

Dr. HORTOBÁGYI TIBOR tanszékvezető főiskolai tanár:

ALGAEGYÜTTESEK GRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSA

2 eredeti csillagdiagrammal

1941-ben WOYNÁROVICH „Néhány magyarországi víz kémiai sajátosságairól” c. tanulmányában már megírta, hogy a modern limnológia az édesvizek életének tanulmányozása során nem elégedhet meg csupán a vízi szervezetek leírásával, azok beható tanulmányozásával, hanem a vizet élőhelynek tekinti s vizsgálja annak élővilágán kívül valamennyi tényezőjét, sőt a vizen kívül eső környezeti viszonyokat is. A környezeti tényezők közül elsősorban a víz kémiai viszonyai jönnek tekintetbe.

Az egymással össze nem függő édesvizek kémiai összetételében nagy eltéréseket tapasztalunk. A természetben található vízfelhalmozódásokban a következő 8 ion mindig megtalálható: K, Na, Mg, Ca, SO_4 , Cl, HCO_3 , CO_3 . Ezek egymáshoz viszonyított mennyisége azonban szerfelett változatos.

Ha e 8 főionnak természetes vizeinkben előforduló abszolút mennyisége alapján akarnánk vizeinket kémiaileg osztályozni, nem mennénk semmire, mert ahány víz, annyiféle lenne. Ismeretes azonban, hogy a vizekben előforduló ionok egymáshoz viszonyított aránya relatíve állandónak vehető. Csupán egészen különleges körülmények bolygatják meg ezt az egyensúlyt, mint pl. a szikes lócsák olymértvű lepárolódása, hogy bizonyos sók kikristályosodnak. Jelentéktelen változást idézhet elő az ionok arányában a zöld növények asszimilációja, amidőn a hidrokarbonátból karbonátok válnak ki, amint az a balatoni hínáros békaszőlő (*Potamogeton perfoliatus*) levelein megfigyelhető. Ez a karbonát — hidrokarbonát — ion egyensúly megváltozása azonban elhanyagolható. Egészen kicsi pocsoltyákat, időszakos vizeket nem tekintve, az oldott sótartalom alkotórészeinek egymáshoz viszonyított mennyisége a vízfelhalmozódásokban az év folyamán állandó. Az ionok egymáshoz való viszonyát megváltoztatni is igen nehéz. Vannak azért kivételek. Amint VOYNÁROVICH írja, a Lágymányosi tavat 1941-ig több, mint $\frac{3}{4}$ részéig feltöltötték, s így a Mg ionokkal szemben Ca ion jutott előtérbe. Ennek okát az odahozott rengeteg épület bomlási anyagában látja.

Vizeink kémiai jellemzésére az ionok egymáshoz viszonyított mennyiségét használjuk fel. Ilyen az egyenértékszázalékos

eljárás. Az egyenértékszázalékok táblázataiból azonban nem tükröződik szemléletesen egy-egy tó jellegzetessége. Ezért MAUCHA akadémikus bevezette az egyenértékszázalék alapján történő csillagdiagrammos grafikus ábrázolást.

Ha vizeink kémiai állapotát MAUCHA-féle grafikus ábrázolással akarjuk kifejezni, akkor a következő módon járunk el. A nagyobb mennyiségben előforduló K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} ionok abszolút mennyiségét egyenértéksúlyukkal elosztjuk. A kapott számok megmutatják, hogy az illető ionok hány *egyenértékszám*mal részesei az oldott sótartalomnak. Az egyenértékszámok összegéből számítjuk ki a kationok és az anionok *egyenértékszázalékát*. A 4 anion és a 4 kation egyenértékszámának a végössze nem mutat nagy eltérést jó elemzés esetében. Végül egy kétszáz területegységnyi sokszög szektoraiban az egyenértékszázaléknak megfelelő négy-
szögekkel ábrázoljuk az egyes ionok arányát.

