A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
TIHANYI BIOLÓGIAI KUTATÓINTÉZETÉNEK ÉVKÖNYVE (1957—58)
(VOL. XXV.)

25.

ANNALES INSTITUTI BIOLOGICI (TIHANY) HUNGARICAE ACADEMIAE SCIENTIARUM

DIRECTOR INSTITUTI:
E. WOYNÁROVICH

ADIUVANTIBUS:
L. FELFÖLDY, J. GELLÉRT, O. SEBESTYÉN

REDIGIT:
B. ENTZ

TIHANY 1958

ANNAL. BIOL. TIHANY

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
TIHANYI BIOLÓGIAI KUTATÓINTÉZETÉNEK ÉVKÖNYVE (1957—58)
(VOL. XXV.)

ANNALES INSTITUTI BIOLOGICI (TIHANY) HUNGARICAE ACADEMIAE SCIENTIARUM

DIRECTOR INSTITUTI:
E. WOYNÁROVICH

ADIUVANTIBUS:
L. FELFÖLDY, J. GELLÉRT, O. SEBESTYÉN

REDIGIT:
B. ENTZ

TIHANY, 1958.

ANNAL. BIOL. TIHANY

Szerkesztő:

ENTZ BÉLA

Kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója — Műszaki felelős: Szöllősy Károly
Kézirat beérkezett: 1958. V. 20. Példányszám: 1000 Terjedelem: 33,25 (A/5) ív + 16 melléklet

Akadémiai Nyomda, Budapest — 46045 — Felelős vezető: Bernát György

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA TIHANYI BIOLÓGIAI KUTATÓINTÉZETE 30 ÉVES FENNÁLLÁSI JUBILEUMÁNAK MEGNYITÓJA*

WOYNÁROVICH ELEK

Mélyen tisztelt ünneplő közönség!

Harminc évvel ezelőtt, szeptember 5-én egy új kutatóintézmény típus nyitotta meg kapuit a magyar tudósok előtt. Eddig a tudományos munka a múzeumok, egyetemi tanszékek és a mezőgazdasági kísérletügyi intézmények falai között talált csak helyet. A tihanyi intézet volt az első, mely minden más feladat nélkül, kizárólag a tudományos kutatás számára biztosított otthont.

Ha elolvassuk a megnyitó ünnepségen elhangzott beszédeket, aligha láthatjuk meg azt a kristálytiszta célkitűzést, mely Intézetünket ma vezeti. De szemére vethetjük-e úttörő elődeinknek, hogy nem látták az induláskor azt, aminek kialakulásához országunk szocialista irányú átalakulása volt a feltétel.

Minden elismerésünk azonban azoké, akik akkor is mertek a huszadik századhoz méltó nagyvonalúsággal gondolkozni, amikor századunk legfontosabb alaptudományágának otthont — mégpedig külső formájában is méltó otthont — adtak. Ha akkor nem lobban lángra intézetünk létesítésének gondolat-szikrája — megvalósulhatott volna-e *az* a harmincas évek nyomasztó gazdasági és politikai légkörében? Vagy ilyen köntösben és felszereléssel állnánk-e itt, ha a háború utáni újjáépítés ezerszálú gondjai mellett öltött volna testet Intézetünk?

Gyakran és sokan estünk az elmúlt időben a személyi kultusz bűvkörébe, amikor azt képzeltük, hogy egy nagyszerű tett, például egy intézmény megvalósítása, kizárólag egy személy nevéhez fűződik. Elfeledkeztünk arról, hogy egyedül még a világrengető erejű és szellemű ember sem tud alkotni. Intézetünk létrehozóiban, az alapítólevél aláíróin kívül sokkal inkább tisztelhetjük azokat a tudósokat, akik már évtizedekkel előbb felvetették és hűsé-

*Az intézet 30 éves fennállása alkalmával 1957. szeptember 14-én ünnepi ülés volt. Woynárovich Elek kutatóintézeti igazgató megnyitója után Törő Imre akadémikus, az MTA Biológiai Csoportjának titkára tartott ünnepi beszédet „A Tihanyi Biológiai Kutatóintézet szerepe a magyar biológiai kutatásban" címmel. A beszéd szövege megjelent az *MTA Biol. Oszt. Közl* 1. 189—192.

Ezután következett Sebestyén Olga osztályvezető előadása „A Balaton-kutatás harminc éve Tihanyban" címmel, mely évkönyvünk jelen kötetében jelent meg.

Szerk.

gesen — sokszor teljesen kilátástalan küzdelemmel — ápolták az Intézet létesítésének gondolatát, továbbá azokat, akik elgondolása, tervei szerint testet öltött az intézet. De nem szabad elfeledkezni azokról sem, kik verejtékező arccal gondokban úszó aggyal a talicskát tolták, maltert kevertek és a téglát rakták. Harminc év távlatából köszöntjük őket, köszönjük nekik Intézetünket.

Büszkék lehetünk mindazokra, akik nem törődve a szellemi sekélyességnek gúny mögé húzódó támadásaival, kellő időben, és kellő helyen áttörték a mindennapi élet földre húzó nyügeit, és merészen szárnyalni mertek. És a harminc év bölcsesség érlelő távlatában bátran állítjuk, hogy jól építették fel az intézetet és jó helyre építették azt. Mert olyan miliőt biztosítottak a biológiai tudományok elmélyült művelőinek, melyet hazánk egyetlen más tája sem tudna biztosítani.

A tudományos alaposság ellen egyáltalán nem vétünk, amikor azt állítjuk, hogy mindazok, akik ma a magyar biológiai kutatás területén számottevő egyéniségek, valamilyen kapcsolatban voltak Tihannyal. Sokan itt ismerkedtünk meg a biológiával, mások csak alkotó éveik derekán ismerhették meg intézetünk tudományos elmélyedésre serkentő csendjét. De akármelyik életszakaszunkban kerültünk vele kapcsolatba, Tihany szelleméből bennünk lobog egy lángocska, mely szorgalomra, precíz, alapos munkára ösztönöz.

Tihany szellemének a lángját magával vitte az a több száz külföldi is, akit hosszabb-rövidebb itt-tartózkodás vagy kutatómunka köt Intézetünkhöz.

Tihany szellemének lángja erősen lobogott az elmúlt 30 év nehéz időszakaiban, amikor például a 30-as évek közepén, az Intézet becsukásáról tárgyaltak, amikor szépséges Balatonunk partján pusztító martalócok fegyvere csörömpölt, és az elmúlt évben, amikor a józan észvesztő átoktól megszállva, pusztító csóvát akartak dobni országunkra. És Tihany szellemének lángja mindennél erősebb volt, megőrizte Intézetünket, és amikor más intézetek tagjai szétszéledtek a világon, összetartott bennünket.

Ha a holt betű elárulhatja ezt a szellemet, lapozzunk belé intézetünk immár huszonnégy kötetre rúgó évkönyveibe. Ha elmélyedtünk benne és túllátunk az időnként jelentkező felületi válsághullámokon, megismerhetjük azt az erőt, mely a Balaton hullámzásából, a szél zúgásából, a madarak csicsergéséből és a hosszú téli esték munkára serkentő csendjéből fonódik össze, mely Tihanyban Intézetünk falai közül sugárzik.

Nincs a világon olyan tudományos intézménytípus, melynek munkájához nem a legfontosabb alapfeltétel a nyugalom és a béke. Ugyanis csak békés és nyugodt környezetben válhat termővé az alkotó, kutató készség. A felzaklatott, hangyabolyhoz hasonló kutatóintézet esetleg csak a felhalmozott eredmény tartalékaiból adhat le, de újat, ilyen viszonyok mellett nem alkothat. Harminc éves Intézetünk élete sajnos nem volt válság nélkül. Ezek a legtöbbször kívülről felidézett válságok, mélyen megzavarták az elmélyült kutatáshoz annyira szükséges nyugalmat és alkotó békét. Ma tisztában vagyunk azzal, hogy Tihanyba csak az való, akinek nem létigénye a változatos városi élet. Felettes hatóságunk, a Magyar Tudományos Akadémia is tudatában van a fent elmondottaknak és minden lehetőséggel megteremti az alkotó tudományos munka legfontosabb alapfeltételét.

Jól tudjuk azt, hogy egy kutatóintézet munkáját nem lehet értékelni vagy felmérni tudományos közleményeinek sem a számával, sem azok terjedelmével. A harmincas mérföldkőnél azonban jogunk van arra, hogy ezzel

is büszkélkedhessünk. Az intézet évkönyveiben összesen 648 tudományos értekezés látott napvilágot. Tárgy szerint ezek a következőképpen oszlanak meg :

A szárazföldi élővilággal, faunával, flórával, cönológiával és mikrobiológiával, összesen 110 dolgozat foglalkozik.

A *vízi élővilágot*, általános hidrobiológiát, vízi flórát, faunát, bakteriológiát, vízi szervezetek fiziológiai kutatását 208 dolgozat írója választotta témájául.

A kémia, fizika és biokémia tárgyköréből 71 dolgozat látott napvilágot.

Az általános biológia (fiziológia, gyógyszertan, orvosbiológia, összehasonlító élettan, örökléstan) köréből pedig 223 dolgozatot írtak meg.

