak. Méretük: 25—28 × 12—14 μ. Ezek a formák megnyúlt tojásdad alakjukkal, csikolt chloroplastisukkal legközelebb állanak a *Chlamydomonas Steinii*-hez (T. 13—14. rajz). Csupán a papillájuk erősebben fejlett. Valószínűnek tarthatjuk, hogy ezek az egyedek a hó-, illetve vízvirágzást alkotó fajnak más ökológiai viszonyok között kialakult formái. Erre enged következtetni az a körülmény is, hogy e *Chlamydomonas*-faj vízi egyedei tojásdad-

alakúak, a jégből és a hóvirágzásból viszont csaknem gömbalakú formái kerültek elő.

A *Chlamydomonas*- és *Diatomacea*-tenyészetekkel fagyasztási kísérleteket is végeztem. Különösen a kovaalgák tűntek ki a jeget olvasztó képességükkel. A *Neidium productum* fagyasztott egyedei virulenciájukat megtartották, csupán plastisuk veszített zöld árnyalatából. A fagyasztott tenyészetekben igen nagy virulenciával bíró *Euglenák* is megjelentek.

E februárvégi *Chlamydomonas*- és *Diatomacea*-virulencia előtt még két másik hasonló fakultatív kryobiontikus »jégvirágzás« is megjelent e biotopban. A legkorábbi január 9—10-én tűnt fel kanyargós szennyeszöld csíkok alakjában. 10-én a csíkok határozottan felboltozódtak, színük helyenként sötétzöld. Főként az *Euglena viridis* (!), *Euglena proxima* (?) alkották. Néhány példányban az *Euglena spirogyra* is előfordult. Január 11-re a jégfelület esőt kapott, s a virulencia színe zöldes-szennyeszürkévé vált.

Január végén a jég elolvadt, azonban február 6-ra ismét befagyott a víz. Sőt 8-án a még vékony jégfelületre kevés hó is került. Ez a hóréteg a következő napon sötétebb foltokkal, csíkokkal tarkázódott. Ezeken a helyeken a hó részben elolvadt, többnyire azonban sárgásszürke, sárgászöld, néhol zöldes színűvé vált. 10-re egyes helyeken szennyeszöld foltok jelentek meg a jég felületén. 11-étől a felületre tekintélyes mennyiségű hó esett, amely alól ez a vízvirágzás nem is bukkant már ki. A kryoseston tömegalkotója az *Euglena viridis* (!), de járulékosan az *E. polymorpha* és az *E. proxima* is előfordultak.

Az előbbi hó- és jégvirágzási jelenségekben tehát négy, egymástól jól elkülöníthető kryosestonprodukciónak ismerhető fel:

1. Január 9-től szennyeszöld *Euglena*-kryoseston.
2. Február 10-étől sárgás- vagy szennyeszöld, ugyancsak *Euglena*-kryovirulencia,
3. Február 28-ától élénkzöld *Chlamydomonas*-hóvirágzás.
4. Március 1-től barna *Diatomacea*-jégvirágzás.

E jelenségsorozat biológiai szempontból különös figyelmet érdemel, mert

a) A kryovegetációk szervezetei thermophil-eurytherm jellegűek, az édesvízi planktonban az év bármelyik szakában előfordulhatnak. Az említett *Euglenák* nyári időben is képesek a melegnek mondható vízben vízvirágzásokat előidézni, ami azt mutatja, hogy e szervezetek »hőigénye« nagyon is viszonylagos, s a hőmérséklet az életfeltételek között korántsem az elsődleges tényező. A valóság az, hogy e szervezetek bizonyos »életani beállítottságban« kryophil jellegűekké válhatnak, azonban az alacsony hőmérsékletet, mint életfeltételt, korántsem igénylik. Nem ilyen egyszerű a helyzet a *Chlamydomonas* esetében. A *Chlamydomonas*-hóvirágzás képe és lefolyása kb. azonos volt a magashegyvidéki hóvirágzás lefolyásával. Ez a virulencia is hasonlóképpen degradálódott. A degradációs hőmérséklet tekintetében azonban különbség mutatkozik. *Kol Erzsébet* és mások vizsgálatai szerint a *Chlamydomonas nivalis* + 4 C° felett

eldobja ostorait és nyugalomra vonul. Jelen esetben a grafikonból az olvasható ki, hogy a virulencia tetőfokán volt a hőmérséklet a legmagasabb (9.2 C°), március 1-én már 7.5° a hőmérséklet, s 2-án törik csak meg a virulencia 7 C° -os hőmérséklet mellett. 3-án a hőmérséklet egy hidegbetörés miatt hirtelen $2\text{—}3\text{ C}^\circ$ -ra esett, s a virulencia degradációja ekkor volt a legerőteljesebb. A hőmérséklet és a degradáció között jelen esetben tehát nem ismerhető fel összefüggés. Azonban a *Chlamydomonas* sem kryoszervezet, hiszen »gyökere« a vízi planktonban van.

b) A felsorolt szervezetek általában a tápanyagban gazdag eutroph vizek lakói. A víz profiljából való távozásuk azonban nem jelenti a szegény tápközegbe való kerülést, mert a jég és a felette levő hó tápanyagban nem annyira szegény, mint a magas hegyvidékek hava.

c) Az előbbieket egybevetve tehát megállapítható, hogy a vízi planktonforma, mégpedig a plankton rajzási formája, az előbbi esetekben átmenetileg kryovegetációs formává alakult. A jégalatti planktonszervezetek léptek, valóban máról-holnapra, az életmódnak olyan formájába, amely jóformán csak a magas hegyvidékek és az arktikus területek jég- és hóbirodalmából ismeretes.

Eurytherm szervezetek ilyen nagymérvű hidegtűrő, illetve átmenetileg »hideget kedvelő« képességét biológiailag még nem elemezték. *Pascher* a *Volvocales* életmódját jellemezve megemlékezik a lápok olvadó vizének és az állóvizek jegének jellegzetes *Volvocales*-eiről. Két csoportjukat különbözteti meg. Az első csoportba tartozók a tompított fényt kedvelik és ezért jégpáncél esetén a felső rétegekben találhatók, viszont jégmentes időben a mélybe húzódnak. Mások viszont a láp szabaddá váló vizében a tavaszi nap teljes fényintenzitását is elviselik, s csak később, a meleg idők beköszöntésével képeznek mélybesüllyedő tartós spórákat. *Pascher* tehát a szervezetek tömegmozgásában kizárólag csak a fénynek tulajdonít szerepet. Több esetben meggyőződtem már arról, hogy a fénykedvelés nagyon viszonylagos sajátosság, mert mindig az élettani beállítottságtól függ. Így megfigyeltem pl., hogy többnapos teljesen borult esős időben egy víztartóban a *Chlamydomonas*ok a víz felületére gyülekeztek, s ott jól fejlett vízvirágzást alkottak. Az egyik napon azonban kisütött a nap. A víztartó árnyékos felülete továbbra is változatlanul zöld maradt, míg a megvilágított felületről kb. 17 perc alatt a szervezetek a mélybe menekültek, s a vízfelület elszíntelenedett.¹ A felület beárnyékolásával csak órák múlva állt helyre a teljes felület sestonszíneződése. Ezzel szemben volt olyan időszak, pl. e vízvirágzás megindulása alkalmával, amikor az egész vízfelület erősen meg volt világítva, s a szervezetek ennek ellenére is létrehozták a vízvirágzást. Két ellentétes eset, amely ugyanazon szervezet ugyanazon biotopjában játszódott le,

¹ *Naumann* és *Lenz* ezt a mélybemenekülést a legtöbb esetben »geotaxis«-ra vezetik vissza. E takticus ingerhatás létezése azonban semmiképpen sem bizonyítható. A takticus mozgások ugyanis, mint válaszok, eleve feltételezik a külső hatótényezők mennyiségi vagy minőségi megváltozását. Ezzel szemben a föld vonzóerő-értéke nem változik.

de különböző élettani beállítottság idején. Így hát aligha különböztethetünk meg merev válaszfalak felállításával fényt kedvelő és kevésbé kedvelő *Chlamydomonas* formákat. A jégalatti plankton felszínregyülekezése a lápok esetében sem lehet más, mint vízvirágzásszerű tünemény, amely pedig, mint már láttuk, meghatározott időjárási helyzetekben, legfőképpen az u. n. praefrontális tényezők révén hívódik életre.

Az előbbieken leírt átmeneti kryophil-sajátság tehát az eurythermiának legzélsőségesebb formája, amely éppen azért nagyon alkalmas ama tényezőcsoport tanulmányozására és értékelésére, amelyek ezeket a szervezeteket a kryophil életforma felvételére készítették. Erre a választ a meteorobiológiai elemzés adja meg.

A fakultatív hidegkedvelés meteorobiológiai vizsgálata

Az előbbieken ismertetett fakultatív kryovirulencia-jelenségek meteorobiológiai vizsgálatánál két határozott problémára keresünk feleletet.

1. Milyen tenyészeti formából fejlődtek ki a fakultatív hó- és jégvirágzások.
2. Mely külső tényezők okozták a virulenciák létrejöttét.

Az első kérdésre már a sestonprodukciónak leírásánál válaszoltunk: a kryovirulenciák egy a jégpáncél alatti vízvirágzásból fejlődhetnek ki. Ezzel szembe lehetne állítani azt az ellenvetést, hogy a színes jég a sestonszíneződésű víz megfagyásával is létrejöhet. Nem szükséges tehát felrajzás, a szervezetek egyszerűen bezáródnak a kialakuló jég rétegbe. Továbbá: a jégbe így régebben bezáródott szervezetek egyes góccokon erőteljes virulenciába csapnak, nagyon felszaporodnak és a havat vagy jeget színezik.

Nincs kizárva, hogy a színeződés bizonyos esetekben így jöjjön létre. A felsorolt kryovirulenciák azonban csakis hirtelenül végbemenő jégpáncél alatti sestonrajzással kezdődhetnek. Bizonyítja ezt a színezett foltok vagy csíkok kidomborodása, vagy felpárnásodása. Ezt csakis a víz felől jövő hóhatás idézhette elő. A rajzás a csíkok vagy foltok vetületében játszódott le. A sestonmozgás eme lefolyását a kisszéki vízvirágzás létrejötténél jól meg lehetett figyelni. A felfelé törő sestonrajok igen nagymennyiségű hőt közölhettek a jéggel, mire az — mint a terjeszkedő fagyökér nyomására a hajló aszfaltlap — kidomborodott. A jégpáncélon keresztül történő átvándorlás viszonylag igen nagy energialeadást igényel, s ezzel hozható összefüggésbe az a megfigyelésem, hogy a jégből kikerülő szervezetek rendszeren kisebb méretűek és sejtszerkezetük is bizonyos mértékben elváltozott.

A második kérdésre a válasz tehát kézenfekvő: a kryovirulenciákat a vízvirágzásoknál már megismert külső feltételek fejlesztik ki. A szervezetek felszaporodásához szükségesek tehát a vízvirágzásnál már jelzett táptalajbéli és közösségi életből származó feltételek. A színes *Flagellatumok* és a *Chlamydomonasok* tenyésztésére a csatorna vize szervesanyag tartalmánál fogva szinte mindig

alkalmas. A táptalajviszonyokban beállott eltulódásokat igen jól szemlélteti a kryovirulenciák szervezeteinek különbözősége.

Az időjárás hatások pontos kielemezése végett a vízvirágzásnál bevezetett módszerrel grafikont szerkesztettem (l. 2. sz. grafikon), amelyben január 3-ától március 5-éig terjedő időszak figyelembeveendő meteorológiai tényezőit a biológiai jelenségekkel állítottam párhuzamba. A fontosabb meteorológiai tényezők (felhőzet, köd, csapadék, szélviszonyok, légnyomás, hőmérséklet, relatív páratartalom) értékeit a pápai megfigyelések napi nyolc, vagy annál több alkalommal végzett feljegyzései alapján ábrázolom. A feljegyzésekért *Hille Alfréd* meteorológiai intézeti főosztályvezetőnek mondok hálás köszönetet. Az időjárás frontok utólagos kielemezésére ugyancsak *Ozorai Zoltán* meteorológiai intézeti kutatót kértem fel, aki azt nagy körültekintéssel el is végezte. Sok fáradozásáért hálás köszönetet mondok. A grafikonban a frontok fajtái között különbséget tettem, s a felsiklási frontoknál a praefrontális időszakot külön is jelöltem. A biológiai jelenségek szemléletes bemutatása céljából a víz-, jég- és hórétegeket térbelileg ábrázoltam. A praefrontális felrajzást, valamint a kryovirulenciát, illetve az alkotó szervezeteket minden esetben megjelöltem.