„Célszerű azonban a sótartalom abszolút mennyiségét is egyidejűleg feltüntetni. Míg ugyanis a nagyobb vizek összes sótartalma csak kicsiny eltolódásokat mutat, addig az időszakos vizek sótartalma gyorsan és negymértékben változhat.” — amint VOYNÁROVICH mondja. (l. c. p. 303)

Kémiai alapon az édesvizek csoportosítása legcélszerűbben az *anionok relatív mennyisége* szerint történhet. WOYNÁROVICH ezen az alapon négy főcsoportot vesz fel:

1. Karbonátos vizek, amelyekben a hidrokarbonát mellett legalább 30 egyenértékszázalék a CO_3 .
2. Hidrokarbonátos vizek. Ezekben a CO_3 vagy hiányzik, vagy csak jelentéktelen %-ban van jelen.
3. Kloridos vizek.
4. Szulfátos vizek.

E négy főcsoporton belül a *kationok viszonylagos mennyisége alapján alcsoportokat* állított fel. A karbonátos vizeken belül nátriumkarbonát-hidrokarbonátos vagy szikós vizeket; a hidrokarbonátos vizeken belül nátriumhidrokarbonátos vagy magnéziás; a kloridos vizeken belül nátriumkloridos vagy konyhasós és végül a szulfátos vizeken belül nátriumszulfátos, vagy glaubersós és magnéziumszulfátos vagy keserűsós vizeket különböztetünk meg.

A feltüntetett csoportok *típusok*, ezért közöttük vannak átmeneti *típusok* is. Ilyen adódhat, ha több ion dominál.

Ha egy vizet kémiaiilag jellemezni akarunk, akkor a benne legalább 30 egyenértékszázalékkal szereplő kation neve után a

benne ugyancsak domináló anion nevét is megemlítjük. A Balaton pl. magnéziumkarbonátos ló 400 mg/liter öszsótartalommal. A hortobágyi halastavak nátriumhidrokarbonátos halastavak, a Szelidi-tó nátriumkloridos-hidrokarbonátos tó.

A korszerű biológiai kutatások a tavakat, természetes vizeket nagyobb összefüggéseikben igyekeznek jellemezni. Így a természetes vizek egyre szaporodó botanikai és zoológiai analízisei szükségessé teszik olyan eljárás kidolgozását, amelyek a nehezen összehasonlítható táblázatok mellett a MAUCHA-féle eljáráshoz hasonlóan gyors áttekintést biztosítanak az élővilág állapotáról. A természetes vizek kémiai viszonyainak MAUCHA-féle grafikus ábrázolásához hasonlóan megkíséréltem a vizek mikroszkópikus növénygyűtteseinek az ábrázolását. A kémiai és biológiai eredmények sikeresebb egybevetése céljából igyekeztem eljárásomat a lehető legszorosabbra fűzni a kémiai grafikus ábrázolási eljárással. Egyúttal arra is törekedtem, hogy olyan eljárást dolgozzak ki, amely alkalmas keretet nyújt bármely biotóp élővilágának a bemutatására.

A természetes vizekben nagyobb mennyiségben előforduló 8 ionhoz hasonlóan vizeink mikroszkópikus növényvilágát 8 szektorra vetítettem. Északról kiindulva az óramutató járása szerint haladva, az egyes szektorok a következő algacsoportokat tartalmazzák: Cyanophyta, Euglenophyta, Xanthophyceae (Heterocontae), Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Pyrrophyta, Chlorophyceae (incl. Charophyceae) és Conjugatophyceae. Hazánkban a Phaeophyceák nem fordulnak elő, a Rhodophyceák pedig jelentéktelenek.

Az első szektorba a meglehetősen egyöntetű biológiai karakterű kéalgák kerülnek. Autotróf, a széndioxidot fotoszintetikusán asszimiláló szervezetek, amelyek hajlanak a hetrotróf életmódra, mert a szerves anyagokkal, különösen a N-el szennyezett vizeket kedvelik, e szétbomló szerves vegyületeket feldolgozhatják. A következő szektor tagjai az Euglenophytonok, a szerves vegyületekben gazdag édesvizeket kedvelik. Felmerülhet az a probléma, vajon e szintelen ostorosokat ne különítsük el a klorofillosoktól? Úgy vélem ezt megoldhatónak, hogy ebben a szektorban, de más jelzéssel ábrázolhatnánk. Ha zoológiai csillagdiagrammot is szerkesztünk, akkor e szintelen Flagelláták ott kapnak helyet. A harmadik, negyedik és ötödik szektorba egy törzs: Chrysophyta 1—1 osztálya került. Az egy törzs azért került három szektorba, mert a Xanthophyceák, Chrysophyceák és a Bacillariophyceák, azaz a sárgászöld, s sárga és a kova-
moszatok környezetükkel szemben más-más igényt támasztanak