Harminchat dolgozat pedig a biológiai tudományoktól távolesőbb (meteorológia, régészet, földtan, földrajz stb.) tudományágak témakörét öleli fel.

A dolgozatok száraz számadatai azonban korántsem tükrözik az intézet munkásságát és annak eredményességét. Számos dolgozat nem évkönyvünkben jelent meg. Felbecsülhetetlen az a szellemi tőke, amit harminc év alatt az itt dolgozók napról-napra összegyűjtöttek és más helyen kamatoztattak. Nem vagyunk képesek regisztrálni azt a sok gondolatot, eszmét sem, melyek az intézet termékeny környezetében, rokonterületeken dolgozó — de más kutatási szemléletű — tudósok beszélgetése, vitái során születtek meg vagy kristályosodtak ki, de más intézmény falai között valósultak meg.

A továbbiakban az előadó részletezi az intézet feladatait és célkitűzéseit. A beszéd az alábbiakkal zárul.

Fontos és sokrétű tudományos és gyakorlati feladatok elvégzése vár a biológus kutatókra. Nagyvonalúan megépített Intézetünk biztosítja az előttünk álló feladatok megoldásának lehetőségét.

Ennyit jelenlegi munkánkról. A múltra akartam csak visszapillantani és lám, tekintetem azonnal a jövőre fordult.

Erős fellegvárrá, a biológiai tudományok fellegvárává építjük továbbra is Intézetünket. Erre biztosíték Intézetünk 14 munkakedvtől duzzadó tudományos dolgozója. De az elvégzendő munkához, úgy érezzük, ha többször ennyien volnánk is, nem volnánk elegen. Szélesre tárjuk tehát kapuinkat a biológus vendégkutatók, külföldi szakemberek előtt is. Jöjjenek, élesszék Tihany szellemének lángját és vigyék azt szét az egész világon, az emberiség boldogulására.

A TIHANYI "HIDROBIOLÓGUS NAPOK"*

ENTZ BÉLA

A hidrobiológia tudománya az utóbbi évtizedekben hatalmas fejlődésnek indult és az érdeklődés e tudományág iránt mind elméleti, mind gyakorlati szempontból világszerte egyre fokozódik.

Nem csoda, ha ezzel egy időben számos országban Limnológiai Egyesületek, Csoportok, Szervezetek stb. alakultak, melyek több országban, pl. a Szovjetunióban, Németországban, Franciaországban, az Amerikai Egyesült Államokban stb., stb. évenként, vagy hosszabb-rövidebb időközönként kongresszusokat, szimpozionokat tartanak, saját hidrobiológiai problémáik megtárgyalására.

A hazai édesvízbiológiai kutatások már közel egy évszázados múltra tekintenek vissza és számos kiemelkedő eredménnyel gazdagították a nemzetközi tudományt. A jelenben is több intézetben számos kutató foglalkozik fontos édesvízbiológiai kérdésekkel, mely igen értékes eredmények több hazai és külföldi folyóiratban láttak napvilágot. Így néhány éve szinte önként merült fel bennem az a gondolat, hogy a számos külföldi példa nyomán nálunk is nyíljék évről évre alkalom a hazai kutatások szimpozion szerű megtárgyalására. Minthogy pedig a hazai kutatások közül a több mint félévszázada intenzíven folyó Balaton-kutatások értek el *különösen értékes* eredményeket, továbbá, minthogy a Tihanyi Biológiai Intézet, melynek létesítése óta egyik legfontosabb célkitűzése volt a balatoni és általában az édesvízbiológiai kutatómunka előmozdítása és végül, de nem utolsó sorban az az örvendetes esemény, hogy a tihanyi intézet ma az MTA erőteljes támogatásával tekintélyes részben hidrobiológiai problémák megoldásán dolgozik, azt a gondolatot vetették fel, hogy Tihany, és ott éppen az MTA Tihanyi Biológiai Kutató Intézete legyen e tervezett szimpozionok megtartásának a helye, ahol évről évre megtárgyalják a Hidrobiológus Napok keretében a legfontosabb hidrobiológiai eredményeket és megvitatják a legjelentősebb problémákat.

A Hidrobiológus Napok több célkitűzés megvalósítását teszik lehetővé. Mindenekelőtt alkalom nyílik arra, hogy hazánk szakmabeli kutatói ismertessék a folyamatban levő, de több városban és több intézmény keretében folyó hazai hidrobiológiai kutatómunkát. Ez történhetik fokozatosan egyes összefoglaló témák megtárgyalásával, de történhetik esetleg egyes kiemelkedő témák megvitatása mellett a folyamatban levő munkák referálásszerű ismer-

* Bevezető a Tihanyi Hidrobiológus Napokhoz. 1957. szeptember 15.-én elhangzott előadás.

tetésével is. Így az igen szerteágazó édesvízbiológiai kutatómunka megismerése messzemenő lehetőséget nyújtana a jövőben végzendő kutatómunka tárgyának és módszereinek személyes megbeszélés alapján való koordinálására is.

A megtárgyalandó témák megválasztásánál az véleményem szerint a leghelyesebb, ha maga a Szimpozion határozza el, hogy a következő évben mik legyenek az értekezlet témái. Az 1958. évi Hidrobiológus Napok főtémáját illetőleg az előadási témák megválasztásánál különös figyelemmel kell lennünk arra, hogy 1959-ben a S. I. L. Kongresszusára kerül sor Bécsben. Így igen célszerűnek látszik, hogy a megrendezendő Szimpozionon elsősorban olyan kérdések megtárgyalására kerüljön sor, melyek a Nemzetközi Kongresszuson is előadásra kerülhetnek.

A továbbiakban esetleg több évre előre is kitűzhetők a megtárgyalandó témák. Hogy csak példaképpen néhányat felemlítsünk, pl. A magyarországi halastavak biológiai vizsgálata ; Az elsődleges termelés kérdése az édesvizekben ; Természetes vizeink bakteriológiai vizsgálata ; A szikes vizek kérdései ; Izotópok alkalmazása édesvizeink biológiájának megismerésében stb., stb. Ezek részben olyan problémák lehetnek, melyek vizsgálata már ma is intenzíven folyik, de lehetnének olyanok is, melyekről ma még keveset, vagy éppen semmit sem mondhatunk, és éppen megindításuk vagy jelentősebb mértékű kutatásuk szükségszerű. Az is kívánatos, hogy a jövőben a megrendezendő két vagy esetleg háromnapos szimpozionokra a kitűzött témák egy-két kiváló külföldi specialistáját is meghívják.

Végül igen fontos kérdés, hogy az elhangzott előadások, hozzászólások ismertetések stb. nyomtatásban is megjelenjenek. Ez történhetnék intézetünk évkönyvében esetleg annak függelékeként vagy mellékleteként annál is inkább, mert kiadványainkkal ma már több mint kétszáz külföldi, elsősorban hidrobiológiai vonatkozású intézménnyel állunk cserekapcsolatban és ez a kapcsolatok további fejlesztését tenné lehetővé.

Természetes, hogy az elmondottakkal nem lehet és nem is célom a megrendezendő hidrobiológus napok programjának, céljainak kategorikus kijelölése. Csupán néhány gondolatomat fejtettem ki és néhány lehetőséget tártam fel abból a célból, hogy ezek nyomán kialakulhasson a jövő években megrendezendő Hidrobiológus Napok tematikája és célkitűzései abban a reményben, hogy e szimpozionok munkája a hazai hidrobiológiai kutatómunka további fejlesztésére és felvirágzására szolgál.

A BALATON-KUTATÁS HARMINC ÉVE TIHANYBAN*

SEBESTYÉN OLGA

Érkezett : 1958. február 11.

Intézetünk életében három évtized lepergését jelző mértföldkőhöz értünk. *Menetközben* kell visszapillantani, hogy áttekinthessük munkánkat azon a területen, mely az első magyar biológiai kutatóintézet alapításakor, mint annak egyik főfeladata volt kijelölve.

Nem könnyű a feladat, mert folyamatos jelenség oly szakaszáról kellene képet nyújtani, melynek csak kezdete határozott. A másik határ, a jelen, nem rögzíthető, e ponton — akárcsak folyóvízben állanánk — összecsapnak a múlt és jövő hullámai.

Időbeli távlatra volna szükség ahhoz, hogy felmérjük, mennyire jutottunk tavunk megismerésében harminc év alatt. Valami távolabbi, magasabb nézőpontot keresünk, melyről a jelenünkbe futó évtizedeket beláthatjuk. Ez a nézőpont alig lehetne más, mint a korszerű limnológia szemlélete és célkitűzései. Formálhatunk-e azonban ebből az ideális helyzetből tárgyilagos képet ma, hiszen benne vagyunk az eseményekben. Ki tudunk-e küszöbölni ítéletünk alakításában szellemi és materiális helyi körülményeket? És vajon ezek kihatása az eredmények mérlegelésében nem jön-e szükségszerűen tekintetbe?

*

A tihanyi intézet balatoni munkálatai egyidősek az intézettel. A Balaton-kutatás azonban, mint olyan, nem volt új a magyar tudományosságban. A *Magyar Földrajzi Társaság Balaton-Bizottságának* világviszonylatban kimagasló teljesítménye volt az a pompásan szervezett tudományos vállalkozás, melynek eredményei a nemzetközi szakkörök által is hozzáférhető formában, hatalmas és előkelő kiadványsorozatban jelentek meg 1897 és 1918 között.