Ez a grafikonszintézis ugyancsak azt tanúsítja, hogy a biosestonrajzás és ennek további fejlődési formája : a fakultatív jég- és hóvirágzás szintén ciklonális időszakokhoz kapcsolódó jelenség. A sestonrajzások az *Euglena*- és *Chlamydomonas*-virulenciák eseteiben a felsikló frontok átvonulását mindig megelőzték. Ha a három kryovirulenciális csoport megjelenési idejét az *Ozorai*-féle frontelemzéssel összehasonlítjuk, meggyőző erővel tárul elénk a praefrontális tényezők ingerphysiológiai hatása, amely a nyugalomban lévő, alighanem az alzatban felhalmozódott biosestont felrajzásra, majd ideiglenes kryophil életmód felvételére készítette. Vegyük ezeket röviden sorra.

1. *Január 9-i Euglena-jégvirágzás.* E kryovirulencia kialakulása két, valószínűleg egymásbakapcsolódó praefrontális időszak meteotrop tényezői hatására jöhetett létre. Mindkét felsikló front gyenge fejlettségű lehetett. Az egyik 8-án kb. 15 h körül, a másik pedig 10-én d. u. ugyancsak 15—16 h tájban vonulhatott át Pápa felett. 8-án gyenge havazás is volt. E két felsikló front előtt két közepesen fejlett betörési front is jelentkezett (január 6-án 14 h, illetve 6-án 8 h körül). A praefrontális tényezők hatására a sestonrajzás már 6-án megkezdődhetett, s 9-én a jég színeződéséhez vezetett. Ezt jelentős mértékben elősegíthette a 10-én átvonuló melegfront praefrontális komplexuma is. Ez utóbbi felsikló frontot hamarosan (17 h) egy erősen fejlett betörési front követte, amelynek nyomában az éjszakai óráktól hajnalig esett az eső. Részben ennek is tudható be a virulencia degradálódása.

A jan. 12-én átvonuló erősen fejlett betörési front nyomában a nap második felében eső, majd havazás következett. 14-én éjszaka ismét egy közepes felsikló front, amely csendes esőt eredményezett. 15-én egy okklúzió jelentkezett. Háromnapos frontszünet után február 4-éig a frontok egész sora következett.

zett. Különösen jellegzetes, hogy a kimutatható hat felsikló front kettes csoportokat alkot, amelyekben belül a 2 front között 24—36 óratávolság van. E sok frontátvonulás ellenére a virulencia január közepe táján teljesen eltűnt. Mindez arra mutat, hogy a virulenciát a praefrontális tényezők inkább csak kiváltják, hosszú ideig azonban nem tarthatják fenn, mert az egyéb külső tényezők hatására folyton veszít erejéből, »előregedik«.

2. *Február 9-i hó- és jégvirágzás.* Ez esetben is két felsikló front praefrontális hatásával számolhatunk. Mindkettő közepesen fejlett lehetett. Az egyik febr. 8-án 11 h-kor, a másik 10-én 16 h tájban vonulhatott át. Az előbbi rövid gyenge havazást is eredményezett. E frontcsoport biotrop hatását 7-étől számíthatjuk. Február 11-én reggel egy erős betörési front következett, teljes napos havazással, amely a kivirult jégfelületet betakarta. Ezután február 23-áig bezárólag csak hidegfrontok vonultak át Pápa fölött, több-kevesebb havazással, s vastag hóréteget vontak a jégtakaró fölé.

3. *Február 28-i Chlamydomonas-hóvirágzás.* A praefrontális hatások szerepét illetően ez a virulenciacsoport döntő jelentőségűnek látszik. Egynapos időközzel 2 felsikló front vonult át: 27-én 11 h körül egy gyenge, majd 28-án 17 h-kor egy közepes erősségű. E frontpár nagyon hasonlít a kisszéki vízvirágzást életre hívó kettős felsikló frontátvonuláshoz. Mindkét esetben az elől jövő front gyenge, az ezt követő pedig közepes fejlettségű. A kisszéki vízvirágzást és ez utóbbi *Chlamydomonas*-hóvirágzást kiváltó frontpárok annyira típusosak, hogy ezek alapján a virulenciák létrejöttét a praefrontális tényezőkre jogosan visszavezethetjük.

A február 27-én és 28-án átvonuló felsikló frontokon kívül a hónap második harmadában felsikló front nem is szerepel. Február 11-től március 5-ig, vagyis 24 nap alatt, csak ez a két felsikló front található a grafikonban. A február 24-én kezdődő erős légnyomássüllyedés ciklonális időszak kezdetét jelzi; 25-től már a légáramlás is határozottan délies jellegű. Ez időponttól kezdve a praefrontális hatások már jelentkezhettek, s a sestonrajzás kezdetét is innen számíthatjuk.

A *Diatomacea*-rajzás március elsején való megindulása a *Chlamydomonas* felfelé vándorlásához viszonyítottan nagyon megkésett. Ez annál is inkább figyelmet érdemlő körülmény, mivel az előbbieken leírt megfigyelések szerint részükre a jég talán a legkevésbé jelentett akadályt. Ezzel szemben viszont jóval lassúbb mozgásúak.

Március 2-án a *Chlamydomonas*-virulencia neustonizálódása a grafikon tényezői közül a relatív páratartalom viszonylag alacsony voltával magyarázható. A szervezetek részéről jelentősen hozzájárult a *Gloeocystis* formák által termelt tetemes mennyiségű nyálkaanyag is, amely a viszonylag szárazzá vált levegőben koagulációs folyamatok révén a szervezeteket többé-kevésbé összefüggő hárttyába zárta.

Az időjárási hatások értékelésével kapcsolatban végül felmerülhet még a hőmérséklet szerepe is. A grafikon áttekintéséből ugyanis kétségtelenül meg-

állapítható, hogy mindhárom virulenciajelenséget közvetlenül a hőmérséklet kisebb-nagyobb viszonylagos emelkedése előzte meg. Így jan. 6-án közvetlen a fagypont alatt levő csúcsérték 7-én $+1.5\text{ C}^\circ$ -ra, majd 8-án 4.5 fokra emelkedett. Hasonlóképpen a február 8-i 1 C° -os maximum 9-ére 4 fokra emelkedett. Legfeltűnőbb azonban a 3. virulencia-csoportot megelőző hőmérsékleti ugrás. Február 26-án a hőmérsékleti csúcsérték -3.2 C° , amely érték a következő napon fél fokkal a fagypont fölé ugrik, majd 28-án 6, 29-én pedig 9.2 C° -ra szökik fel. Ezek a hőmérsékleti ugrások a téli időszak felsikló légtömegeinek jellegzetes kísérői, s viszonylag csekély értékükkel a még víztérben levő szervezeteket semmi körülmények között sem befolyásolhatták.

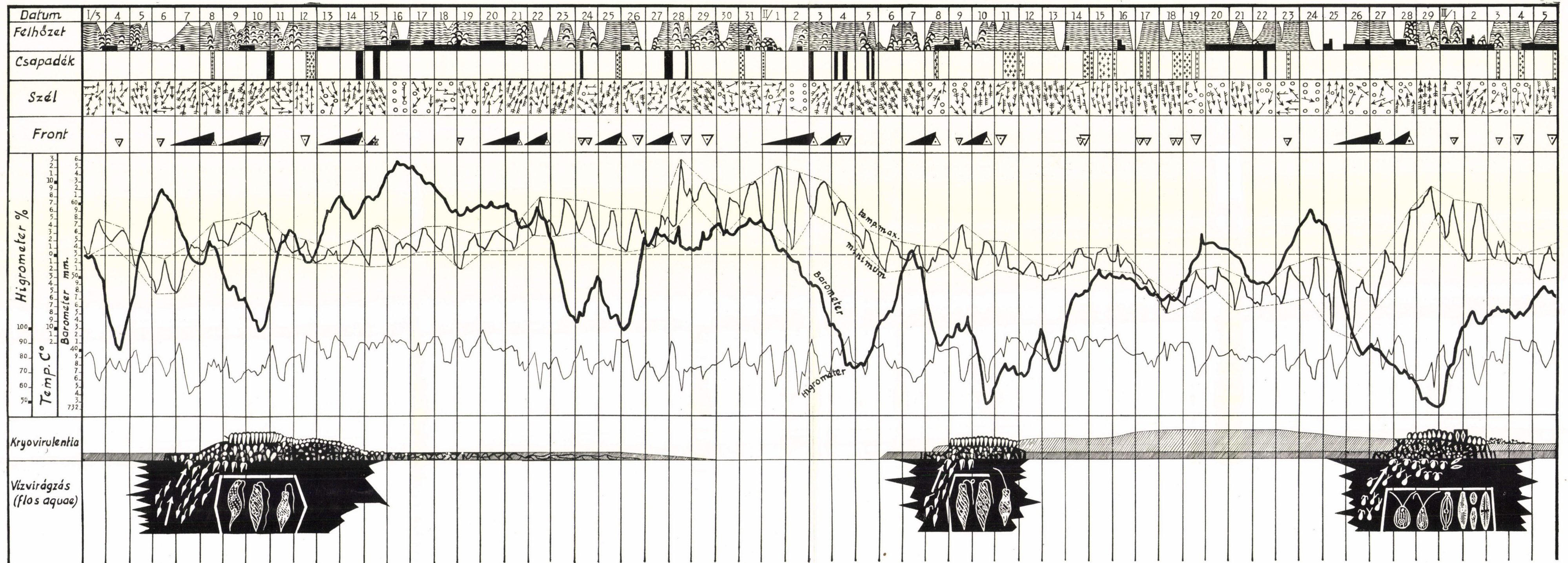
A fakultatív kryovirulenciáknak a frontológiaiailag jellemzett időjárási helyzetekkel való összehasonlítása tehát arra enged következtetni, hogy ezek kialakulása is elsősorban a praefrontális tényezőkkel függ össze. Ez a megállapítás viszont a magas hegyvidéki és arktikus területeken otthonos valódi (obligát) kryovirulenciák hasonló szempontból való elemzésére készítet. A rendelkezésünkre álló néhány adat alapján röviden ezzel is foglalkozunk.

A valódi (obligát) kryovirulenciák vizsgálata

Legcélszerűbb a valódi kryovirulenciák legjellegzetesebb alkotója, a *Chlamydomonas nivalis* vizsgálatából kiindulnunk. A kérdés önként adódik: ha a planktonalkotó *Chlamydomonas*ok oly nagy mértékben érzékenyek az időjárás praefrontális jellegű megváltozásaira, miért lenne kivétel a *Chlamydomonas*-típusból a *Chl. nivalis*. Hiszen végeredményben ez is »vízben« él, csak rendkívül szegényes viszonyok között.

A kryophil parányövények között eddig a *Chlamydomonas nivalis* a legjobban tanulmányozott species. Ismeretes, hogy életműködéséhez a $0-4\text{ C}^\circ$ közötti hőmérsékletet igényli, s nagymérvű haematochromképzése miatt az egész sejt többnyire pirosas színű. Ez utóbbi sajátosságait Pascher a táptalaj N-hiányával magyarázza. Ezzel a magyarázattal azonban nem egyeztethető össze sem az *Euglena sanguinea* (és *E. haematodes*), sem pedig a *Haematococcus pluvialis* haematochrom-színeződése. Az *E. sanguinea* az alpesi hólétócsákban is előfordulhat, de leggyakrabban a szennyezettebb síkvidéki vizek vízvirágzás-alkotója. A *Haematococcus pluvialis*-sejtben pedig a haematochrom viszonylag későn fejlődik ki. A friss esővízben néhány nap múlva megjelennek a zöld egyedek, olykor sárgászöld neustonhártyát is alkotnak. A pirososodás csak napok múlva indul meg; egy belső göcből kiindulva halad a protoplastos felülete felé. E folyamat erős napfényben meggyorsul. A fénynek valamilyen hatása itt kétségtelenül van.