s jellegzetesek lehetnek a növényegyüttesre. A hatodik szektorba jutott Pyrrophyta törzs szétválasztásáról is lehetne szó: Cryptophyceae, Dinophyceae. Hazai vonatkozásban azonban ez nem látszik szükségesnek, mert a Cryptophyceák előfordulása kvantitatíve nem jelentős, míg a Dinophyceák egy-egy biotópban igen fontos tagjai az élemláncnak (Balaton, néhány Tisza-halovány). Az utolsó két szektor a Chlorophyta törzset foglalja magában; e törzs két osztálya: a Chlorophyceae és a Conjugatophyceae külön szerepel, amit a Conjugatophyceák bitóppal szembeni eltérő igénye indokol. A Chlorophyceákhoz, a zöldalgákhoz nagy fajszerű, filogenetikailag is több fejlődési lépcsőt előtáró, s ezért biológiailag, ökológiailag is változatos rendek találhatók: Volvocales, Chlorococcales, Ulotrichales, Siphonocladiales, Siphonales. Itt — különösen a Volvocalesre gondolva — a szektoron belül esetleg eltérő mintázattal fel lehetne tüntetni, ahol produktívszociológiailag jelentősebbek az egyes rendek kvantitatív viszonyai.

A sorrend a Cyanophyceáktól kiindulva a mai fejlődéstörténeti felfogást tükrözi. Emellett így egybe esik az édesvizekre annyira jellemző, s biológiailag nagyon fontos hidrokarbonát-ion és a produktívszociológiailag legjelentősebb osztály helye, ami megkönnyíti a kémiai és a botanikai összehasonlítást.

H. JARNEFELT 1952-ben megjelent munkájában az egyes planktoncsoportok térfogatszázaléka alapján már megkísérelte a növényegyüttesek grafikus ábrázolását. JARNEFELT kört osztott be 12 részre. A legmagasabban lévő körök a Chrysoomonadinaké. Az óramutató járása szerint haladva ezt a *Diatomeae*, *Heterokontae*, *Cyrtomonadinae*, *Peridineae*, „*Cetera*”, *Cyanophyceae*, *Volvocales*, *Tetraspolares*, *Protococcales*, *Desmidiiales* és az *Euglenales* követi. (Järnefelt terminológiáját használva). Munkájában írja: „Indem das Areal des gesamten Polygons 100% entspricht, würde es in seiner Gesamtheit schwarz sein, wenn jede Phytoplanktongruppe ihrem Volumen bzw. ihrer Artenzahl nach gleich stark representiert wäre. Das Areal des einer Guppe zugehörigen schwarzen Feldes entspricht also dem Anteil der fraglichen Gruppe in %. Naheres über das Prinzip solcher Figuren bei MAUCHA (1932).” (l. c. p. 6.).

JARNEFELT ábrázolási módja azonban eltér MAUCHA eljárásától. MAUCHA körberajzolt szabályos 16 szöveget vesz fel, ahol egyes szektorokba rajzolt négyszögek területe arányos az ionok egyenértékszázalékával. Järnefelt ábráiról nem állítható, hogy az egyes körökbe rajzolt négyszögek területe arányos lenne az algacsoportok térfogatszázalékaival. Beosztását sem

tartom megfelelőnek. Feleslegesnek vélem a *Chlorophyceae* osztály egysejtű szabadon mozgó, vagy mozdulatlan, coenobimusz tagjainak (Volvocales, Tetraspolares, Protococcales) külön-külön ábrázolását, közben pedig a fonalas rendek (Ulotrichales, Siphonocladiales, Siphonales) számára nem jut hely.