Hidrobiológus szemmel, leggazdagabb eredményeket a geológia, fizikai földrajz és hidrográfia területén nyújtott. Ezekhez méltán sorakozik, mind tudományos értékét, mind terjedelmét tekintve, a növénytani kötet. A hazai állattan magas színvonalát tükrözi az a körülmény, hogy a tavi állatvilág felkutatását munkacsoport végezte. Azt is tudjuk azonban, hogy az állattani kutatásokat anyagi okból idő előtt le kellett zárni (néhai ifj. Entz G. szóbeli közlése).

*

* A tihanyi intézet harmincéves fennállását ünneplő ülésen (Tihany, 1957. szeptember 14.) elhangzott beszámoló.

A századforduló éveiben limnológia, mint önálló tudomány, nem létezett, de csírája bontakozott. A csíra kettős és erőteljes. Büszkén vallhatjuk, hogy az egyik a Balaton-Bizottság vállalkozása, mely az ország színe-java természetvizsgálóit állítja munkába. A másik a Genfi-tó tanulmányozása. Három nagy kötetben foglalja össze F. A. FOREL sokrétű vizsgálatának eredményeit (1892—1904). Nehéz lenne eldönteni, hogy melyik nagyobb tudományos teljesítmény. Az egyikben szinte maradéktalanul *egy* tudós gazdag felkészültségét, széles perspektíváját csodáljuk, a másikban pedig a ma is modernnek mondható két motívumot, a *szervezettséget*, s a vizsgálati tárgynak a *tóban és környékében* való kijelölését. A tárgyával sok nézőpontból foglalkozó FOREL *egységes* szemléletének következményeként atyamestere lett egy új tudományágnak, a limnológiának. "Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie" címmel 1901-ben kiadott kis könyve ma is biztos alapja szaktudásunknak. Abban az időben egyetlen más tó sem volt környékével együtt oly behatóan tanulmányozva, mint a mi magyar tengerünk. Minthogy a BTTE teljes terjedelmében német nyelven is megjelent, világszerte ismertté lett tavunk.

Intézetünk megindulásakor tehát a Balatonnak és környékének fiziográfiai képe, faunája és flórája nagy vonásokban fel volt tárva. Nagy elődeink felismertek oly limnobiológiai értékű jelenségeket, melyeket azóta kibontakozott és nagy lépésekben haladó szaktudományunk is alapvetőnek minősíthet.

Ezekből felsorolok néhányat :

a Balaton nem a Pannóniai-tenger maradványa, medre negyedkori képződmény ;

a meder sekély ;

a felső és az alsó part — a széliránynak, földrajzi fekvésnek és a mederalkatnak megfelelően — különböző jellegű ;

a szélhatás jelentős a tavon és környékén ;

az állóhullámok lengési periódusának a tó mélységétől való függése a *sekély* Balatonon különösen kitűnik (vö. RUTTNER 1942, 43) ;

a hínár elterjedését hármas tényezőcsoport szabja meg ;

a faunában jellemző a pontusi elemek jelenléte ;

a nyíltvízi planktonnal kapcsolatban kitűnt :

- a plankton tarka összetétele, mai terminológiával, polimiktikus volta,
- a zooplankton vertikális vándorlása és az azt előidéző tényezők felismerése,
- a sekélység és széljárás miatt a fenék és nyíltvízi plankton kapcsolata ;

a fenékiszap gazdag kovamoszattartalma ;

a Balaton-vidék magasabbrendű növényzetének jelentősége hazánk növényföldrajzában stb., stb.

Az élővilágot ismertető "fauna" és "flora" kötetben (1897) már előbukkan az ökológiai szemlélet csírája, az élőlények természetes társulásának ténye, a környezettel való kapcsolat. FRANCÉ REZSŐnek 1894-ben német nyelven megjelent két munkája a Balaton planktonjáról* és a tó iszapjáról,

* Ez a tanulmány, melyben FRANCÉ a zooplankton vertikális vándorlásával foglalkozott, irányítólag hatott E. A. BIRGE amerikai limnológus munkásságára (SELLERY [& MORTIMER] 1954, 109, 176.).

valamint ifj. ENTZ GÉZÁnak a planktonról szóló dolgozata (1902, 1904) már hidrobiológiai szakmunkák.

*

Igen közelről érint minket az a tény, hogy a Balaton-Bizottság teljesítményeiben a *tihanyi intézet csírája* is benne rejlett, olyan formában, hogy LÓCZY LAJOS és id. ENTZ GÉZA ismételten hangoztatta, hogy az állatvilág biológiai viszonyainak felderítéséhez *tóparti laboratórium* szükséges. Id. LÓCZY LAJOS, aki kortársai szerint, született agitátor és szervező volt, bevallja, hogy semmilyen érveléssel nem tudta az illetékes köröket ilyen intézmény szükségességéről meggyőzni (ENTZ—SEBESTYÉN 1940, 3).

A tihanyi intézet létrejötte egyúttal lelkes magyar természetbúvárok évtizedes vágyálmainak beteljesülése, meg nem alkuvás és kitartó küzdelem jutalma. A Magyar Nemzeti Múzeum Állattárának révfülöpi szerény állomása, ennek kézzelfogható előképe, *önzetlenül* olvadt bele a tihanyi valóságba. A nagy alapító nehéz időkben emelt erősséget hazánkban a biológiának. Bár ezért sok gáncs és bírálat érte, az ország színe-java, s ebben a tudomány művelői, büszkeséggel és reménységgel telve várta és várja a teljesítményeket.

A tihanyi intézet megindulása lökésszerű haladás a biológia hazai művelésében, s ehhez nagymértékben járul az a körülmény, hogy ez a kor *a modern limnológia kibontakozásának korszaka*. Nemcsak kiegészíteni és folytatni kell tehát azt, amit a Balaton-Bizottság a tavi környezet és élővilág megismerésének vonalán laboratórium hiányában akkor el nem végezhetett. A tó és környéke *mint kutatási objektum lett egy gazdagabb, komplexebb természetszemlélet tárgya*, s ennek alapja az élővilág és környezet minőségi és mennyiségi összefüggéseinek felismerése.

Az ökológiai szemlélet térfoglalása a vizek vizsgálatában THIENEMANN és NAUMANN nevéhez fűződik, akik konkrét eredményeikkel vetették meg a modern limnológia alapjait. Maga a szemlélet nem új, mint ahogyan a nagy gondolatok általában szélesebb területen elő vannak készítve. FORBES amerikai kutató (1887) előtt több mint egy évtizeddel PAP JÁNOS (1874) és HERMAN OTTÓ (1875) rámutatott a vízi életnek az anyag körforgalmában való egységére (SEBESTYÉN 1955, 385—386).

THIENEMANNék fellépte azonban nemcsak az ökológiai szemlélet előtérbe kerülését jelentette, hanem útmutatást a vizek tervszerű felkutatásához. Mindezekkel szükségszerűen egybeesik a *Limnológiai Egyesület és kongresszusok* megszervezésében létesült *nemzetközi összefogás*. Szakmai segítséget kontinensünkön a Binnengewässer sorozat, az ABDERHALDEN: Süsswasserbiologie és Limnologische Terminologie kötetei, valamint az új irányt képviselő Archiv f. Hydrobiologie és Internationale Revue stb. nyújt, pótolván a felsőoktatás keretében akkor még meg nem szerezhető szakképzettséget. Igen gyümölcsöző még ma is *a kutatások tárgy szerinti fokozatainak* lefektetése, melyet THIENEMANN később az ökológiai kutatásokra általában kiterjesztett (ENTZ—SEBESTYÉN 1940, 137).

*

Az első harminc év Balaton-kutatásában *két szakaszt* lehet megkülönböztetni: a megindulástól a negyvenes évek első felében megjelent összefoglalásokig eltelt időszakot, majd ettől az intézet hidrobiológiai jellegének kezdetéig terjedőt.

Első szakasz

Tudjuk, hogy az intézet két osztállyal indult, a HANKÓ BÉLA, majd ifj. ENTZ GÉZA vezette Balatonbiológiai Osztállyal és a fiziológiát, szerves vegytant, genetikát képviselő Általános-biológiai Osztállyal. Az osztályok elkülönülése nem volt éles. A Balaton-víznek, mint környezetnek, kémiai és fizikai szempontból való sorozatos vizsgálata a második osztályon vette kezdetét, e munkálatokba rövidebb lélegzetű tanulmányokkal kapcsolódtak be nyári vendégkutatók is (ENTZ—SEBESTYÉN 1940, 17—19, 22—25). A második osztályon később is folynak balatoni vonatkozású fiziológiai vizsgálatok. Hasonló irányú, továbbá fejlődéstani tanulmányokat végeznek az első osztály nem Balaton-kutató tagjai is. Ezeket a vizsgálatokat ma, amikor nyilvánvaló, hogy *a vizsgálandó víz speciális körülményei között lezajló életfolyamatok miként jének ismerete nélkül sok hidrobiológiai kérdés, pl. a biológiai termelés megoldhatatlan*, még jobban értékeljük. (Fiziológiai és fejlődéstani dolgozatok : JACZÓ 1942, SIVICKIS 1931, SZARKA 1930, WOLSKY 1932, 1934, WOLSKY és HOLMES 1933, LISSMANN 1933.)