A piros hősíneződést okozó *Chlamydomonas*ok ma már elég nagy számban ismeretesek, de alak- és élettanuk még kevésbé tisztázott. A megfigyelések szaporodásával a piros színű *Chlamydomonas* species egysége hovatovább kétsé-



2. grafikon. A kryovirulentiák meteorobiológiai elemzése.

gessé vált. Piros színű *Chlamydomonas*, ha nem is virulenciát alkotva, a síkvidékek havában is előfordulhat. Így *Hochholzer* Bécs környékéről említi. *Istvánffi Gyula* pedig, mint láttuk, a Balaton felületéről gyűjtött hópróba levében is kimutatta. Az egyik tenyészcsoportjában még a zöldszínű egyedek voltak túlsúlyban. Ebből vált először nyilvánvalóvá, hogy több *Chlamydomonas* species is képes bizonyos körülmények között haematochrom képzésére.

Kol Erzsébet a piros színű *Chlamydomonas*-okat két gyűjtőfaj, a *Chlamydomonas nivalis* és a *Chl. sanguinea* köré csoportosítja. Az előbbi vörös, az utóbbi sötétebb hősíneződést okoz.

Ha figyelembe vesszük a *Chlamydomonas*ok és *Euglenák* fakultatív kryobiontismusát, úgy a magas hegyvidéki valódi kryobionta tömegtermelésük közelebb kerülnek a síkvidéki eurytherm planktonvirulenciákhoz.

A hidegvilág élő szervezetei nagymértékben hidegtűrők, de nem állítjuk, hogy minden kryoszervezet feltétlenül igényli is, illetve azonos mértékben igényli a hideget. Egész bizonyos, hogy nem minden piros színű *Chlamydomonas* egyformán hidegigénylő. Az e tekintetben megállapított felső hőpontok csak viszonylagosak lehetnek. A növényi mikroszervezetek közül különösen a *Cyanophyceák* a szélső hőpontok közötti nagy távolságról nevezetesek. Így pl. az *Oscillatoria Okeni* és az *O. angustissima* 10—30—72 C°-os vízben képesek tenyészni. Igen sok olyan *Cyanophyceae* faj van, amely ugyanilyen, illetve még nagyobb tágasságban az alacsonyabb hőfokot szereti. Az már mindinkább látszik, hogy a hőfok igénylése korántsem elsőrendű szerepű a mikroszervezetek életében. A táplálék sokkal nagyobb jelentőségű lehet.

E szervezetelek alkatára nem is annyira a hideghez, mint inkább a csekély tápanyagmennyiséghez és az eltérő fényviszonyokhoz való alkalmazkodás nyomja rá bélyegét. *Pascher* pl. Svájcban egy kicsiny, nagyon halvány és határozatlan jellegű kékalgát figyelt meg, amelynek barnás sejtjei vagy egyedül állottak, vagy 2—4-es csoportokat képeztek. A jellegek elmosódása egy odavetődött eurythermás faj erősen elváltozott egyedeire enged következtetni.

De hasonló reagálási módot vehetünk észre a fakultatív kryobionta *Chlamydomonas Steinii* (?) és a *Chl. nivalis* között a szaporodás tekintetében is. A *Chlamydomonas nivalis*-nál — úgylátszik — a környezeti tényezők az ivaros szaporodást teljesen háttérbe szorították, mert gamétaképzése mindmáig nem ismeretes. Valóban kifejlett gamétákat és copulatiót a fakultatív kryobionta *Chlamydomonas*-nál sem észleltünk, pedig a *Chlamydomonas*-vízvirágzások létrejötte után, második életfázisként, minden esetben a nagymérvű gamétaképzést illetve ivaros szaporodást tapasztaltam.

A hó egyes mikroszervezetei, hasonlóan a talaj algáihoz, bizonyos mozgásra is képesek. Másként nem tudnók megmagyarázni, hogy a friss hóréteg a felületen ismét kivirágzik. De a felületi olvadással keletkezett hólé is nagyszámú szervezetet visz a mélyebb rétegekbe, ahol azok akkumulációs réteget alkotnak. Néha a szervezetelek egymeműen színezik a rétegeket. Így pl. Grönland partján

a »Karmin szirteken« kb. harminc cm-es vastagságban sötétvörös a hó a *Chlamydomonas nivalis* sestonjától. Néha a hó teljesen át van itatva kryosestonnal anélkül, hogy a felszínen bármi színeződés látszódná. Ezt a »kryptovegetációs« jelenséget már Darwin is megfigyelte az Andokon átkelőben, s a következőképpen jellemzi: »Az öszvérek lábnyoma halványvörösen színeződött, s ez olyan volt, mintha az állatok patája kissé véres lett volna, mert a hó csak ott vörösödött meg, ahol éppen lenyomták vagy ahol nagyon hirtelen megolvadt.«

Végül vizsgáljuk a kérdést az időjárás szempontjából. Itt elsősorban Kol Erzsébet a hóvirágzás több szempontból úttörő kutatója közléseire támaszkodhatunk. Egyik adata szerint 1933 nyarán a Jungfrau hágón néhány napig tartó szép napos idő volt, amely alatt a *Chlamydomonas nivalis* virulenciája az olvadó hófelületen foltosan kialakult. Egy másik helyen a következőket mondja: »Ahhoz, hogy ezeken a havas életszínhelyeken e növényi szervezetek olyan mérhetetlen egyedszámban jelenjenek meg, hogy felületüket színessé tegyék, több olyan tényezőnek kell egyidőben közrejátszania, amelyek elszaporodásukat lényegesen elősegítik. Mindenekelőtt feltétlenül szükséges néhány napi száraz idő, hogy a hó felületét se eső, se friss hó ne érje. Hóvirágzás rendszeren már megüledett, kissé átjegesedett hófelületeken található.«

E két adat szempontunkból a néhány napig tartó szép napos, illetve száraz idő hangoztatása miatt fontos. A tartósan derült és száraz időjárás ugyanis hegyvidéken rendszerint a főhnszerű légmozgás valamilyen formáját jelenti. Kimondottan száraz levegővel csak a főhnszerű leszálló, tehát felmelegedő légtömegek bírnak. A főhn légtömege azonban nemcsak a közvetlenül érzékelhető időjárási tényezőivel (napfény, meleg) hat a szervezetre, hanem — mint láttuk — magában hordozza azt a fizikai tényezőcsoportot is, amely az élőszervezetekben az u. n. praefrontális jellegű biológiai jelenségeket kiváltja. A praefrontális hatások pedig az előbb ismertetett mikroszervezetek tömegvirulenciáit is előidézik.

Hogy a szintén időszakos jellegű hóvirágzás kialakulása a vízvirágzást létrehozó időjárási tényezőkre vezethető vissza, igen világosan kitűnik ugyan csak Kol Erzsébet kiváló leírásából. Ezt írja: »... egy és ugyanazon hómezőn egyidőben többféle színeződés is felléphet, így pl. piros- és feketeszínű havat, vagy zöld- és fekete színűt rendszeren egyidőben látunk a Magas-Tátra hómezőin.« Bármi is idézze elő a fekete havat, ez a leírás azt mutatja, hogy a hóvirágzások is ugyan úgy *halmozódní* szoktak, mint a vízvirágzásoknál tapasztalható. Ez a halmozódás pedig arra mutat, hogy a táplálékban roppant szegény környezetben is megjelennek olyan — nyilván időjárási — hatások, amelyek a szervezeteket egyazon időben tömegvirulencia létesítésére serkentik. Különbén is nehezen képzelhető el, hogy az időérzékenységeről annyira nevezetes *Chlamydomonas*-típusból csupán a *Chlamydomonas nivalis* válnék ki mint kevésbé reagáló szervezet. Mivel pedig a hófelületen nagyon kevés a tápanyag, ezért a hirtelen virulenciábaszökkenés még sokkal kevésbé magyarázható a táptalajtényezők-

kel, mint a vízvírágzás esetében. Mivel a táptalaj esetleges zavaró hatása még kevésbé jelentkezik, a hóvírágzás elemzésével a hatótényezők talán még könnyebben is felderíthetők.

Az elmondottak alapján tehát valószínűnek tarthatjuk, hogy a vízvírágzás és a hóvírágzás (valamint a talajvírágzás) között nemcsak kialakulásbeli és egyéb felszínes hasonlóságok vannak, hanem ezek nagyon is közeli rokonjelenségek, életfolyásuk az időjárás praefrontális jellegű hatásaihoz igazodó, csak életközegük különbözősége folytán különböző formában és eltérő fejlettségi fokban jelennek meg.

III.

A időjárási hatótényező vizsgálata

Arra a kérdésre, hogy a meteotrop jelenségeket kiváltó időjárási tényezők között melyek az elsődlegesek, s hogy ezek milyen összefüggésben hatnak az élő szervezetekre, a meteorobiológia határozott választ adni még nem tud. E kérdés ugyanis nemcsak orvosi illetve biológiai, hanem meteorológiai és fizikai probléma is, így tisztázása a legszorosabban összefügg a meteorológia és fizika fejlődésével. E probléma történeti fejlődése azt mutatja, hogy a fizika és meteorológia területén elért újabb eredmények a vizsgálatokat fellendítették, vagy azok irányát alapvetően megváltoztatták.

Az előbbieken kielemezett víz- és hóvírágzások azt mutatják, hogy az időjárási hatótényező egynéhány parányszervezetre is nagy befolyást gyakorol, hiszen azokat olykor megszokott környezetükből való kilépésre, s más életformába való átcsapásra készíti. A meteorológia és meteorobiológia eredményeinek felhasználásával ebben az esetben is sikerült a hatótényező keresése felé az első lépést megtennünk. Eme elsődleges behatárolás szerint a virulencia-beli jelenségek valamiképpen az időjárás praefrontális jellegű hatásaival függenek össze. Mivel a továbbiakban is a meteorológia és a meteorobiológia legújabb eredményeire kell támaszkodnunk, mindenekelőtt a hatótényezőre vonatkozó ismeretek mai állását, illetve azok történeti kialakulását kell áttekintenünk.

A kutatások kezdeti szakaszában az időjárás mérhető és megfigyelhető elemeit izoláltan vizsgálták, s különösen nagy jelentőséget tulajdonítottak a légnyomásnak. Hamarosan kitűnt azonban, hogy a meteotrop jelenségek és a barométer állása közt nem lehet ok-okozati kapcsolat, hiszen a légnyomás-ingadozások viszonylag kicsinyek, s az időérzékenység tünetei sok esetben már a légnyomáscsökkenés előtt jelentkeznek. De egyéb jól mérhető tényezők sem jöhettek önállóan tekintetbe. Így pl. a főhannel kapcsolatos neuralgiás panaszokat nem lehetett magyarázni a derült, verőfényes időjárással, illetve a leszálló légtömeg tényleges hőnyereségével.

Az újabb vizsgálódások irányát a különböző légtestek, s azok határfelületeinek, az u. n. frontfelületeknek a megismerése jelölte ki. Két légtest határ-

felületén minden meteorológiai tényező értéke hirtelen változik. E változások élettani hatását fronthatásnak nevezzük. A fronthatást komplex-hatásnak foghatjuk fel, amelyben a tényezők egyidőben és együttesen hatnak az időérzőre. Az időjárás komplexumban azonban a hatás szempontjából lényeges különbségek lehetnek az egyes tényezők között. Inkább azt lehet mondani, hogy bizonyos tényezők a többiek jelenlététől függően hatnak, amint ez a kölcsönös hatás és függés viszonyából következik. Még a frontok távolbahatásának kérdése sincsen eldöntve. *Dalmady* hangsúlyozza, hogy az időérzést a már helyben lévő légtömegek váltják ki. E felfogást az erősebb frontokat többnyire megelőző gyenge frontok hatásával lehetne alátámasztani. Ezzel szemben *De Rudder* a frontok távolbahatását tételezi fel.

A különböző légtömegek biológiai hatását illetően idők folyamán főként két tényezőre, a levegő elektromos állapotára és vegyi tulajdonságainak megváltozására terelődött a figyelem. Mindkét tényező a főhn-hatás tanulmányozása során került előtérbe.

A főhn beköszöntése idején nagyon jellegzetes a levegő elektromos tulajdonságainak hirtelen megváltozása. A főhn levegőjében a pozitív ionok száma erősen megnövekedik, a levegő elektromos vezetőképessége nagy, s a szigetelt testek is villamostöltést nyernek. Klinikai megfigyelések szerint a főhntünetek mindíg a levegő elektromos tulajdonságváltozásaival párhuzamosan jelentkeznek. *Wigand* szerint a főhnpanaszok, általában az időérzés tünetei, a fülledtség érzése, valamint az állatok időjósító képessége, mind a lélegelektromosság változására vezethetők vissza.