JARNEFELT grafikus ábrázolásánál megfelelőbb TAMÁS Gizella 1955-ben megjelent dolgozatában (fig. 33—49) közölt ábrázolási mód. TAMÁS az 1940-es években gyűjtött balatoni phytoplankton *Cyanophyceáit*, *Flagellatáit*, *Heterokontáit*, *Bacillariacéáit*, *Conjugatáit*, *Chlorophyceáit* dolgozta fel munkájában. Diagrammjai alatt ezek olvashatók: „A fitoplankton társulásban résztvevő rendszertani csoportok %-os összetétele a fajszám alapján. (Maucha-féle ábrázolási mód. Vö. Järnefelt 1952. 6. o.)” Dolgozata szövegében egyetlen mondata utal eljárására: „Rendszertani összetétel és annak alakulása az év folyamán. (33—49. ábra)” (p. 216.). Ábrázolásában eltér eljárástól, mert

1. A megvizsgált csoportok fajszámainak %-os arányát vetítette fel diagrammjában, azaz kvalitatív diagrammokat készített.

2. Diagrammjában nem a teljes növénytársulást tüntette fel. Amint írja, dolgozatában a Dinoflagellatákra nem tér ki.

3. Hat szektorba vetíti az algákat s az óramutató járása szerint, északról kiindulva az alábbi algacsoportokat szerepelteti nomenklaturája szerint: *Cyanophyceae*, *Flagellatae*, *Heterocontae*, *Bacillariaceae*, *Conjugatae* és *Chlorophyceae*.

Megegyezünk abban, hogy — hivatkozik is — a MAUCHA-féle ábrázolási módot követi. A hivatkozás helyesen a MAUCHA-féle eljárás formái részére vonatkozhat, mert MAUCHA ábrázolási módja kvantitatív jellegű, az előforduló ionok abszolút mennyiségéből indul ki, megállapítja azok egyenértékszámát, ezekből az egyenértékszázalékokat, s ezt vetíti fel 8 szektorba. TAMÁS Gizella eljárása egy adott vizsgálatra alkalmazható, de ilyen formában máshol már módosításra szorul. Kifejezésre jut benne azonban nagyon helyesen a növényegyüttesek világos szemléltetésére való törekvése.

Az általam használt 8 szektoros ábrázolási módot alkalmasabbnak tartom, mind JARNEFELT, mind TAMÁS eljárásánál, mert egyrészt az édesvizekben előforduló valamennyi algacsoport helyet kap azon, másrészt teljesen megegyezik a MAUCHA-féle egyenértékszázalékos kémiai ábrázolási móddal, s így a vizek biológiai és kémiai spektruma könnyen összeha-

sonlítható. Ábrázolási eljárásom csekély változtatással tenger-
vizekre is alkalmazható.

Az egyes szektorok megszerkesztéséhez ismernünk kell az
illető algacsoport százalékos kvantitatív adatát. Ez lehet egy
gyűjtés egy hónap, egy évszak, vagy egy teljes év százalékos
adata. A hónapos, évszakai és éves százalékos adatok átlag-
adatok. Nemcsak kvantitatív, hanem kvalitatív, azaz a növény-
együttes egyes csoportjaiban előforduló fajok számának alap-
ján is készíthetünk csillagdiagrammokat. Biocoenosis vizsgá-
latoknál azonban a kvantitatív diagrammok sokkal fontosabbak
s produkciósbiológiailag többet mondanak.

Trigonometriai úton az egyes algacsoportok százalékos ada-
taival arányos területű négyszögeket szerkesztünk, s ezeket a
négyszögeket a kémiai ábrázoláshoz hasonlóan egy kettőszáz
egységnyi területű sokszög egy-egy szektorában helyezük el.
Ha pl. a Cyanophyta 25%-ban részese a növényegyüttesnek,
akkor a 25%-nak megfelelő terület egy teljes szektorral, azaz
a körbe rajzolt szabályos 16-szög 2/16-od részével lesz egyenlő.
Ha a Cyanophyta %-os adata kisebb, akkor a négyszög a szek-
tor határán túl terjed.