Sajnos, ENTZ GÉZA rövid néhány évet szentelhetett maradéktalanul a Balaton kutatásának, mert csakhamar más, ugyancsak teljes embert kívánó feladatok ellátásával bízták meg. Mégis élete végéig lelkesedéssel, érdeklődéssel tett eleget tihanyi kötelezettségeinek. Nagy tekintélyével, melyet a szerény és halkszavú természetvizsgáló, a magát állandóan képző tudós *szakmabeli felkészültségének fölényével önkéntelenül* szerzett, keresztül tudta vinni azt, hogy az intézet szerény dotációja és kevés Balaton-kutató tagja mellett ösztöndíjak, egyéb segítségek kiharcolásával és saját áldozatkészsége árán, sokoldalú kutatás folyhasson. Vendégkutatóként szakembereket nyert meg az ügynek, akik betöltötték a harmincas években a *részükre* áldozattal, szépen berendezett szálló épületeket, elfoglaltak a tudományos épületben minden dolgozóasztalt. Eredményes munkájuknak nemcsak saját érdeklődésük volt az alapja, hanem a *vezetők ügyszeretettől vezetett nemes propagandája*.

Tihany akkori szervezetében — tudjuk — kevés volt az állandó kutató. A balatoni vizsgálatok nagy részét is — részletproblémák szerint — meghívott vagy önként jelentkező *kutatóvendégek* végezték. A kutatás közelebbi tárgyának megválasztásában legtöbbször a szakmaiság, a kutató érdeklődési köre és az itt töltendő idő hossza volt a döntő. Ezért a kutatás mozaikszerűnek tűnik fel. A vendégkutatók legtöbbje maga választotta témával jön, ül az asztal mellé, járja a vizet és a vidéket. Külön csoportba kell vennünk a gyakran egy évet itt töltő, folyamatosan balatoni témával foglalkozó hazai és külföldi vendégkutatókat és az Állattárból hosszabb időre beosztott zoológusokat, akik az intézet minden támogatását élvezve, a legzavartalanabbul dolgozhattak. Így születhettek meg SZABÓ ZOLTÁN és VARGHA LÁSZLÓ vízkémiai vizsgálatai, HARANGHY bakteriológiai tanulmányai, KOTTÁSZ planktonvizsgálata, muzeológusok faunisztikai kutatásai az entomológia területén (Apterygota, Rhynchota, Coleoptera, Lepidoptera stb.). Ilyenek a madártani vizsgálatok, nagyrészt a Madártani Intézettel kooperációban, s itt említem meg a *Meteorológiai Intézet Tihanyban végzett balatoni vizsgálatait* is. A külföldiek közül MESCHKATnak a nádas bolyhosbevonatáról szóló mintaszerű tanulmánya, MOON fenékfauna vizsgálata, MANN és GEYER német cserediákok

fenéküledékvizsgálata, LISSMANN tanulmányai stb. így jöttek létre (l. Magyar Biol. Kut. Munk. II—XVI. kötetben ; ENTZ—SEBESTYÉN 1940, 1946. Irod.).

A vendégkutató pihenő szabadságának feláldozásával, szerény ösztöndíjon, sokszor saját költségén élve, lelkesedéssel dolgozott szakmájába vágó kérdéseken. Viszonzásul csupán kiadványainkban megjelent tanulmányaik különlenyomatai szolgáltak, sőt egy nehéz gazdasági évben az is előfordult, hogy anyagi hozzájárulásukkal volt lehetséges az ábrák közlése. Őszinte elismeréssel és szeretettel emlékezünk hazai vendékutatóinkra, akiknek egy részéből évtizedeken át velünk dolgozó *külső-munkatársaink* váltak (KOL E., R. STILLER J., TÖRÖK P., VARGA L.).

Felvetődik a kérdés, hogy a tihanyi első tizenöt év munkálatai hogyan függenek össze a Balaton-Bizottság biológiai teljesítményeivel? A két periódus között a személyi kapcsolatot ENTZ GÉZA képviselte, aki planktonkutatásaival — melyről már megemlékeztem — részt vett a Bizottság munkálataiban is. Ő *törekedett* is arra, hogy az akkoriban megszakadt faunisztikai kutatások teljessé váljanak, s elmaradt állatcsoportok begyűjtésére és feldolgozására sor kerüljön. Vonatkozik ez különösen a rovarokra és kisemlősökre. Ilyen kiegészítés vagy mondhatnók teljesen új terület még a SCHERFFEL A. irányítása mellett végzett vízigomba vizsgálatok, továbbá gombák, medveállatok, pókok, Isopodák, részben balatoni, részben pedig a környező szárazföldi területen való felkutatása (ENTZ—SEBESTYÉN 1940, 1946. Irod.).

Revizióra és részben újrafelvételre is szükség van. Ebbe a csoportba tartozik a félsziget geológiai reambulációja, a talajtani viszonyok és a Balatonvidék földtani felépítésének rövid modern összefoglalása is (PAPP F. 1931, 1941, BALLENEGGER 1942).

Hogy mennyire szükséges a fauna valamennyi csoportját sorozatos újravizsgálatoknak alávetni "laboratóriumi" lehetőségek mellett, különösen a Rotatoria- és Gastrotricha-tanulmányok gazdag eredményei mutatják. Egyetlen más állatcsoport sincs ilyen tervszerűen s ökológiai szemlélettel tanulmányozva tavunkon és környékén, az epizoikus Peritrichák, molluszkák és halak kivételével. Ebbe a csoportba tartoznak a szivacsokon, fonalférgeken, rákféléken, Turbellháriákon, Hydracarinákon stb. végzett tanulmányok, melyek egy része inkább csak töredék.

A munkálatok *kiszélesítése* összefügg a biológiai tudományokban mindenütt jelentkező s már említett ökológiai szemlélet kibontakozásával. Így jön létre Tihany geobotanikai térképe (Soó 1930), a nádas ökológiai vizsgálata (HARASZTY 1931, MESCHKAT 1933, 1934), növénycönológiai tanulmányok (Soó 1928—1939 ; FELFÖLDY 1943), a félsziget fészkelő madarainak állományfelvételét is magában foglaló sokoldalú madártani kutatás (UDVARDY, KEVE és munkatársai, HOMONNAY), a pszammon-vizsgálatok (VARGA), kvantitatív planktontanulmányok, melyről már szintén megemlékeztem. A környezetre vonatkozólag, a víz oldott O_2 tartalmának és pH értékének napi ingadozása (MALDURA 1931, DOBY és JACZÓ 1939) stb.

A már említett fiziológiai és fejlődéstani tanulmányokon kívül felemlítem a *Leptodorán* végzett kísérletes tanulmányokat a fény- és hőingerre való reagálás megismerésére (SIEDENTOP 1930), egy amoeba és egy Peridinea kétféle táplálkozásmódján tett megfigyeléseket, morfológiai és magatartásbeli sajátságokkal összefüggésben (SEBESTYÉN 1935, 1937).

*

A kutatásokat a korszerű limnológiai irányzat szem előtt tartásával, a *thienemanni szintek* alapján is mérlegelhetjük. Természetesen a hármas fokozat és azon belül a fiziográfiai és biológiai vonal megkülönböztetése nem jelent éles elkülönülést.

A már említett vízkémiai és -fizikai vizsgálatok a második szintbe tartoznak. Az első szint biológiai oldalára helyezhetjük a Peridineákon, *Hydramoebán* (Sebestyén), *Corophiumon* (Entz Béla), *Leptodorán* (Sebestyén), *Umbra Kramerin* (Rotarides, Geyer és Mann), *Gobius marmoratuson* (Entz Géza), Unionidákon (Entz—Sebestyén) stb. végzett vizsgálatokat.

Jóval több tanulmány esik a cönográfiai fokozatra, ami a kor áramlataival magyarázható. Ide sorolhatók az ökológiai szemlélettel gazdagodott faunisztikai kutatások : Turbellária (Gelei), Rotatoria, Gastrotricha (Varga), a félsziget xerothermikus bogárfaunája (Székessy), pókok (Kolosváry, Balogh), *Pomatias* (Jaczó), Nematoda (Soós), Isopoda (Kesselyák), Myriapoda (Szabó) stb. tanulmányok, s jóformán *mindazok* a dolgozatok, melyek a munkálatok *kiszélesítését* jelentik a cönológiai szinten : kvantitatív planktontanulmányok (Entz—Kottász— Sebestyén), üledékfauna (Moon), fenékalgák (Kol), nádas tanulmányok (Haraszty, Meschkat), pszammonvizsgálatok (Varga), epizoikus-Peritricha kutatások (Stiller), növénycönológiai tanulmányok (Soó, Felföldy) stb.