A főhn idején bekövetkező elektromos változásokat a frontokra is vonatkoztatni lehet. *Kérdő István* megemlíti *Schou* hézagpótlónak látszó vizsgálatait, amely szerint a levegő negatív villamos vezetőképességének a frontokon megfigyelhető zavarai leszálló légtömegekkel kapcsolatosak, mivel azok a magasból pozitív ionokat hoznak magukkal.

Időváltozás előtt a légkörben valóban beállhatnak olyan változások, amelyek csakis a lélegelektromosság hatásának tulajdoníthatók. Mindennapos tapasztalat, hogy a füst, por, a levegő finom szennyeződései időváltozás előtt gyorsan eltűnnek, ami az apró részecskék koagulációjára vezethető vissza. Ilyenkor a levegő elektromos állapota nem alkalmas a diszperz szennyeződések lebegtetésére, azok töltését kisüti, s a levegő feltisztul. Mivel a praefrontális tünetek ilyenkor jelentkeznek, *Wigand* általánosítása alighanem helyes nyomokon halad.

Az elektromos hatást sokféle formában próbálják magyarázni. Valószínűleg az ionizáció megváltozásai okozzák a jellegzetes tüneteket. A levegő-ionelmélet szerint a pozitív és negatív ionok a légkörben kb. egyensúlyban vannak. A lefelé áramló pozitív, illetve felfelé mozgó negatív ionok a levegő gőzrétegében összetorlódva egy határreteget alkotnak, amely felett a pozitív, alatta pedig

a negatív ionok halmozódnak fel. E keitős töltésréteg lenne a keresett »biotrop faktor«.

A kutatók egyrésze a lélegektromosságnak túlzott jelentőséget tulajdonított. A lélegektromosság »kényelmesen kezelhető« időjárási tényezőnek látszik, amelyet kevésbé ismerünk, s talán ezért vagyunk hajlandók sok esetben kevésbé ismert jelenségeket ezzel magyarázni. Ennek részben az is az oka, hogy e tényező hatása még a teljesen zárt helyiségek légkörében is érvényesül.

Az elektromos erők azonban roppant csekélyek, miért is többen lekicsinylik, vagy tagadják a lélegektromosság szerepét, s inkább a légkör kémiai megváltozásában keresik az időérzést kiváltó tényezőt. *Kestner* elmélete a főhhatást a leszálló légtömegek kémiai különbözőségével magyarázza. A főhn levegőjében a nitrogén különböző oxidjait (N_2O , NO) sikerült kimutatnia, amelyek a magasban az ultraviola sugarak hatására keletkeznek. Ezek a kémiai allergenek a belélekezett levegő útján hatnának. Már *Dalmady* feltételezte, hogy ezek a gázok a zivatarfront előtti leszálló légáramlásban is jelen lehetnek. *Curry* felfogása az ózonnak tulajdonít szerepet.

Israel hangsúlyozza a lélegektromos hatások lehetőségét. A radioaktív és kozmikus sugarak nyomában fellépő ionizáció ezt igen gyakran ki is válthatják. De sugárzással magyarázható a kémiai allergenek megjelenése is.

A mikroszervezetek viselkedését végeredményben sugárhatásokkal magyarázhatjuk. Mivel pedig a sestionrajzás közvetlen napfény nélkül (jég, hó alatt) is végbemehet, csakis a rövidhullámú és nagy áthatoló képességű sugarakra gondolhatunk. E sugárhatás már nem szorítható bele a klasszikus phototacticus inger fogalmába, s a bekövetkező felfelé való mozgás már korántsem a CO_2 -asszimilációval állhat összefüggésben. A sugárzás szerepét illetően támpontot nyújt az a megállapítás is, hogy a légnyomás csökkenésével a rövidhullámú sugárzás intenzitása a földfelületen bizonyos mértékben növekedik. A *De Rudder*-féle biotrop faktor, amely távoli front esetében is hat (a front távolhatása), illetve nem tartozik okvetlenül fronthoz vagy lesikló felülethez, csakis sugárzással magyarázható.

A következőkben még az inger minőségét kell megvizsgálnunk. Mindenekelőtt egy régóta feszülő ellentétet kell feloldanunk. A fronthatás, a biotrop faktor, a meteorobiológia eddigi értelmezése szerint csupán az idegrendszerrel bíró lényekre volt alkalmazható. Több kutató szerint az ember esetében a biotrop faktor a vegetatív idegrendszerre hat.

Az időérzékeny mikroszervezeteknek: *Euglenáknak*, *Chlamydomonasok*-nak stb., azonban semmiféle külön ingerfelfogó vagy vezetőorgánumuk nincs. Így tehát a plasma ősi ingerfelfogó képességével állunk szemben. A sugárzásbeli vagy ionizációs változásokra a plasma megfelelően módosul, vagyis a külső fizikai hatások a plasmában anyagi természetű elváltozásokat eredményeznek. Ezek az elváltozások a pillanatnyi élettani állapot szerint különbözők lehetnek, s ennek megfelelően a szervezeteken tapasztalható jelenségek is különbözőnek.

A vízvirágzások jellemzésénél már láttuk, hogy az u. n. típusos neuston-szervezetek, nálunk az *Euglenák*, *Chlamydomonasok*, általában a *Volvocalesek* sokkal érzékenyebbek az időjárás változásaira, mint a *Chlorophyceák* planktonalkotó szervezetei (*Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* és egyéb *Protococcales*-ek). Az előbbieket által alkotott vízvirágzások éppen ezért jönnek hirtelen létre. E táplálkozásbeli és ingerphysiológiai különbségek a plasma minőségére, illetve annak reagálási mértékére és irányára mutatnak. A fejlődéstörténeti rendszerzésnek ezt is figyelembe kell vennie. Mivel a *Volvocales* szervezetei a plankton-*Protococcales* szervezeteitől ingertanilag nagyon különböznek, a *Volvocales*-típust aligha sorolhatjuk be a *Chlorophyceák* közé. Nagyfokú ingerlékenységük — az *Euglena*-félék érzékenységgel együtt — kevésbé »növényi jelleg«-nek tekinthető.

A biotrop-tényező nemcsak egyszerű tauticus mozgást kiváltó ingerhatás, hanem — mint említettük — a tenyésztési folyamatok nagymérvű emelkedését is előidézi. A *Chlamydomonas*-vízvirágzások e szempontból különös figyelmet érdemelnek. A sestonszíneződés kialakulása után ugyanis hamarosan a gamétaképzés megindulása figyelhető meg. Ez különösen meleg napfényes időben (leszálló légáramlás!) rohamosan növekedik, s a *Chlamydomonas*-vízvirágzás 1—2 nap múlva a rajzó, illetve copuláló gameták káprázatos színhelyévé válik. A felületi sestonban vegetatív egyed ilyenkor már szinte nem is található. Ebből pedig az következik, hogy a *Chlamydomonas* ivari folyamataira a vízvirágzás vegetációs formája, illetve a vízvirágzást kialakító tényezők igen kedvező, talán irányító befolyást is gyakorolnak. A planktonban szétszórt *Chlamydomonas* egyedeknél gamétaképzést egyetlen esetben sem észleltem, valószínűleg ritkán is fordul elő. Hasonló a helyzet az *Euglenáknál* is; a szétszórt planktonban ritka a lekerekedett, illetve oszló egyed, a felületre kerülve viszont minden egyed hamarosan gallertburkot választ ki és osztódik. A neustonállapot tehát a reproduktív folyamatok »termésképzés« időszeke.

Ez a reproduktív fázis az u. n. neustonvízvirágzásoknál szinte törvény-szerűen kialakul. Az irányító hatóanyagok láncrendszereik kapcsolódnak egymásba, amelyek a külső időjárási tényezők hatására aktiválódnak. Belső tényezők »önindításáról« itt aligha lehet szó. Valószínűnek tarthatjuk, hogy a kezdeti folyamatok megindításánál az időjárási biotrop faktor irányító szerepet játszik. A reproduktív folyamatok itt tehát »időérzékenység«-szerű jelenségek.

A víz- és hóvirágzás jelenségének tűnékeny jellege, illetve ugyanazon, helyen csak huzamosabb idő múltán való ismételt jelentkezése a folyamatok anyagi kormányozottságára vezethető vissza. Ez a magyarázata annak, hogy e tünetmények nem egyszerű automata »műszerek« vagyis az időjárás praefrontális jellegű hatásaira nem válaszolnak minden esetben feltűnő virulenciával.

A felvetett problémák, a behatároló lépések után, a meteorológia, a fizika, kémia és biológia művelőinek egyidejű, összehangolt elemző és szintetizáló munkáját követelik meg. Kétségtelen, hogy az e fajta megismerések manapság

még sok bizonytalanságot tartalmaznak, s emiatt talán a klasszikus felfogásokkal szemben háttérbe szorulnak. De az már most sem tagadható, hogy ez az út az élet átfogóbb, egységesebb megismerése felé vezet.

Összefoglalás

Az elmondottak a következőkben foglalhatók össze:

1. A növényi mikroszervezetek életében időnkint bekövetkező tömegproduktions jelenségek bizonyos időjárási hatásokra vezethetők vissza.

2. E mikroszervezetek között a legérzékenyebbek és a legnagyobb mérvű tömegproduktiót az u. n. neustonszervezetek hozták létre.

3. A neustonjelenség a szervezetek reprodukciós életszakaszát jelenti. A neustonhártya képződésének hármass feltétele van: a) kolloidális anyagok jelenléte, b) magasabb vegyértékű fémionok és azok megfelelő koncentrátsága, c) megfelelő időjárás.

4. A neustonszervezetek időszakos virulenciaemelkedése, illetve a felgyülemlett seston rajzása az időjárás praefrontális jellegű hatásaival függ össze. Ez a hatás nemcsak a mozgásban, hanem a vegetatív és reprodukív folyamatok nekilendülésében is megnyilvánul.

5. Az eurythermia legszélsőségesebb formája a fakultatív kryobiontizmus. Ez esetben az eurytherm szervezetek időlegesen, illetve az eurytherm speciestek néhány nemzedéken keresztül hideget jól tűrő, vagy egyenesen kryophil életmódba csapnak át.

6. Az itt szereplő fakultatív kryobionta szervezetek a planktonból eredtek. A plankton felrajzását, a jégbe és hóba való nyomulását, illetve a felületeken való gyors elszaporodást az elemzések szerint ugyancsak a praefrontális jellegű hatások serkentették.

7. A magashegyvidéki hóvirágzások u. n. obligát kryophil szervezetei valószínűleg nem egyforma mértékben igénylik a hideget. Sestonproduktiójuk gyors kialakulása ugyancsak a praefrontális jellegű hatásokkal állhat kapcsolatban.

8. Az időjárási hatótényező, az u. n. biotrop faktor, sugárzásokra bekövetkező ionizációs és elektromos hatásokban kereshető.