Az egyes algacsoportok %-os adatainak megfelelő hosszú-
ságokat a szektorok felezőre mérjük. A %-számnak megfelelő
hosszúságot úgy kapjuk meg, hogy az illető algacsoport %-szá-
mát elosztjuk a körsugár, tehát a szektorfelező és a szabályos
16-szög középponti szögének, vagyis $22,5^\circ$ szinuszának a szor-
zatával. MAUCHA szerint a 200 területegységnyi körbeírható
sokszög sugara 8,08 hosszúságúegységgel egyenlő

$$(R = \sqrt{\frac{25}{\sin. 22,5^\circ}} = 8,082)$$

Két cm sugarú kör esetében az algacsoportok %-ainak meg-
felelő s a szektorfelezőkre felmérendő hosszúságot cm-ben meg-
kapjuk, ha a %-os értéket 0,08-dal megszorozzuk. Ha a kör 5
cm sugarú, akkor a %-os adatokat 0,2-del szorozzuk meg.

A kapott phyto-csillagdiagramm a növényi mikroszerve-
zetek relatív, egymáshoz viszonyított arányos mennyiségét hí-
ven tükrözi. A phytoplankton abszolút mennyiségét két módon
fejezhetjük ki: vagy a csillagdiagrammok eltérő méreteivel,
vagy a diagrammok mellett az egy liter vízben élő mikroszer-
vezetek számának a feljűntetésével.

Ha a diagrammok mellett a literszámmal érzékeltetjük a
plankton abszolút mennyiségét, úgy a havi, évszakai és évi dia-

grammok esetében a *literátlag* megállapítása szükséges. A literátlagot úgy kapom meg, hogy a szabályos időközökben merített gyűjtések egy-egy literében található mikroszervezetek számát összeadom és elosztom a gyűjtések számával.

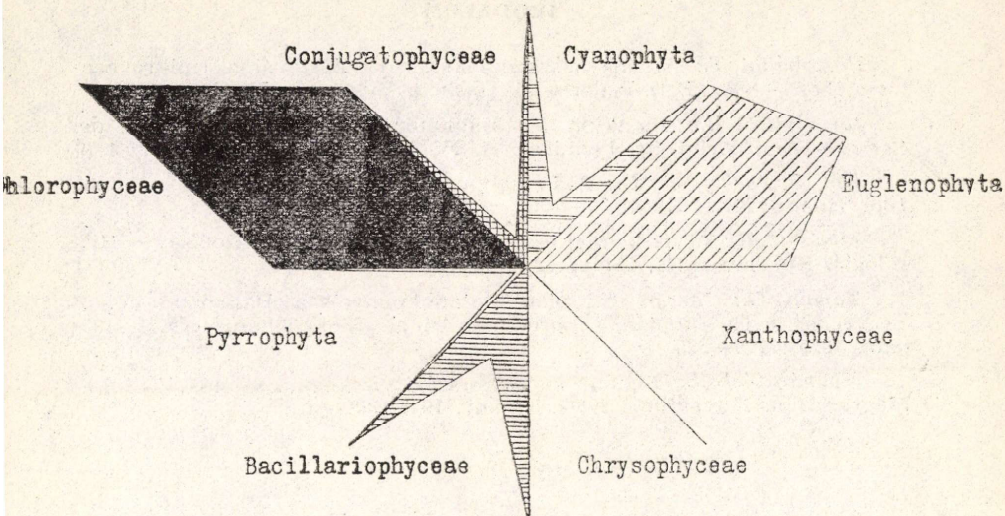
Az elmondottakból következik, hogy hálós gyűjtések feldolgozásával — a nannoszervezetek hiányos jelenléte következtében — kevésbé megbízható diagrammokat kaphatunk, mint a merített gyűjtések adataiból.

A biológiai csillagdiagrammok jól tájékoztathatnak egy-egy tő mikroszervezeteinek egymáshoz viszonyított mennyiségéről. Vajon egy-egy biocoenosis %-os összetétele épp oly jellemző-e egy-egy élőhelyre, mint a kémiai csillagdiagramm, azt több éves megfigyelések dönthetik el.