A cönológiai és egyéb vizsgálatok, amelyekben a tavi élet egysége domborodik ki, a felső, ún. limnológiai szintet *érintik*, vagy abba *tartoznak*. Ilyenek a turzás- és detrítuszvizsgálatok (Entz—Sebestyén—Szabó), a vándorkagyló és a *Corophium* elterjedésével kapcsolatosan több tanulmány (Entz, Sebestyén), a *Lithoglyphus* és vándorkagyló életműködéseinek a balatonvíz öntisztulásával való kapcsolata (Haranghy), a *Spongilla Carteri* terjeszkedése, a Balatonon ritkán észlelt "vízvirágzás" alakulásának és történetének lerögzítése. Ilyen szemléletet tükröz vissza az a két rövid tanulmány, mely a Balatonról, mint *sekély* tóról beszél, és felveti a "*törpenövés*" kérdésének a megvizsgálását (Sebestyén 1943).

Egybevéve a Balaton-kutatás tihanyi első szakaszára eső munkákat, azt látjuk, hogy jellemző az ökológiai szemlélet fokozatos érvényesülése a nagy lelkesedéssel megindult szerteágazó részletmunkákban, valamint az, hogy — mint Dudich Endre kifejezte — Entz Géza a kutatómunkát tervszerűen irányította, vezette és összefogta.

*

Mint már említettem, ezt a szakaszt a Balaton életére vonatkozó ismeretek *összefoglalása* zárja le. A negyvenes évtized első felében megjelent összefoglalásoknak mintegy előhírnöke a balatoni állatvilágról írott tanulmány (Entz Géza 1936), az algológiai irodalom feldolgozása a tavi előfordulás szerint rendszertani csoportok rendjében, mely dolgozat sok munkától mentesítette s mentesíti ma is algakutatóinkat (Kol). Ilyen az 1941-ben megjelent Entz-dolgozat a Balatonnak és környékének puhatestűfaunájáról, mely úttörő abban, hogy a *balatoni táj* egységét és annak mibenlétét keresi oly csoport előfordulása alapján, melyhez tartozó tagok terjeszkedése, a helyváltoztató mozgás tempója szerint, lassú. A táj határait keresve foglalkozott Entz Géza utolsó napjaiban is bakonyi csigagyűjteményével.

Az 1940, 1942 és 1946-ban megjelent összefoglalások nem részletered-mények aggregációja, hanem a legfontosabb ismereteknek magasabb szem-

pontból felvázolt keretbe építése oly módon, hogy elénk táruljon *az élővilág és környezet folyamatos és szövevényes kapcsolatával létrejövő tavi egység* (ENTZ—SEBESTYÉN 1940, 1942, 1946).

A TTT kiadásában megjelent könyv a nagyközönségnek szól. Egyúttal fogalmat nyújt a tavi élet menetéről. Függelékként tájékoztat — rendszertani csoportosításban — a tó élővilágáról, és az ezen a területen végzett kutatások akkori állásáról.

Legteljesebb az 1946-os *német* kiadás, mely a szűkebb szakma művelőivel közli a kutatások addigi eredményeit.

A legelőször megjelent 1940-es *magyar* kiadás alkalmazkodik egyúttal a tihanyi kutatási viszonyokhoz: elsősorban fiatal természetvizsgálóinknak ad útmutatót, olyan formában, hogy a legkülönbözőbb szakmai felkészültségű kutató megtalálja a neki megfelelő részlettémát és a helyet is, ahová eredményei beépíthetők.

A magyar és német nyelvű tudományos szöveg *együttvéve* sorolja fel a tó biológiai viszonyaira vonatkozó legfontosabb *irodalmat*. Ennek az irodalomnak adatai jóformán mind bele vannak építve a tó limnobiológiai képébe, annak biztos alapját, vagy többé-kevésbé fontos építőkövét alkotva. De benne vannak a szerzőknek máshol nem közölt adatai, máshol le nem fektetett elgondolása, szemlélete és perspektívája a jövő kutatásait illetően.

Második szakasz

Az első szakasz zárulása egybeesik a világháború éveivel, mely pangást jelentett a tihanyi kutatásokban is. Elmaradtak a vendégkutatók, a tihanyi lét nehézségei és egyéb körülmények miatt az intézet kutatólétszáma megcsappant. Balatoni munkával éveken át egy intézeti tag foglalkozott. A legnehezebb hónapokban csupán litorális vizsgálatokra volt lehetőség, s erre az időszakra esik az eddig töredékekben lévő faunakatalógus revíziója, kiegészítése, az algakatalógus elindítása és a biológiai viszonyokra vonatkozó irodalom hármas cédulakatalógusának összeállítása.

1945. év végén a kormány áldozattal szervezi újjá a csaknem teljesen elnéptelenedett intézetet. A változás azonban a tavi kutatások terén nem hozza meg a remélt lendületet. A Balaton-kutatás, mint intézeti feladatkör, háttérbe szorul, megértés és bizalom hiányzik. Osztályok nincsenek. A munkálatok fellendítésére beadott memorandumok süket fülekre találtak. Későbbi években is az *intézeti* kutatási terület bizonytalansága, a gyakran változó vezetők különböző elgondolása és viszonya a Balaton-kutatásról és ahhoz, megnehezítette a dolgok menetét. Egyénenként vagy munkacsoportokban folyik a munka a lehetőség szerint.

Amikor az Akadémia átveszi az intézetet (1951), a témakört a felsőbb hatóság jelöli ki, és életbe lép a külső témafelelős intézmény. Az osztály, mint kutatások egybefogása, még éveken át puszta formaiság, s ebben a tekintetben lassú az előrehaladás. Az akadémiai témakör azonban szerencsés megfogalmazású, s keretében végezhetők a folyó kutatások, és fejlesztésre, kiszélesítésére is van lehetőség.

A fő kutatási vonalak, illetőleg témák a 2. szakaszban a következők:

1. *A víznek, mint környezetnek* mintasorozatok feldolgozásán alapuló kémiai vizsgálata, fokozottabban kiterjesztve a *hidegvíz*

idejére, mely időszakra vonatkozólag, mind környezettani, mind szűkebb értelemben vett biológiai szempontból, még ma is keveset tudunk (ENTZ BÉLA 1949—50). Itt jegyzem meg, hogy a hidegvíz idején más kutatások is folynak : halrajok vizsgálata, halak téli táplálkozása, a balatoni jég szerkezete és növényi életfolyamatok szakaszossága közötti összefüggés stb. (ENTZ B. 1951, 1952, ENTZ—LUKACSOVICS 1957, 1957a) hosszabb lejáratú, egész évre kiterjedő sorozatos vizsgálatok téli szakaszaiban fokozott intenzitással folyó kutatások mellett.

Visszatérve a vízkémiai kutatásokra, ki kell emelnem a beömlő patakok torkolata közeléből származó minták feldolgozását, mely mintegy bevezetése a már régen sorba kívánkozó horizontális vizsgálatoknak, elsősorban a nyíltvízi planktont és bentoszt illetően (ENTZ B. 1953).

2. Pótolni kell a *háborús veszteségeket*, újra elvégezni és kiegészíteni oly tanulmányokat, melyek, mint alapvető munkarészletek, nem évülnek el. Utalok elsősorban az 1936—38-as évek kvantitatív planktonmintáinak feldolgozására, mely tanulmány egyes részletein külső tagtársaink már a háború előtt dolgoztak, de az adatok elvesztek az idők forgatagában, éppen úgy, mint két német hidrobiológus cseredíáknak (F. GEYER, H. MANN) több mint egy éven át gyűjtött kvantitatív üledékfauna adatai.

Minthogy a fenékfaunáról eddigelé csak nyáron végzett vizsgálatok eredményei tájékoztatnak (MOON 1934), ez az elsőrendű téma újra bekerül a tervekbe. Bár az évek óta tartó s még le nem zárt vizsgálatok eredményeiről csak szóbeli beszámoló hangzott el, az eredmények sokat ígérők, annál is inkább, mert a felvételek átterjednek arra az időszakra, amikor a biológiai termelés kérdése, mint központi szemlélet, mind jobban tért nyer a kutatásokban.

3. Az első periódusban a *halbiológia* csak szórványosan volt művelve (HANKÓ 1928, ENTZ 1939, ROTARIDES 1937, GEYER és MANN 1939, LISSMANN 1933, SZARKA 1930, JACZÓ 1942 stb.), most, gazdát nyerve, erősödik : téli halrajok vizsgálata : táplálkozás, növekedés ; a süllőkeltetés új elven alapuló módszerének kidolgozása, mely a magyar halászati biológiában — nemzetgazdasági szempontból — értékes eredményt adott (ENTZ—WOYNÁROVICH 1947, 1948). Ide tartozik néhány határozottan gyakorlati célkitűzéssel készült tanulmány, azonnal hasznosított eredményekkel, melyekről később még megemlékezem.

4. A *kvantitatív planktonkutatásoknak* további évtizedekre való kiterjesztése tavunk nyíltvízi életében időközben beállott *minőségi* változásokra mutatott rá, a népességsűrűség feltűnő emelkedése mellett. Egyúttal felhívta a figyelmet a tómenti település fokozódásának hidrobiológiai kihatásaira, olyanokra, amelyek többek között közegészségügyünket érintik (SEBESTYÉN 1953). A már előbb említett ugyancsak 3 éves planktonvizsgálatok célja az évi változások felmérése volt (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951).