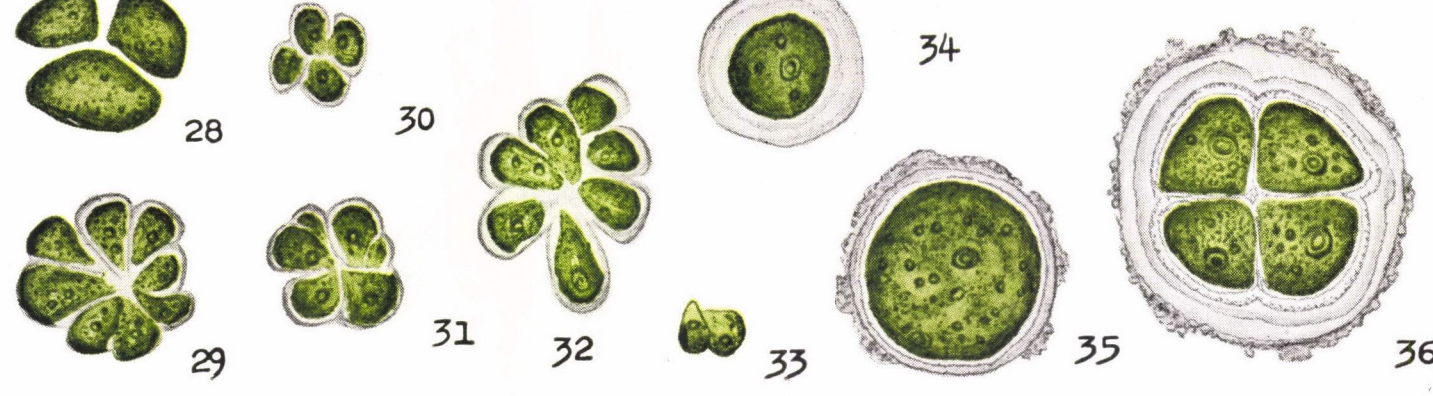
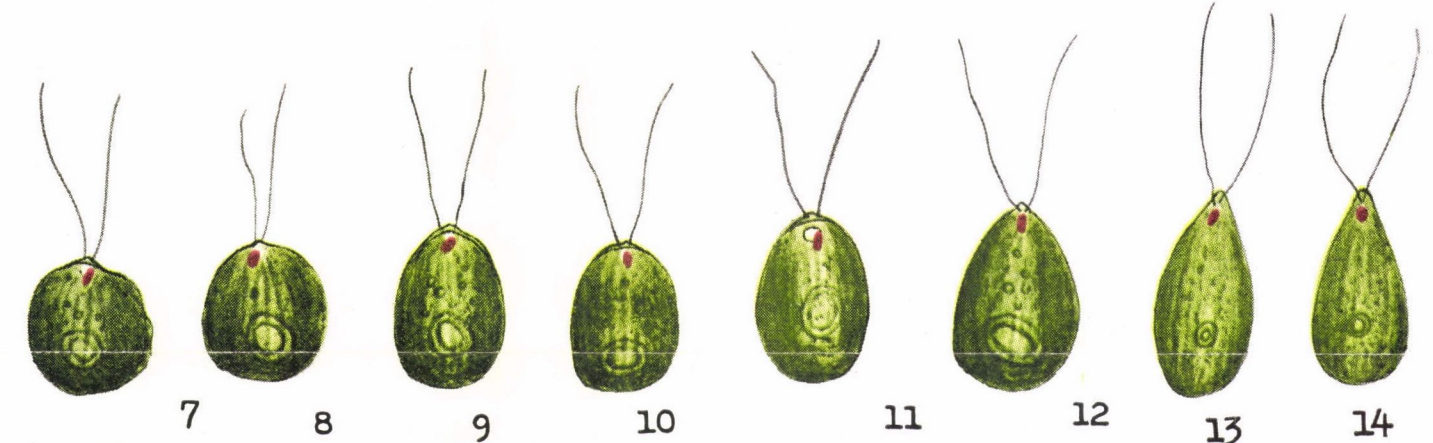
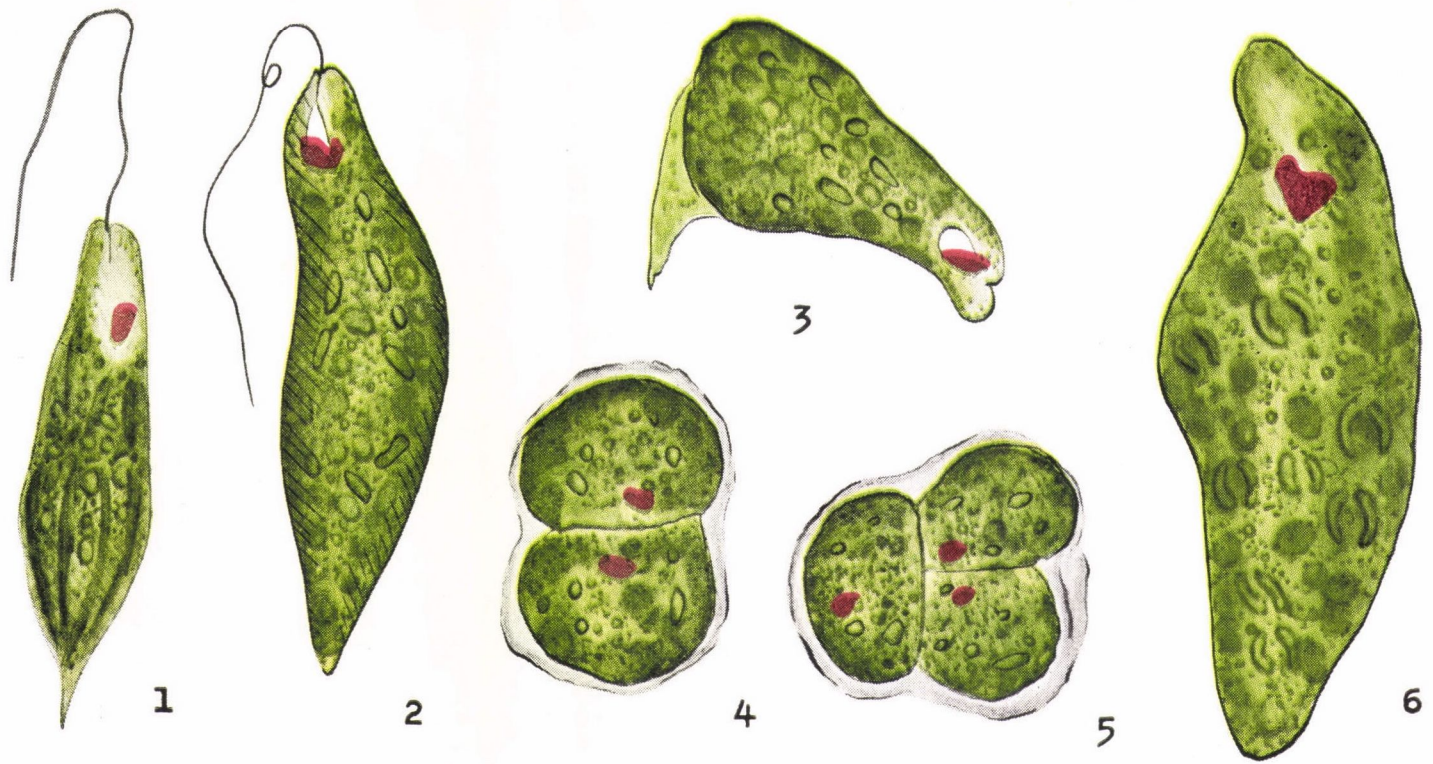
IRODALOM

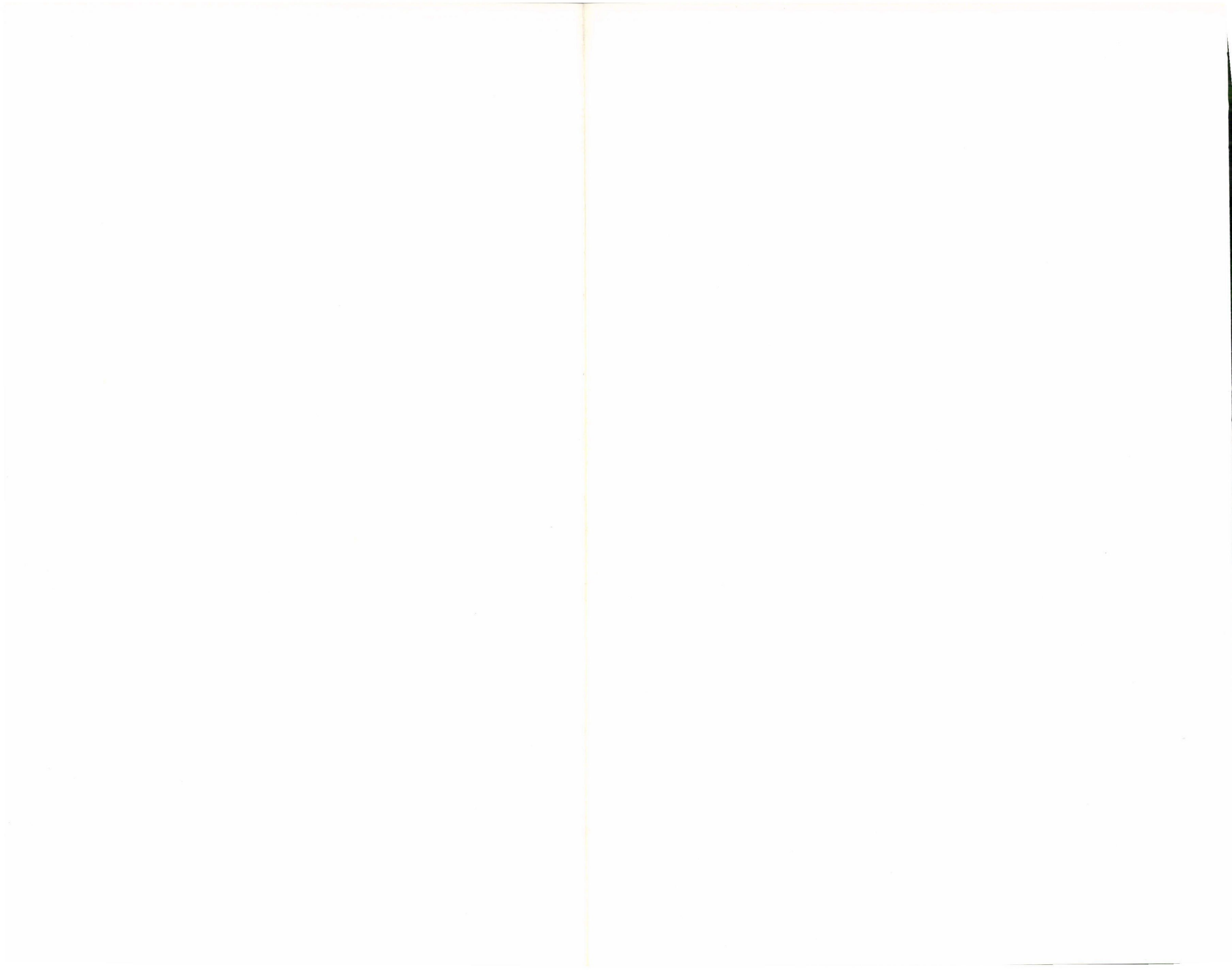
- Aujeszky, L.*: Lépések az időérzékenység rejtélyének megoldása felé. Az időjárás, XLI. 1937: 275—276.
- Az 1938. esztendő frontátvonulásai Budapesten. Az Időjárás, XLIII. 1939: 7—15.
- Frontnaptár. Orvosi Hetilap, 1939. IV. 15. sz.
- Frontátvonulási jegyzék közzététele Budapestről. Időjárás, 1947: 1—8.
- Bacsó, N.*: Magyarország időjárása 1939 március és április havában. Az Időjárás, XLIII. 1936: 56—61.
- Berényi, D.*: A meteorológia és az orvostudomány kapcsolatai. Debreceni Szemle, 1942.
- Bukó, M.*: Az időjárás hatása az emberi szervezet normális és kóros működésére és halálára. Időjárás, 53. 1949: 297—304., 355—359.