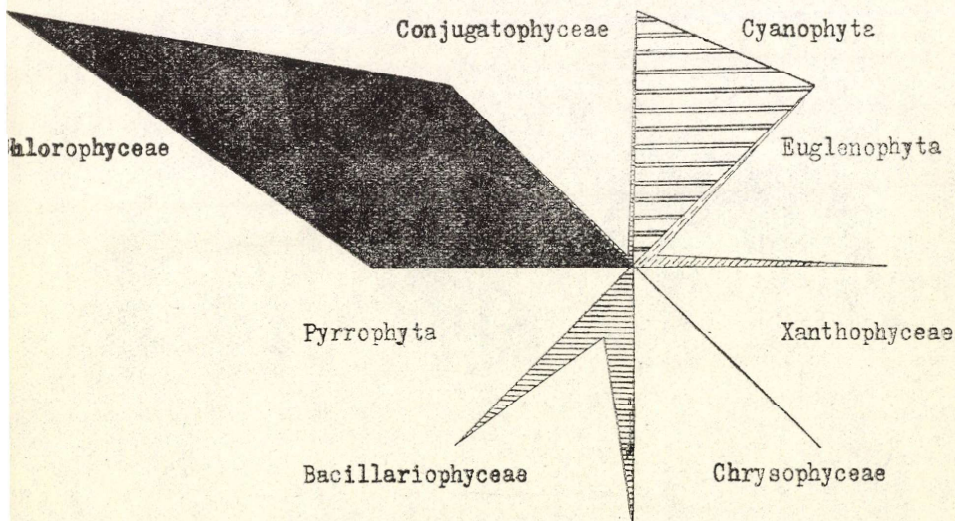
A biológiai csillagdiagrammok lehetővé teszik a biodinamikus terek botanikai zoológiai jellemzését. A Hortobágyi Halgazdaság I—II számú halastava pl. Chlorophyceás—Euglenophytás; a VII. számú halastó Chlorophyceás—Cyanophytás tő. Ha a legjellegzetesebb, leggyakoribb algacsoportok után a literátlagot is közöljük, élénk táru az illető élőhely mikroszervezeteinek a sűrűsége is.

A csillagdiagrammok a biotop mikroegyütteseinek kvantitatív állapotát tükrözik. Az egyes törzsekbe, osztályokba tartozó *fajok számáról* készített diagrammok, a *kvalitatív diagrammok* a mennyiségi viszonyok mellett a mikroegyüttesek faji összetételéről tájékoztatnak. A fajok számarányát mutató kvalitatív diagrammokra a köralakban történő megoldást javaslom, amint azt KOL ERZSÉBET tanulmányában (l. c. fig. 14) is szemléltethetjük, mert így a mennyiségi és a fajszámarány viszonyok is élesen elütnek egymástól. Ezt a megoldást alkalmaztam idézett tanulmányomban is (l. c. fig. 5).

Hidrozoológusainktól várhatjuk a zoológiai csillagdiagramm elkészítését. A kémiai, botanikai és zoológiai csillagdiagrammok s a literátlagok segítségével sikeresebben láthatunk hozzá vizeink csoportosításához.



A Hortobágyi Halgazdaság I-II.számú halastavának 1951.évi algacsillagdiagrammja. - A tó évi literátalaga: 897 867.



A Hortobágyi Halgazdaság VII.számú halastavának 1951.évi algacsillagdiagrammja. A tó évi literátalaga: 12 339 649.

IRODALOM

Hortobágyi T.: Adatok a szegedi Fehértó halastavainak mikrovegetációjához. — Az Egri Pedagógiai Főiskola Évkönyve II. Eger, 1956.

Jarnefelt, H.: Plankton als Indikator der Trophiergruppen der Seen. — Ann. Acad. Sc. Fennicae. A. IV. Biologica. Helsinki, 1952: 1-29.

Kol, E. és Tamás, G.: A Pécsely-patak mikrovegetációja. — Annal. Biol. Tihany, XXII. 1954: 87—106.

Maucha, R.: A víz kémiai összetételének grafikus ábrázolása. — Hidrológiai Közöny, XIII. Budapest, 1933.

Tamás, G.: Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon IV. A negyvenes évek fitoplanktonjáról. — Annal. Biol. Tihany, XXII, 1954 (edit. 1955): 199—225.

Woynárovich, E.: Néhány magyarországi víz kémiai sajátosságairól. — Magyar Biol. Kut. Munk. XIII. Tihany, 1941: 302—313.