5. Ötödik csoportot alkotnak, eddig is művelt területként, a *detrítusz-vizsgálatok*, s ebből kiágazó Cladocera és *Collotheca* tanulmányok. Szerves törmelékben gazdag tavunk egyik sajátosságát világítják meg ezek, és egyúttal rámutatnak a detrítuszfaló szervezeteknek a tavi anyagforgalomban való szerepére (SEBESTYÉN 1947, 1948, 1949, 1949—50, 1956, 1956a ; SEBESTYÉN—VARGA 1949—50).

6. Cönológiai vizsgálatok a *hullámjárta köves partok* locsolási övére, mint tipikus balatoni biotópra vonatkoznak. A mohaszövetkezetek és a mohá-

ból táplálkozó Tardigradák előfordulása közötti összefüggés tanulmányozásának eredményeként, nyilvánvaló lett az, hogy a növénytakaró cönológiailag egységes részlete, mint környezet, tagozódik, s ez a tagozódás a növénytakarót benépesítő, különböző ökológiai igényű tagokból felépült állattársulás összetételében jut kifejezésre (FELFÖLDY—IHAROS 1947).

Eróziós szakaszok szupralitorális lépcsőjéhez kötött *Bangia-Philodina* társulás mibenlétének megvizsgálása során kiderült, hogy a két szervezet között trofikus összefüggés nincsen. A vörösmoszat és az ugyancsak vörös színű kerekesféreg ökológiai igényének és a közös biotóp miliőspektrumának elemzésével lehet megmagyarázni e kéttagú társulás létalapját (SEBESTYÉN 1952).

A hullámzás intenzitása és a parti kovamoszattársulás közötti összefüggés vizsgálata rámutatott arra, hogy a vízdinamikai viszonyok, sajátos környezet alakításával, befolyásolják az ott élő társulás összetételét (SZEMES 1948).

7. A tervekben előre lefektetett témák mellett a *tó* maga is jelentkezik spontán feladatokkal. Az 1945-i *planktoninvázió* közvetlenül tette szükségessé a kvantitatív planktonvizsgálatok már előbb is említett folytatását, abból a célból, hogy az érdekes jelenség által jelzett változás felmérése és kihatásainak megismerése lehetővé váljék.

A csapadékszegény 1949. esztendő rendkívül *alacsony vízállásával* előállott parti jelenségek megvizsgálására alakult munkacsoport kutatásai környezettani, növénytársulási és állatökológiai szempontból sokrétű eredményt hoztak, melyeket ezúttal nem részletezhetek, de megemlítem, hogy az 1949-es adatok más parti és nyíltvízi vizsgálatok eredményeiben is kiugranak. Ez arra utal, hogy bár az alacsony vízállás közvetlen kihatásai legszembetűnőbben lapos partrészleteken jelentkeznek, maga a jelenség tulajdonképpen a tavi élet egészét érinti (SEBESTYÉN—ENTZ—FELFÖLDY 1951).

8. A következő problémakörhöz legyen szabad némi bevezetőt adni.

A már említett THIENEMANNi kutatási szintek közül a harmadiknak, az ún. *limnológiai szintnek* problémakörei — mint tudjuk — a biológiai termelés, az anyagforgalom, valamint a tótípusok és a regionális limnológia. Ezeket a problémaköröket formailag az fogja egybe, hogy a vizsgálat tárgya a *tó, mint egész*. Azonban ezek *lényegileg* rokonságban vannak egymással. A tudomány és gyakorlat szoros kapcsolatát hangoztató jelenünkben természetes, hogy legkorszerűbb ezek közül a *biológiai termelés* kérdése. E problémakör előtérbe nyomulása egyúttal új szemlélet kibontakozását jelenti, mely a vízi élet tanulmányozásában valamennyi szintet áthat. A fő kérdés: *a szervesanyag biotikus úton való előállásának miként je és mennyiségi viszonyai vízi környezetben.*

Hidrobiológus szakköreinkben sok szó esik "produkciósbiológiáról", azonban e kérdés megvilágítására — a magas színvonalú elméleti kutatásokat kivéve — egyelőre kevés történt. Tihanyban a Balaton-kutatás keretében már kialakul a helyes álláspont, s a szakmai előkészületek is megtörténtek. A megindult kutatásoktól *eredmény* várható.

Nem szükséges hangsúlyoznom, hogy egy komplex biológiai folyamat tisztázásában, speciális esetünkben egy olyanéban, amelynek kezdetén a *környezetet nyújtó víz*, csúcsán a *ragadozó hal* áll, s a kettő között

biotikus és abiotikus történések négydimenziós szövevénye terjeszkedik, az első láncszem tisztázása a legfontosabb : *a növényi*, ún. *elsődleges termelés miértjét és mennyiségi viszonyait kell tavi körülmények között megfogni.* Ez a munka sokoldalú felkészültséget kíván. Tihanyban a Botanikai Osztálynak vízi terepre való behatolásával megvannak a feltételek ennek a kérdésnek megvizsgálásához.

A termelés kérdéskörébe természetesen rendkívül sok más részlet tartozik, melyeket most nem érinthetek, s nyilvánvaló, hogy az elsődleges termelés, az algafiziológia mai állása és rohamos fejlődése miatt magában is kérdéskomplexum, melytől nemcsak hidrobiológiai, de általános biológiai szemszögből is fontos megállapítások várhatók.

Több vezető hidrobiológus hangoztatja, hogy a tavi élővilág állományában képviselt szerves anyag mennyisége kapcsolatban van a termelés intenzitásával (MAUCHA 1953, 420, LUNDBECK 1954, 232, RUTTNER 1952, 146, l. még 148). Ez nem is lehet másként, ha pl. a kicsiny méretű gerinctelenek állományában történő veszteség és megújulás ismétlődésének folyamatosságára gondolunk. A tavi társulások kereteiben végzett felvételek, fejszám és térfogat vagy súly szerint, *értékelhetők* termelési kutatásokban, különösen akkor, ha az időtényezőt is bevezetjük, egyfelől a felvételek sorozatossá tételével, másfelől a tagok népességdinamikájának kidolgozásával. Értékük abban rejlik, hogy az adatok szinte közvetlenül begyűjthetők, s többé-kevésbé rávilágítva a való helyzetre, alapot nyújtanak tavi becslésekre is.

Ilyen adatsorozatunk van két évtizedet átfogó több évre a nyíltvízi plankton növényeire és állataira (SEBESTYÉN 1952, 1954, 1955, 1957, TAMÁS 1955). Pl. 1951. július 12-én a plankton állománya az egész tóban 2900 tonnára becsülhető, melyből 1700 növényekre, 1200 állatokra esik. Félévvel később egy januári napon az összplankton tömege valamivel meghaladta a 2000 tonnát, ebből 890 esik növényekre és 1161 állatokra. Abba is betekintést nyertünk, hogy a fecskemoszatnak, tavunkban nyáron a legnagyobb tömeggel szereplő planktonnövénykének állománya nyár derekán néhány héten át egész tömegében kb. 3—5 naponként megújulhat, s a napi termelés egyenlőnek látszik a veszteséggel, kitéve több száz tonnát.

Ezekben a számításokban — egyszerűség kedvéért — csak a moszat testében képviselt szervesanyag tömege szerepel. Így is vetődik már némi fény a termelés intenzitására. Minthogy azonban a tavi életben a szervesanyag előállása *életfolyamatokhoz* kötött, közvetlen termelési kérdések megvizsgálásában *a hidrobiológiában fiziológiai szemléletre és részben fiziológiai módszerek alkalmazására volna szükség.*

A mikro- és mezo-nagyságrendbe tartozó fenéklakók állományfelvételéről, mely magában foglalja a népességsűrűséget, térfogatot és súlyviszonyokat, annak időbeli és horizontális változásait és eltéréseit, már előbb is megemlékeztem.

Amint arra alkalmas felkészültségű kutató személyében lehetőség nyílott, olyan vizsgálatok is megindultak, melyek felderítik a planktonrákok és más, ún. haltáplálékszervezetek *tápértékét*, előbbi esetben a társulás összetételének a környezet hőviszonyaival való összefüggésben.

9. Az ötvenes évek elején fogott hozzá külső tagokkal bővült munkaközösségünk a *beömlő vizek* vizsgálatához, azzal a célkitűzéssel, hogy a különböző típusú mellékvizekről ökológiai képünk alakuljon, és hogy meg-

tudjuk, hogy ezek a vizek tavunk limnobiológiai arculatának alakításában milyen értékű tényezők. Az eredmények a Pécsely-patakra vonatkozólag 1954-ben, az Aszófői Sédre vonatkozó részletek 1957-ben jelentek meg (ENTZ—KOL—SEBESTYÉN—STILLER—TAMÁS—VARGA 1954 ; KOL 1957 ; TAMÁS 1957; VARGA 1957). E munkának termelési szemlélettel való kiszélesítését jelenti e vizekkel a tóba jutó formált részecskék milyenségi és mennyiségi elemzése, a már 1954-ben megadott nyomon.