- Buzágh, A.: Kolloidik. Leipzig, 1936.
- Cholnoky, J.: A felhőmegfigyelések fontosságáról. Az Időjárás, XLV. 1941: 47—51.
- Dalmady, Z.: Az időváltozás megérzésének problémája. Orvosképzés, XIX. 1929: 325—352.
- Hochholzer, A.: Aerosol und Kryoplankton in wiener Schneefällen. Mikroskopie, Bd. 2. 1947: 235—244.
- Hustedt, F.: *Bacillariophyta (Diatomeae)*, Süßwasserflora, H. 10. Jena, 1930.
- Israel, H.: Zur biologischen Wirkungsmöglichkeit luftelektrischer Faktoren. Deutsche Med. Wochenschr., 75. 1950: 202—205.
- Istvánffi, Gy.: A Balaton moszatflórája. Bp. 1897.
- Kérdő, I.: Neuere Untersuchungen über die Wirkung der Frontdurchgänge auf den Eintritt des Todes. Wetter und Leben, 2. 1949: 16—23.
- Az orvosmeteorológiai vizsgálatok módszertani kérdései és új feladatai. Időjárás, 53. 1949: 232—237.
- Kiss, I.: Békés vármegye szikes vizeinek mikrovegetációja. I. Orosháza és környéke. Die Mikrovegetation der Natrongewässer des Comit. Békés. I. Orosháza und dessen Umgebung. Fol. Crypt. 4-us num. II. vol. 1938: 217—266.
- Bioklimatológiai megfigyelések az *Eudorina elegans* vízvirágzásában. Bioklimatologische Beobachtungen bei der Wasserblüte von *Eudorina elegans*. Acta Bot. I. 1942: 81—94.
- Kol, E.: Kryobiologische Studien am Jungfraujoch (3470 m) und in dessen Umgebung. Bot. Zentralbl. Bd. LIII. 1935: 34—47.
- Élet az örök havon és jégen. Term. Tud. Közl. Bpest 1937.
- Über der grünen Schnee der Karpaten. Verh. d. Intern. Verein. f. t. u. a. Limnologie. Bd. X. 1949: 235—242.
- A vácrátóti park zöldsínű jégéről. Borbásia IX. 1949: 116—117.
- Lehmann, E.: Algen I. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. III. Leipzig.
- *Eugleninae*. Süßwasserflora, H. 2. Flagellatae II. Jena 1913.
- Lenz, Fr.: Einführung in die Biologie der Süßwasserseen, Berlin 1928.
- Maucha, R.: Das Gleichgewicht des limnischen Lebensraumes. Arch. für Hydrobiol. Bd. XXXIX. 1942: 24—62.
- Maurer, G.: Wetter und Jahreszeit in der Chirurgie. 1938.
- Messikommer, E.: Eine Planktoninvasion im Pfäffikersee. Ism. Wetter u. Leben 1. H. 2. 1948: 64.
- Pascher, A.: *Volvocales*. Süßwasserflora. H. 4. Jena.
- Szabados, M.: *Euglena* vizsgálatok. *Euglena* Untersuchungen. Acta Biol. IV. 1. 1936: 49—59.
- Vízvirágzás Szeged környékén. Hidrológiai Közöny, XXX. 1950: 200—202.

TÁBLAMAGYARÁZAT

1. *Euglena viridis*. Ehrenb. 1200×
2. *Euglena proxima*. Dang. 1500×
3. *E. proxima* metabolisáló formája. 1500×
- 4—5. *E. proxima* oszlási formái. 1500×
6. *E. polymorpha*. Dang. 1500×
- 7—8. *Chlamydomonas Steinii* (?) formái a felületi kryosestonból. 1000×
- 9—12. *Chl. Steinii* (?) a jég alatti vízben tenyésző formái. 1000×
- 13—14. *Chl. Steinii* (?) forma magasabb hőmérsékletű vízből. 1000×
15. Gerezdesen oszló, felszakadt sejtfalú egyed. 1000×
- 16—21. Az anyasejt burkán belül történő oszlási módok. 1000×
- 22—23. Buroknélküli osztódás: a) 2 fióksejt oldalt összetapadt. 1000×
- 24—25. Buroknélküli osztódás: b) többszörös befűződés. 1000×
- 26—28. Összetömörült utódsejtek. 1000×
- 29—33. Kisméretű, radiálisan oszló formák (gamétaképzés?). 1000×
- 34—36. Gloeocystis-állapotban levő egyszeműk. 1000×





МЕТЕОРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ВЫЗЫВАЮЩИХ ЦВЕТЕНИЕ ВОДЫ И СНЕГА.

И. Киш.

Резюме

В настоящей работе я произвожу метеоробиологическое исследование микроорганизмов, вызывающих цветение воды и снега. До сих пор только в области медицины производились точные метеоробиологические анализы в связи с так называемым явлением «чувствительности к погоде». Более утонченный анализ жизненных процессов делает необходимым учитывать условия погоды, или же применения методов и результатов метеорологической биологии. Именно атмосфера является той «глубже всего», всесторонне действующей средой, каждое изменение которой в большинстве случаев оказывает первостепенное влияние на развитие всех других факторов и условий окружения. Живой организм мы можем понять только в связи с его окружением и поэтому делается необходимым исследовать более удаленную от него среду, атмосферу.

Так называемые тактические, вызванные различными раздражениями, движения организмов планктона и нэустона: фототаксисы, термотаксисы, хемотаксисы и т. д. представляют собою классические понятия, при помощи которых однако не удалось объяснить именно самые характерные рефлекторные движения внезапного цветения воды, образованные роением в сестоне. Это явление представляет собою «погодо-чувствительный» феномен, который, однако, находится в связи с сильным развитием вегетативных и репродуктивных процессов. Можно надеяться, что при учете определенных действий погоды, многие явления, возникновение которых сегодня объясняют еще «внутренними» факторами, получат более реальную окраску.

Во время моих исследований щелочных водоёмов комитата Бекеш, я часто наблюдал, что на каждом участке, в течение определенного времени, появляется более чем одно цветение воды, т. е. эти цветения «накапливаются». Из этого я сделал заключение, что в этом поразительном явлении жизни не только сказывается хемотаксис непосредственного окружения, питательной среды, но и общедействующий фактор погоды, который заставляет сообщества организмов стоячих вод, с различным хемотаксисом, создавать массовую продукцию. Это заключение я не мог согласовать с мнением литературы, по которому это массовое явление в сухих периодах времени, главным образом, возникает следствием избытка света и возрастающей концентрацией солей. Литература объясняет это восходящее роение организмов просто фототаксисом.

Цветение воды, вызванное посредством *Eudorina elegans* обратило мое внимание на те факторы погоды, действием которых вызывается цветение воды. Такое цветение воды я исследовал летом 1936-го года (19 июля-18 августа) в окрестности Пустафальдвар (см. И. Киш: Биоклиматические наблюдения при цветении воды, вызванное от *Eudorina elegans*. *Acta Botanica*, Сегед, 1942, стр. 81—94). Сравнивая изменения вирулентии этого цветения воды с фронтологически анализированным состоянием погоды, я пришел к тому заключению, что образование цветения воды находится в какой-нибудь зависимости от метеорологических фронтов. Это познание послужило мне основанием для моих дальнейших исследований. В течение последних 15 лет, я исследовал больше чем 200 случаев цветения воды и другие массовые вирулентии (цветение снега, цветение почвы), благодаря чему я значительно приблизился к разрешению этой проблемы. В дальнейшем я описываю два очень интересных вида вирулентий: *Euglena* — цветение воды и цветение снега, происходящее из цветения воды. I. Описание метеорологического анализа *Euglena* — цветения воды.

Такое цветение воды я наблюдал весной 1939-го года в группе биотопов в Кишсеке, в окрестности Орошгаза. Сведение о начале этого цветения, я получил при очень своеобразных обстоятельствах. Утром 3-го апреля 1939-го года поверхность воды над моими осевшими культурами замутилась. По направлению к поверхности воды зеленая муть сгущалась, что указывало на роение биосестона. Этот сестон я собирал несколькими днями раньше в одном биотопе в Кишсеке. Он состоял главным образом из *Euglena polymorpha*, но в их ассоциации находились также *Phacus tortus*, *Ph. pleuronectes*, *Ph. triquetra*, *Ph. orbicularis*, *Ph. caudatus*, *Lepocinclis ovum*, *Trachelomonas crebea*.

Сделанные мною раньше наблюдения, относительно «скопления» водяного цветения, и в данном случае нашли подтверждение, так как вода местонахождения, особенно вблизи берега, также начала зеленеть. Одновременно окрасилась и вода пруда в Киш-

сеге, которая вблизи берега была покрыта *Bolboschoenus maritimus* -ом. На поверхности выходящей из пруда канавы, (прибл. глубины в 1 м.), появилось зеленое пятно сестона. При помощи длинной стеклянной трубки, я взял из воды, на расстоянии каждых полметра, префильный образец, на основании которого я мог установить, что цветение воды образовалось восходящим роением накопившихся на дне организмов, (1 рис.). организмы роились вверх в трех группах. Цветение воды было вызвано, главным образом, от *Euglena polymorpha*. В ассоциации с ней участвовали также: *E. acus var. minor*, *Phacus orbicularis*, *Scenedesmus quadricauda*, *Trachelomonas scabra*, *Tr. crebea*.

Согласно вышесказанному, я таким образом наблюдал утром 3 апреля 1939 года три, друг от друга совершенно независимых, роения сестона:

1. Цветение воды в Кишсеке, распространяющееся почти на всю поверхность воды (отметка 1).

2. Цветение одного отдельно стоящего водоема в Кишсеке.

3. Роение собранных из биотопа и погруженных в воду организмов (отметка 2). Во всех трех роениях самая главная роль выпала на *Euglena polymorpha*.

Изменения в вируленции этих роений сестона я не описываю отдельно. В графиконе № 1 я точно привел существенные изменения в вируленции и структуре. Своеобразным фактом является, что организмы роения сестона в стеклянной трубке (3) скоро осаждались. В цветении воды пруда, я наблюдал следующие стадии культур:

1. Планктогенная стадия (*coloratio planktogenea*),
2. Слой сестона на поверхности (*coloratio episeostogenea*),
3. Пенный сестон на поверхности (*col. alveoseostogenea*),
4. Скопление биосестона (*aeoliomeandroplankton*),
5. Образование нэустона (*coloratio neustogenea*).

Согласно моим наблюдениям роящиеся вверх организмы сгущаются в нэустон-пленку не из-за того, что они в ней достигают жизненный оптимум и в ней сильнее всего могут размножиться, но из-за того, что к этому, в известных случаях, их принуждают внешние факторы. Образование нэустона сводится к процессам перенасыщения коллоидных растворов. На основании этого, образование нэустона можно подразделить на три группы:

1. Присутствие коллоидных веществ
2. Количество и качество известных металлических ионов
3. Погода, способствующая образованию нэустона.

Коллоидальные вещества образуются, главным образом, выделяющейся организмами слезы. Коагуляция этих веществ зависит, главным образом, от качества и количества металлических ионов. Каждая соль металла имеет характерную коагуляционную предельную величину, которая уменьшается при увеличении валентности сильнее чем *Na*-соли коагулируются *Ca*-соли и еще сильнее соединения железа (*ferro*) и *mI*-соединения с 3-валентностью.

При образовании пленки нэустона, большую роль может иметь и значительное уменьшение релятивного содержания водяного пара. Согласно графикону, особенно сильно уменьшилось содержание водяного пара в предобеденные часы 4 апреля и в это время появилось и впервые формальное образование пленки. Электрическое состояние атмосферы может при этом иметь известное значение.

Какие факторы погоды вызвали восходящее роение организмов? Осуществление водяного цветения разъясняет графикон, расширенный анализом фронтов.¹ Согласно этому, образование водяного цветения является предфронтальным явлением, т.к. восходящее роение организмов и их повышенная жизненная деятельность состоялись до прохождения наступающих фронтов. С происшедшей 3 апреля переменной ветра в южном направлении, начались субтропические теплые течения воздуха. Это течение воздуха представляло собою, в действительности, предфронтальное широко, сопровождающийся двумя наступающими фронтами. Первый появился в обеденные часы 3 апреля, а второй вероятно прошел над Орошгаза между 2—3 часами утра 4 апреля. Таким образом из этого следует, что ночь с 2 на 3 апреля, или же утро и предобеденные часы 3 апреля находились под влиянием предфронтальных действий и поэтому мы можем объяснить начало и быстрое образование цветения воды (т. е. роение сестона) факторами предфронтального широко. Предфронтальное действие теплого фронта, проходящий в ранние утренние часы 4 апреля, по всей вероятности, присоединился к действию наступающего фронта, проходящий до него.

¹) Высказываем благодарность метеорологическому исследователю Др. Золтану Озарай за предоставление дополнительного анализа фронтов.

Так называемые предфронтальные действия возникают не только до наступающих фронтов. Такого рода являются фен в горных странах, или же подобные ему ветры: широко, самум, буран и т. д. Появление факторов действия может находиться в связи с падением движения воздуха. Перед наступлением холода также бывают опускающиеся движения воздуха, поэтому и в это время появляется цветение воды. Характерным опускающимся движением воздуха является фен в долинах, или свободный фен, т. е. воздушные массы опускающихся поверхностей. Флах того мнения, что они также играют роль при создании метеотропных явлений у человека. При образовании цветения воды они имеют подобную роль. Теплая, спокойная и ясная погода является признаком опускающегося движения воздуха. Согласно моим опытам, и тогда зачистятся цветения воды. Во время длительных, сухих периодов погоды, опускающиеся движения воздуха могут также выявлять первичное действие на факторы массовой продукции.