A patakvizsgálatok, továbbá az előbb említett vízkémiai tanulmányok a befolyások szomszédságában vett minták alapján (ENTZ 1953), a fenékfauna-tanulmányok egyúttal a már régebben esedékes *horizontális* vizsgálatokkal vannak közeli vonatkozásban, illetőleg annak körébe tartoznak. A késedelem helyi technikai okokból származott. Bár a horizontális vizsgálatok, a tervszerű Balaton-kutatás útjába esve, külön kérdéscsoportnak tekinthetők, termelési szempontból is jelentősek. Ui. nagy kiterjedésű s aránylag csekély víztömegű tavunk horizontális eltérései — környezeti körülményeket és az élővilág állományát tekintve — számításba jönnek tavi becslésekben.

*

Külön is szeretném hangsúlyozni, hogy a tihanyi vizsgálatok nem szorítkoznak csupán a Balaton tóra, de a partokon túl átterjednek elsősorban a Tihanyi-félszigetre, annak ún. Belső-tavára és a Balaton tükrénél 8,5-szer terjedelmesebb csapadékterületre. Ez nem is lehet másként, a nemes tradíció diktálja így, s mai szemléletünkkel is a vizsgálati objektumot egy tágasabb egység részeként tekintjük.

A második szakasz Balaton-kutatása, felületes szemlélettel vagy a kívülálló előtt, szétesőnek tűnhet fel. Azonban a vizsgálat alá került részletek csomópontokba, vonalakba rendeződnek, s egymással összefüggésben *egy* utat egyengetnek, mely a Balaton ökológiai viszonyainak behatóbb megismeréséhez vezet, különös tekintettel a tó sajátos jellemvonásaira, s hozzátehetnők, hogy mindinkább a biológiai termelés szemléletének megvilágításában.

A második szakasz munkálatait is csoportosíthatjuk a kutatási szintek szerint : a legtöbb a cönográfiai fokozatba esik, de még kifejezettebben érintkezik a felső szinttel, azáltal, hogy a tavi vonatkozások mindenütt és mindjobban kidomborodnak. Mint láttuk, vannak oly tanulmányok is, melyek a harmadik szint termelési kérdésekkel foglalkozó terébe esnek.

A munkálatok oroszlánrészét és gerincét ebben a szakaszban tihanyi kutatók végezték, vendég igen kevés dolgozott a Balatonon. Külső munkatársaink a planktonszámláláshoz és a pataki vizsgálatokhoz járultak hozzá. Emellett saját kutatási területükön nyert eredményekkel is gazdagították a Balatonra vonatkozó ismereteinket.

*

Szükségesnek tartom rámutatni arra, hogy milyen vizsgálatok *hiányoznak* az eddigi tihanyi kutatásokból, illetőleg mely vonalak vannak gyengén képviselve.

Elsősorban kell hangsúlyoznom a *faunisztikai* kutatások csaknem teljes elmaradását a második időszakban. Pedig a tavi élővilágnak felsorolása, honismeret szempontjából is, egyik legsürgetőbb tihanyi feladat.

Ezt annál is inkább el kell végezni, mert a tavi jellegnek a negyvenes évek derekán történt változásával és a változásnak a múlt őszön újabb plankton-invázióval jelzett fokozódásával, pótolhatatlan mulasztások történhetnek e téren. A tavi fauna általában annyira felkutatatlan, hogy a legszebb és igen gazdag eredmények várhatók. Tihany ezt a munkát — néhány csoport kivételével — magában elvégezni nem tudja ma sem, amikor a kutatók száma tízen felül van. Ehhez a munkához szisztematikus és faunisztikai felkészültségű zoológusok seregére van szükség. Segítséget hazai szaktársainktól várhatunk. Anyaggyűjtés tekintetéből valószínűleg leghelyesebb a VARGA LAJOS-féle csapáson haladni, vagyis a biotópokat sorjába venni. Ezen az úton indult el GELLÉRT JÓZSEF is a Ciliata fauna felkutatásában. Ha a faunisztikai kutatásokhoz állományfelvétel, cönológiai viszonyok felderítése is csatlakozik, elsősorban táplálkozási összefüggések tisztázásával, az eredmények a termelési viszonyok megismerését is előre viszik.

Kevés olyan tanulmányunk van, mely egyes szervezetek *ökológiájára* vonatkozik. Itt elsősorban olyan objektumra kell gondolnunk, mely tavunkban vagy annak környékén nagy népességben fordul elő, továbbá olyanokra, melyek területünkre nézve tipikusak, s melyek ökológiájának kidolgozása Tihanyból várható. Ilyen tanulmányok hosszú lejáratúak, de intézeti lehetőségek mellett kitűnően elvégezhetők.

E csoportba tartozó tihanyi munkák közül — melyek inkább töredéknek tekinthetők — megemlítem a következőket :

Spirochaeta pseudoicterogenes (HARANGHY 1931), *Vampyrella ulothrichis* (SCHERFFEL 1935/36), *Dendrocoelides Hankói* (GELEI 1931), *Hydramoeba hydroxena* (SEBESTYÉN 1937), parazitikus férgek (MÖDLINGER 1934, 1934a), *Leptodora* és lárvája (SEBESTYÉN 1931, 1949), *Corophium* (ENTZ BÉLA 1943), *Culex pipiens* (VINCENT 1933), lápi póc (ROTARIDES 1937, GEYER és MANN), tarka géb (ENTZ GÉZA 1939), rabló- és kürtősdarazsak (ROTARIDES 1934, MÓCZÁR 1938), *Dasyhelea Geleiana* (GELEI 1930, ZILAHI-SEBESS 1932) stb.

Ilyenféle tanulmány célkitűzése sokféle lehet, területe pedig — *ideálisan* — terjedelmes : életmód, életpálya, népességdinamika, a környezethez és társuláshoz való viszony, tehát táplálkozási összefüggések, népességsűrűség, ennek alapján az állomány felvétele és egyéb tavi vonatkozások. Tehát csak részletekben végezhetők. Mindezeknek az ismereteknek birtokában meg lehetne állapítani az illető szervezet helyét és értékét a tavi anyagforgalomban.

Igen kevés az, amit tavunk *bakteriológiai* viszonyairól tudunk. Pedig ennek legalábbis kettős jelentősége volna : a baktériumok szerepe a környezetalakításban és az anyagforgalomban, másik a közegészségügyi vonatkozás. Mindkettő elsőrendű szükséglet. A speciális felkészültséget és munkakörülményeket kívánó bakteriológiai kutatásokat eddig is kutatóvendég, illetőleg külső munkatárs végezte (BUCHGRABER 1933 ; HARANGHY 1930, 1935/36, 1936, 1936a, 1941 ; TÖRÖK P. [beömlő vizekre vonatkozó adatok in litt.] 1954, 1955 ; VITÉZ 1943). Rendszeresített vizsgálatok megoldása még a jövő feladata.

A tavi életre vonatkozó problémák nagy része a *tó sajátosságai* köré csoportosulnak. Ezeket a jellemvonásokat nagyrészt már az első kutatási szakasz, sőt a Balaton-Bizottság felismerte. A kép, amit limnobiológiai szempontból tavunkról felvázolhatunk, alig különbözik attól, ami a már említett

összefoglalásokban le van fektetve, talán szükséges ma több sajátságot kidomborítani.

Azt mondhatjuk, hogy *a Balaton pontusi kapcsolatokkal rendelkező, nagy kiterjedésű sekély tó. Vize CaMg-hidrokarbonátos, O_2-ben dús, magas sótartalommal és pH-val. A víz hőmérséklete, befagyásig, követi egész tömegében a légkör hőmérsékletét; jég alatt, vagy ha a szél akadályozza a befagyást, megközelítheti a 0 fokot. Hőmérséklet és áramlási viszonyok tekintetéből, valamint a termelés és lebontás szintere szerint, a víztömeg egységes, rétegződés a fénybehatolás mértékében van. A fenék csaknem egész terjedelmében az átmeneti jellegű eprofundálnak* (Lenz) *felel meg. Az anyagforgalomban jelentős szerep jut a szervestörmeléknek. A sekélység ellenére, a tavi jelleget a mederalkat és helyzet és a szeles klíma tényezőinek, továbbá a víz zavarosságának egybekapcsolódása alakítja ki és tartja fenn.*

A *fényklímáról* tudjuk, hogy a víz fiziográfiai sajátságainak, a meder sekélységének, a szélhatásnak és biotikus tényezőknek összejátszásával alakul és változik. Beható tanulmányozása mindeddig műszerbeszerzési nehézségek miatt késlekedett. A zavarosság biológiai kihatásaira vonatkozólag Wunder nek 1930-ban megjelent dolgozatain kívül alig van irodalom. A planktonkutatásokkal kapcsolatban sok adat gyűlt össze a vertikális elhelyezkedésre, de ezek legnagyobb része még nincs feldolgozva. Ebbe a kérdéscsoportba tartozik a zooplankton-vándorlás több kérdése is, melyeket részben már érintettem.

Több tanulmány rámutatott, hogy a *szélhatás* különösen a sekélységgel és más tényezőkkel kapcsolatban válik környezetalakító tényezővé: pl. Moon fenékfauna tanulmánya, a turzásdolgozatok, a nyíltvízi kemizmus egységességének ténye, a nádas zonációja (Meschkat), a makrovegetáció elterjedése, detritusz-képződés és szállítás, a trófia fokozódó szennyeződés által kiváltott emelkedésének visszatartása, a tavi jelleg fenntartása (Sebestyén 1957) stb.