Мы должны обратить внимание и на то, что действия предфронтального характера вызывают не только возбуждение движения, но и скачкообразное повышение вегетативной в периоды повышается, например, скачкообразно повышается вируленция *Euglena viridis* на дне мелких, прозрачных проточных водоемов с слабым течением. Роевание сестона, однако, не состоится. В таких случаях, дно протоков зеленеет иногда в течение получаса и серый субстрат дна обтягивается бархатистым зеленым слоем. Таким образом создается пушисто-бархатный «Euglena — газон» (*col. benthii* — *planktogenea*), извещающая общее действие внешних предфронтальных факторов. Солнечный свет для этого явления не является необходимостью. В очень многих случаях эти явления показались также при облачной погоде, или же во время наступающих процессов.

Таким образом, действия предфронтального характера могут вызвать не только таксияобразные роевания сестона, но они в сильной степени побуждают вегетативные и репродуктивные процессы организмов.

II. Описание и метеоробиологическое исследование «цветения снега».

По существу цветение снега является крайней формой цветения воды, организмы которой уже так сильно приспособились к температуре около 0°C, и к малой концентрации солей среды, что они не только их переносят, но они и являются необходимыми для их культуры. Цветение воды (*flos aquae*), цветение снега и льда (*flos glaciei*) и цветение почвы (зазеленение поверхности почвы: *flos humi*) родственные процессы, паразитально временное совпадение которых я наблюдал. Их биологическая основа, повидимому, общего характера.

Факультативный криобионтизм повседневно явление. Зеленый лед и у нас часто встречается. В дальнейшем мы исследуем такие факультативные криобионтические цветения снега и льда и в течение метеоробиологического анализа мы демонстрируем их метеотропный характер. В начале 1944 года появились в Папа на снежном и ледяном покрове широкой канавы, с застоявшейся водой, следующие три криовируленции:

1. 9-ого января ледяной покров зазеленел вьющимися полосами. К следующему дню эти полосы приняли определенный сводчатый вид, местами они получили темно-зеленый оттенок. Во льду встретились, главным образом *Euglena viridis* (!) и *E. proxima* (?) и в незначительном количестве *E. spirogyra*.

2. 9-го февраля, выпавший днем раньше снег, местами растаял и на некоторых местах принял зеленоватый и желтоватый оттенок. К 10-му февралю появились уже зеленые пятна. В этом образовании, главным образом, участвовал *Euglena viridis* (!), дополнительно встречались и другие виды *Euglena*.

3. 28-го февраля появились на снежном покрове несколько меньшие зеленые пятна. К следующему дню эти пятна увеличились и получили более яркую окраску: настоящие поверхностные пятна сестона покрывали снежный покров. Самое большое пятно имело величину в приблизительно 1 м². Ледяной покров с меньшим количеством снега показал на других местах матовые зеленые полосы и пятна. Лёд и здесь образовал свод. Вода под льдом имела бледно-зеленый цвет и это цветение воды образовало «корень» факультативной криовируленции. Сводчатость льда можно объяснить трансмиссией теплоты восходящего роевания организмов. Она была причинена видом *Chlamydomonas* (*Chl. Steinii*?). Характерно то, что отдельные экземпляры в воде больше и овальной формы (табл. 9—12), в то время, как во льду и на поверхности снега, они в общем меньше и шарообразной формы (табл. 7—8). В взятых пробах этой криовируленции, — содержащих при 12—15°C и при слабом освещении —, появились через несколько недель сильно растянутые и светлозеленые экземпляры. (Табл. 13—14.) Они ближе всего относятся к *Chl. Steinii*. По всей вероятности они являются экологическими типами того-же рода.

1-го марта ледяной покров показал в мелкой воде берегового пояса светлобурые пятна. Лед и снег здесь таяли и затем распадались на мелкие льдины и в то же время бурели. В взятых пробах я нашел сильно вирулентные *Neidium productum*, *Navicula muralis*, *Achnanthes minutissima* и *m. hungarica* кремнеземные водоросли. *Bacillaria* — криосестоны, так сказать, выгрызали лед, «поедали» его.

Организмы криовирулентии имеют термофильно-эвритермический характер. Так например *Euglena viridis* в состоянии осуществить, при сравнительно теплой воде, громадную массовую продукцию. Этим доказывается, что потребность в тепле у этих организмов весьма относительная и что температура отнюдь не является первичным фактором в их жизненных условиях. Эти явления факультативной криофилии можно рассматривать как крайние формы эвритермии и в связи с этим возникает вопрос: какие факторы способствовали развитию у этих организмов выносливости к холоду?

Графикон № 2 наглядно показывает, что начало цветения воды под льдом и образование криовирулентии, также в данном случае, может быть приведено в связь с предфронтальными факторами наступающих фронтов.¹ Во всех трех случаях является паразитическим то, что вирулентия присоединялась к времени попарно появляющихся наступательных фронтов. В случае первой вирулентии теплые фронты вероятно проходили над Папой 8 января в 15 часов, или же 10-го в 15—16 часов, а во втором случае 8-го февраля в 11 часов, или же 10-го в 16 часов. Первый наступающий фронт *Chlamydomonas* в 11 часов, а второй 28-го февраля в 17 часов. Последний проходящий двойной наступающий фронт особенно важен потому, что он доказывает промывание к наступающим фронтам. А именно, ни до них, ни после них нельзя «поблизости» доказать проход наступающего фронта.

Вирулентия криоорганизмов высоких гор уклоняется от вышеописанных факультативных криовирулентий, главным образом, в том, что она не происходит из водоема планктона, а из осаждавшегося снежного покрова, толщиной в несколько дециметров, или сантиметров. Возникает вопрос: что может организмов замороженного мира побудить к созданию массовой продукции? Здесь даже не может быть и речи о действиях питательных веществ! В предыдущем мы познакомились с видами *Chlamydomonas*, как с «погодочувствительными» организмами. Почему в этом отношении *Chlamydomonas nivalis* было бы исключением? До известной степени и этот вид способен к восходящему движению, как и водоросли почвы; без этого мы совсем не могли бы объяснить позднейшее «цветение» свежевыпавшего снега. Возбудителями этих процессов также могут быть действия предфронтального характера. В этом отношении, однако, еще необходимо провести точные анализы, но на основании уже известных явлений можно предопределить значенные описания Др. Е. Кол, по которым, с метеорологической точки зрения, для образования цветения снега необходима хорошая, ясная и сухая погода в течение нескольких дней. Дальше: на одной и той-же местности возможно образование нескольких цветений снега.

Если мы подвергнем метеорологическому анализу опытные определения Кола, мы непосредственно подходим к роли предфронтальных действий. В горной местности несколько дней продолжающаяся ясная и сухая погода обыкновенно означает какой-нибудь вид движения воздуха, похожего на фен. Только опускающиеся массы воздуха содержат определенно «сухой» воздух. Фен, как вообще и все опускающиеся течения воздуха, является носителем действий предфронтального характера. Но то определение, что в одной и той же местности одновременно могут появляться различные окраски, указывает на «скопление» цветений снега, которые, как мы это уже видели при цветении воды, выявляют роль общедействующего фактора погоды. Вышеприведенные изложения мы можем закончить тем, что организмы холодного мира в высшей степени морозоустойчивы, но не все криоорганизмы требуют низкую температуру в одинаковой мере. Эти организмы более приспособлены к незначительному количеству питательных веществ и к крайним световым отношениям и их периодическая вирулентия, — подобно периодической вирулентии поверхностей воды и почвы — первично присоединяется к действиям предфронтального характера.

Метеорологические факторы действий нам сегодня еще мало известны. Историческое развитие их исследований скицируется в венгерском тексте. На этом месте я только хочу отметить, что *de Пуддер* вместо действия фронта, допускает т. н. «биотроп фактор», который может появиться независимо от действия фронта и этим можно было бы объяснить дальность действия фронтов. Общим мнением является, что излучения с большой проникаемостью могут иметь решающее значение.

¹ И в этом случае приношу благодарность исследователю метеорологического института Др. Зольтан Озорай за предоставление дополнительного анализа фронтов.

Так как нам у «погодочувствительных» организмов неизвестны особые органы для восприятия возбуждения, или его проводимости, то мы должны прийти к заключению, что тут имеет место исконная способность возбудительности плазмы. Эта способность не одинакова у организмов, образующих цветение воды. У видов *Scenedesmus* и *Protococcales* она в общем гораздо слабее, чем у «растительных» типов *Volvocales*, или *Euglena*. С другой стороны разница физиологической возбудимости допускает сделать заключение о качественной разнице плазм и это следовало бы учитывать при систематизации.

«Биотроп фактор» не является только простым тактическим движением, которое вызывает возбуждение, но в значительной степени действует и на повышенное развитие процессов культуры. Так например, в случае цветения воды, вызванное видами *Chlamydomonas*, можно было наблюдать все возрастающее образование гамет. Поверхность сестона становится ареной роящихся и коопулирующихся гамет. Следует предполагать, что эти же самые факторы оказывают очень благоприятное, или даже решающее влияние на половые процессы. Во всяком случае не может быть и речи о «Самовозбуждении».

METEORO-BIOLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE WATER- AND SNOW BLOOM OF MICRO-ORGANISMS

István Kiss

Botanical Faculty of the Pedagogical High School.

Summary

The intent of this paper is to record our investigations in regard to the vegetative micro-organisms constituting the water and snow bloom. Exact meteorological analyses connected with the so called weather sensibility («Wetterempfindlichkeit») have been carried out to date rather in the field of medical science only. The finer analyses of the life process necessitate the consideration of weather conditions, respectively the adaptation of meteoro-biological methods and results. The atmosphere namely is the widest environmental factor, and it has the most general effect, its variations influence primarily, the development of all the other environmental factors and conditions. Living beings can be only understood in their relation to the environment and thus investigation of their most extensive environment, viz. the atmosphere becomes necessary.

The so called taxis of the plankton and neuston organisms: the thermo-taxis, the phototaxis, the chemo-taxis, etc. are classical conceptions and yet the most characteristic taxis, the seston swarming of the suddenly developing water bloom can not be explained by them. This occurrence is a weather-sensibility like phenomenon which is, however, connected to an intense flourishing of the vegetative and reproductive processes too. We have every reason to hope that by taking into consideration certain weatherfactors, several phenomena that so far have been attributed to internal factors only, will find a more complete elucidation.

In the course of our research conducted in the sodaic soil of the district of Békés, we have frequently observed that at certain periods several water bloom appeared simultaneously on each area, that is the water bloom «aggregated». I have inferred from this fact that this notable life manifestation was not due to the most proximate environment, the chemism of the nutrient soil merely, but that it was also due to a weather factor of general effect that induced the colonies of the various organisms existing in the stagnant waters of different chemical properties to give rise to a mass production. This observation was not consistent to the allegation recorded in the literature stating that these mass phenomena are brought about in warm dry periods chiefly by abundance of light and augmenting salt concentration. The swarming of the organisms is explained in the literature simply with phototaxis.

A water bloom composed of *Eudorina elegans* made me aware of the weather factors bringing forth water bloom. I had investigated this in the summer of 1936 (19. VII—18. VII) in the vicinity of Pusztaföldvár (vis. I. Kiss: Bioklimatologische Beobachtungen bei der Wasserblüte von *Eudorina elegans*, Acta Botanica, Szeged, 1942: 81—94). I have collated the variations of the vegetation of this water bloom with the weather conditions analysed frontologically and have drawn the conclusion that the development of the water bloom is connected in some way to the weather front. This served as basis to my further investigations. I have investigated in the past 15 years more than 200 water bloom and other mass vegetations (snow bloom, soil bloom) so that I could approach this problem with greater facility. I intend to describe two kinds of very interesting bloom in the following:

1. An *Auglena* water bloom, and 2. a snow bloom developed from a water bloom.

Description of the Euglena water bloom and its meteoro-biologic analysis

I had observed this water bloom in the biotope group of Kisszék, in the vicinity of Orosháza in the spring of 1939. I became aware of it under very peculiar circumstances. On the morning of the 3-rd IV. the water area over one of my settled cultures began to get troubled. The greenish film increased upwards, a sign of bioeston swarming. I had collected this seston some days previously in one of the biotopes of Kisszék. It was composed mainly of *Euglena polymorpha*, but *Phacus tortus*, *Ph. pleuronectes*, *Ph. triqueter*, *Ph. orbicularis*, *Ph. caudatus*, *Lepocinetis ovum*, and *Trachelomonas crebea* occurred additionally in it too.

My former observations regarding the aggregation of water bloom proved to be correct, for the water of the locality too, mainly along the shore began to turn green. At the same time shore zone of the lake of Kisszék covered by *Bolboschoenus maritimus*, colored also. On the water surface of the drain ditch (about 1 m deep) leading out of the lake, a green seston appeared too. With the help of a long glass tube — at distances of 0,5 m — I took profile samples out of the water and on this ground I was able to ascertain that water bloom had developed through the swarming of the mass organisms aggregated on the bottom. (Fig. 1.) As shown in the figure the organisms swarmed upwards in three groups. The water bloom of the lake consisted mainly of *Euglena polymorpha*. Additionally *E. acus*, var. *minor*, *Phacus orbicularis*, *Scenedesmus qu adricauda*, *Trachelomonas scabra* and *Tr. crebea* occurred also in it.

Thus according to the aforesaid three separate seston swarmings had been observed on the morning of the 3-rd April 1939.

1. A water bloom covering nearly the whole surface of the lake of Kisszék (marked I.),
2. the water bloom of a detached cistern of Kisszék, and
3. the swarming of organisms settled and collected in the biotope marked 2. In all the three swarmings the *Euglena polymorpha* played the predominant role.

I shall not point out separately the variations of growth of these seston swarmings. I have represented in graph No. 1. the more essential structural and vegetative variations. It was a peculiar phenomenon that the organisms of the seston swarming (3) occurring in the glass cylinder, settled in a short time. I have observed the following forms of growth in the water bloom of the lake: 1. planktogene state (coloratio planktogenea), 2. superficial seston layer (col. episestogenea) 3. frothy superficial seston, (col. alveosestogenea), 4. bioeston-aggregation (aeoliomeandropilankton), 5. neuston formation (col. neustogenea).

I have observed that the upwards swarming organisms do not aggregate into a neuston membrane, because they find their optimal life conditions there and can best propagate there but because in certain cases external factors prompt them to it. The neuston formation may, be attributed to the process of colloidal precipitation. The conditions of neuston formation should be divided accordingly into three groups: 1. Presence of colloidal substances, 2. quantity and quality of certain metal ions, 3. weather conditions promoting neuston formation.

The colloidal substances are formed mainly by mucus excreted by the organisms. Their coagulation depend chiefly on the quality and quantity of metal ions. Every metal salt has a characteristic coagulating limiting value that decreases with the augmentation of chemical values. The Ca salts coagulate much more strongly than the Na salts and the iron (ferri) compound of 3 chemical valences and the Al compound coagulate more strongly still.

The extensive decrease of the relative vapour content plays an important role in the formation of the neuston membrane. According to the graph, the relative vapour contents had diminished particularly in the forenoon of the 4th IV., and it was then that the membrane-like formation appeared the first time. Conditions of atmospheric electricity may moreover also play a role.

Which are those weather factors that have brought about the swarming of the organisms? The graph enlarged by an analysis of fronts throws a sharp light upon the formation of water bloom. In accordance with this the formation of the water bloom was a praefrontal phenomenon, because the swarming of the organisms and their intense life activity coincided with the period preceding the passage of warmfronts. The change of the wind direction to the south ensued on April 3-rd, indicating the onset of the influx of subtropical warm airmasses. This air-current was actually a praefrontal scirocco which was followed by two warm-fronts. One of them might have passed over Orosháza on the 3-rd April at midday, the other one passed on the 4-th April at dawn, between 2—3 hrs. Thus it becomes evident, that the night between the 2-nd and 3-rd April, resp. the early morning and the forenoon of the 3-rd IV. passed under praefrontal effect and in such wise we might account for the onset of the water bloom and its rapid development (viz. the seston swarming) with factors of praefrontal scirocco. The praefrontal effect of the warm-front passing at dawn on the 4-th April might have been associated with the effect of the warm-front that had preceded it.

The so-called praefrontal effect might manifest itself not only precedent to warm fronts. The mountain foehn, resp. the winds of foehn-like character, such as some types of scirocco, samum, burana etc. are of a similar nature. The appearance of controlling factors might be connected with the subsiding air-movement. Precedent to coldfronts there is likewise a subsiding air-movement, therefore water bloom appears at such a time too. A characteristic subsiding air-movement is the foehn of the plains, or foehn of the free atmosphere, respectively the airmasses of subsidence. Flach attributes to them also a role in the development of meteorotrope symptoms in man. They play a similar role in the evolution of water bloom. Warm, calm, clear weather is a sign of subsiding air-movement. According to my observations the water bloom aggregates also at such a time. In protracted dry weather, subsidence might be the factor influencing primarily the production of mass vegetation.

We have also to point out that effects of praefrontal character cause not only taxis, but bring also about a leaping rise of vegetative and reproductive lifeactivities. During praefrontal periods, on the bottom of shallow, transparent and eventually slowly flowing waters of canals, the vegetation of the *Euglena viridis* increases abruptly, the swarming of sestons, however, does not take place. At such a time the bottom of the channels sometimes turn green in half an hour, and the greyish bottom becomes covered by a velvety green layer. The nappy, velvety »*Euglena turf*« (col. benthic-planktogenea) becomes formed in this way, indicating thus the general effect of external praefrontal factors. Direct sunshine is not required for this phenomenon. It formed several times also in overcast weather or during warmfronts.

The praefrontal effects cause not only soston swarming of taxis character, they also stimulate in a high degree the vegetative and reproductive processes.

II. The description of the »snow bloom« and its meteorobiological analysis

The snow bloom is in substance an extreme form of water bloom, the organisms of which have adopted themselves to a temperature of about 0° C. and to a salt-poor environment in such degree that they not only endure it easily, or like it, but they even actually require it to their growth. The water bloom (flos aquae), the snow and ice bloom (flos glaciæ), and the soil bloom (green of the soil superficies: flos humi), are all analogous processes, and every now and then I could observe their peculiar coincidence.

Their biological principle is most probably an analogous one.

The facultative cryobiontisme is a common occurrence. Green ice is often seen in Hungary too. We have in view to investigate in the following the facultative cryo-biontical snow- and ice bloom and we intend to demonstrate in the course of meteorological analyses their meteorotrope character. Three cryo vegetations appeared in the beginning of the year 1944 on the snow and ice surface of the stagnant water of a wide ditch:

1. On the 9-th of January the ice surface turned green in winding stripes. The next day these stripes decidedly heaved upwards and turned in some places a deeper shade of green. Chiefly *Euglena viridis* (!) and *E. proxima* (?) and in smaller quantities *E. spirogyra* occurred in the ice.

2. On Febr. 9-th the snow of the preceding day had melted in some places and exhibited here and there yellowish or greenish tints. On the 10th green stains had also appeared already. The bulk of this ice bloom was composed primarily of *Euglena viridis*, but also other kind of Euglenae appeared additionally.

3. On Febr. 28-th several smaller green stains appeared on the snow surface. These stains increased the next day and became more vivid. Actual superficial soston stains covered the snow surface. The largest among them was about 1 m² large. The less snowy ice superficies was in other places covered with dullish green stripes or stains. The ice vaulted here too. The water underneath the ice was light green and this water bloom under the ice formed the »root« of the facultative cryo-growth. The upheaval of the ice might have been explained by the thermo-transmission of swarming organisms. Its causative factor was a *Chlamydomonas specie* (*Chl. Stenii*?). Characteristically the individuals in the water were larger and ovoidal (T. 9—12), while those on the snow surface and on the ice were generally smaller and spherical (T. 7—8). In the cryo-vegetation tests at a temperature of 12—15° C, in less illuminated places, considerably elongated individuals of light green shade appeared some weeks later. (T. 13—14) They were nearest to the *Chl. Steinii*. To all appearance they belonged to another ecological type of the same species.

March 1-st on a shallower part of the shore, the ice surface exhibited a light brown tint, the snow and ice were beginning to melt and disintegrated presently into small clods while turning brown. I have found strong vegetation of *Neidium productum*, *Navicula muralis*, *Achnanthes minutissima*, and *A. hungarica* pyrite algae in the tests. The cryo-soston *Bacillaria* had corroded, wellnigh »devoured« the ice.

The organisms of this cryo-vegetation are of a thremphile-eurythermic character. The *Euglena viridis* used to bring forth huge mass vegetation in summer in relatively warm water. This proved the fact that the heat requirement of these organisms is very relative and that temperature is by far not the dominant factor among its life conditions. These phenomena of the facultative cryophilia might be regarded as extreme forms of the eurythemia, and the question arises: Which are the factors that induce the organisms to adopt a form of life resistant to cold?

Graph No. 2. shows clearly that the onset of the water bloom under the ice and the development of the cryo-vegetation could be connected in the present case too, with the praefrontal factors of warmfronts. It is striking that in all three instances the vegetation was associated with the praefrontal period of warmfronts appearing in pairs. Thus in the case of the first vegetation, the warmfronts passed over Pápa on Jan. 8-th at 15 hrs., and on the 10-th at about 15—16 hrs., in the second case they passed on Febr. 8-th at 11 hrs. and Febr. 10-th at 16 hrs. One of the warmfronts of the *Chlamydomonas* vegetation of Feb. 28-th, passed on the 27-th at 11 hrs. over the locality, While the second one passed on the 28-th at 17 hrs. This latter double warmfront passage was particularly important, because it proved the connection to the warmfronts. No other warmfront passages namely could be established either before or after them.

The vegetation of the cryo-organisms of mountainous regions differs from the precedent facultative cryo-vegetations mainly inasmuch as it does not arise from the water area of the plancton, but from the some centimeters or decimeters deep stratum of the settled snow-masses. The question arises, Which are the factors that incite the organisms existing under cold environmental conditions to the production of mass vegetation? The effect of nutrients is excluded here. In the aforesaid we have become cognizant of the *Chlamydomonas species* as of a weather sensitive organism. Why should the *Chlamydomonas nivalis* represent an exception in this respect? This one strives also upwards, just as the algae of the soil, and this explains the later bloom of the freshly fallen snow. The causative factor of this process might also be the praefrontal influence. Exact analyses in this respect are needed as yet, but from certain phenomena, however, we may infer in advance the role of praefrontal effect. I refer to the excellent descriptions of *Erzsébet Kol* according to Which, fine, clear and dry weather is necessary to the formation of snow bloom. Further: several snow bloom may develop on one and the same area.

In case these empirical statements of *Erzsébet Kol* are being analysed meteorologically, we get directly to the role played by praefrontal influence. As a rule, protracted clear and dry weather in mountainous regions means in general means some form of foehn-like atmospheric movement. Only subsiding airmasses are speaking dry ones. The foehn is generally the carrier of biological effects of praefrontal character. The statement that different kinds of coloration might appear simultaneously on the same area indicates the aggregation of snow bloom and this, — as noted already by the water bloom — proves the role of a weather factor of general effect. We may conclude our report relative to aforesaid, by expressing the view that the organisms existing in cold environmental conditions are resistant to cold in a marked degree, but that not all cryo-organisms require cold of equal degree. These organisms have adapted themselves more or less to a scarcity of nutrients and to extreme light conditions and their periodical vegetation, similarly to periodical water and soil vegetation, is primarily connected to the praefrontal effects of the weather.

Little is known as yet of specific weather factors. The historical course of researches bearing upon them is reported in the Hungarian text. We shall point out only that *De Rudder* suggests instead of praefrontal effects, so-called »biotropic factors« that might manifest themselves independently of front effects, and he tries to interpret in this way, the action in distance of the fronts. The view is maintained generally that penetrating radiation might have a controlling role too.

As the weather sensitive organisms reported in the present study have no known special organs for perceiving or conducting stimuli we must infer from this the primeval stimuli-perceiving capacity of the plasma. This capacity is not uniform in the organisms composing the water bloom. It is much weaker in the *Scenedesmus* and the *Protococcales* than in the less »vegetative« species of *Volvocales* and *Euglena*. The divergence of physiological stimuli refers to the qualitative difference of the plasma; and that should be taken into consideration also in view of classification.

The biotropic factor is not simply a stimulus that causes taxis, it brings also about an extensive increase in the growth processes. Thus in the case of the *Chlamydomonas* water bloom, an ever increasing gameta formation is to be observed subsequent to swarming; the superficial seston becomes one or two days later the scene of swarming and copulating gametae. It may be assumed that these factors exert a very favourable and eventually a controlling influence upon sexual reproduction. By all means there can hardly be question of internal self starting.