A *termikus* sajátságok biológiai kihatásai még nincsenek kellőképpen felmérve, bár egyes jelenségek szinte kézzelfoghatóan — egészben vagy részben — a hőviszonyokkal hozhatók kapcsolatba. Ilyen pl. a fitoplanktonban, a mikro nagyságrendben, a melegvízkedvelő és euritermikus formáknak úgyszólván egyeduralma (Sebestyén—Török—Varga 1951, Sebestyén 1953, Tamás 1954), s talán a *kisméretűség* is, bár ennek a jelenségnek *tényét* kell először alaposan megvizsgálni.

A *vegyi* sajátosságok biológiai kihatásainak problémája, más természetű kutatások során, éppen hogy felmerült, az idevonatkozó tájékoztató kutatások csupán tapogatódzásnak nevezhetők.

A meder *sekélységére* több tanulmányban van utalás, de a Balatonnak mint sekély tónak sajátságai még nincsenek sok vonatkozásban összefoglalóan tárgyalva.

A *pontusi* kapcsolatok tényével a fauna-változás és telepítés kérdései során kell számolnunk. A pontusi faunaelemek jelenléte, mint balatoni sajátosság, már a Balaton-Bizottság kutatásaiból kitűnt. E kapcsolat jelenünkbe történő kihatásaira Dudich E. 1927-ben hívta fel a figyelmet.

Lóczy Lajosnak azon a véleményén kívül, hogy az Unionidák tavunk őslakói és hogy a *Kellicottia longispina* kerekesférget Varga Lajos glaciális reliktumnak tartja (1954), nincs adatunk *a tó állatvilágának ki-*

alakulására. A hozzáférhető régi és újabb üledékpróbáknak ebből a szempontból való átvizsgálása vethet fényt e kérdésre. Az elmúlt három évtized alatt jelentékeny változások történtek a tavi faunában, részint természetes úton, éppen a pontusi kapcsolat során, részben pedig szándékos beavatkozással. Ezek ismertetésére azonban most nincsen tér.

Nem lehet célom programot adni Tihany Balaton-kutatásában, de az elmondottakból kitűnik, hogy a továbbiakban is *irányvonalak lefektetésére*, bizonyos *összefogásra* szükség van manapság, noha az intézeti kutatásoknak csaknem egyetlen területe a vízi élet, a kutatások tárgya pedig — a helyzettől való függésben, de a balatoni problémák úgyszólván kimeríthetetlen gazdagságát tekintve — legnagyobbrészt balatoni vonatkozású.

*

Mielőtt befejezném az áttekintést, kötelességszerűen, de a teljesség kedvéért is, meg kell emlékeznem a Balaton-kutatás oly részleteiről, melyek *Tihanytól függetlenül* folytak.

Alapvetőek azok a megállapítások, melyek a tó keletkezésének idejét a Lóczy-féle felfogáshoz mérve, leszűkítik. Bár a topográfiai (Kéz 1943; Bulla 1943), valamint a pollenanalitikai módszerekkel (Zólyomi 1952, 1953) s egymástól eltérő szemlélettel végzett vizsgálatok eredményei ma még nincsenek teljesen összhangban, nagy lépéssel viszik előre a tó korára vonatkozó ismereteinket.

Maucha Rezső mutatott rá először arra, hogy a Balaton, mint nagy tó, vertikálisan egységes, később megállapította a balatonvíz típusát és helyét a víztípusok rendszerében (1931, 1949).

Hortobágyi algatanulmányai oly vízterületekre terjednek, melyek eddigelé nem voltak tanulmányozva, s így gazdag eredményt hoztak.

Lukács Károly számos halászati tanulmánya, továbbá értékes tudománytörténeti kutatásai is ide tartoznak (1931—1943, 1941, 1942, 1943, 1948). Itt utalok a Haltenyésztési Kutatóintézet halászati és halparazitológiai dolgozataira is.

A negyvenes évek végén újraéledt Balaton-Bizottság működésének körébe tartoznak a már említett topográfiai tanulmányok (Kéz, Bulla), továbbá Földváry Miksának a Balaton vidéki erdőkről szóló (1943), ifj. Lóczy Lajosnak a vízellátást érintő hidrogeológiai (1944) és Cholnoky ismeretterjesztő tanulmányai (1943, 1944). Balaton vidéki ivóvíz kérdésekkel (Papp Szilárd, Páter János), az iszappal több kutató (Csajághy Gábor [Balaton] és Cziráky [Hévíz]) foglalkozott. Az OKI és VITUKI a szennyezettséget közegészségügyi szempontból vizsgálta (Hidr. Közl. 32—37. kötet).

Ebbe a fejezetbe tartoznak az Országos Természettudományi Múzeum Állattárának az OKI-val közösen végzett malária szúnyog vizsgálatai a Balaton mindkét partján, melynek eredményeként hatékony közegészségügyi intézkedések jöttek létre (Mihályi és munkatársai 1952, 1953, 1956). Az Állattár a Kis-Balatonon is végzett kutatásokat.

A *Magyar Hidrológiai Társaság* 1950 óta megindult balatoni ankétsorozatának előadásai alapján kiviláglott, hogy a nevezett Társaságnak, sőt más intézményeknek is milyen gazdag balatoni vonatkozású hidrológiai, műszaki, közegészségügyi, társadalmi stb. feladatköre, terve és teljesítménye van. Ezek nagyrészt a tó biológiai viszonyait is érintik.

Azt mondhatjuk, hogy a Magyar Hidrológiai Társasággal elsősorban éppen az ankétok útján, továbbá a Limnológiai Szakosztálynak a Társaság kötelékében történt megalakulásával igen gyümölcsöző összeköttetésünk létesült, mely az érdeklődés közös tárgyának magasabb nézőpontból való szemléletét biztosíthatja mindkét fél számára. Úgy látjuk, hogy a *Balaton* kutatóhajó vízrebocsátásával új lendületet kapnak a Magyar Tenger megismerésére való törekvések, s lehetővé válik a kutatások kiszélesítése és összekapcsolása.

*

Legutoljára maradt az a fontos kérdés, hogy *mit nyújtottak a tihanyi Balaton-kutatás eredményei a gyakorlati életnek?*

Minthogy a tavi élet csúcsterméke a hal, természetesen a *halászati* vonatkozások a legfontosabbak. Ilyen téren legismertebb

1. a süllőkeltetés új módszerének kidolgozása (Entz—Woynárovich), melynek következménye az alsóörsi keltetőtelep létesülése;

2. a fejszám szerint legnagyobb állományban előforduló küsz élelmiszeripari felhasználása alapját tevő dolgozat (Entz B. 1951, 1952);

3. a kifogott halak eltartására vonatkozó tanulmány (Entz B. 1951a);

4. oly vizsgálatok, melyek eredményeit a gyakorlat már menetközben hasznosítja: pl. az a megállapítás, hogy a keszeg és koncér tömeghalak nem táplálékkonkurrensek, és így párhuzamos tenyésztésük keresztülvihető (Entz—Lukacsovics 1957);

5. fenékfauna-vizsgálatok alapján adhatott az illető Balaton-kutató szakvéleményt abban a kérdésben, hogy az angolna tenyésztésének van-e trofikus alapja tavunkban (Entz B., szóbeli közlés);

6. ilyenek a már évek óta több halfajon végzett többrétű növekedés vizsgálatok, melyek szakmai alapot nyújtanak abban a kérdésben, hogy hogyan lehet a halászatot fokozni, irányítani úgy, hogy egyidejűleg a halállomány is kellő védelemben részesüljön (Entz—Lukacsovics 1957).

7. Tihanyi vizsgálatok több ízben érintettek *közegészségügyi* kérdéseket.

Rigler G. (1930) 1929-ben végigvizsgálta Tihanytól Fűzfőig a Balatonba ömlő összes forrásokat és patakokat, megállapítván, hogy e vidéknek a tó felé lejtő völgyeiben számos olyan forrás fakad, mely gravitációs vízvezeték táplálására kiválóan alkalmas. Tudtommal ezen az alapon egyedül Balatonfüred vízvezetéke épült ki. Megállapította azonban azt is, hogy a legtöbb forrás vize ellen komoly kifogás emelhető bakteriológiai tekintetben. A kincseket érő források, igen kevés kivétellel, barbár módon el vannak hanyagolva. Patakvizsgálatainkból tudjuk, hogy azóta sem történt semmi ebben a tekintetben.

A harmincas évek elején a Kultuszkormány által támogatott bakteriológiai vizsgálatok eredménye vezetett arra (Haranghy 1936, 1941), hogy akkoriban a derítőket számos helyen rendbehozták és új derítők létesültek.

A háború utáni években megejtett planktonkutatások mutattak rá, hogy a település fokozódásával a tó vizének trófiája emelkedik, és ez figyelmeztet közegészségügyi vizsgálatok megejtésének szükségességére (SEBESTYÉN 1953). Az illetékes hatóságok az intézet felhívását akceptálták és intézkedéseket tettek.

Az intézet kezdettől fogva gyakran ad szakvéleményt és felvilágosítást halászati, iparügyi, fürdőügyi kérdésekben, amennyiben azok balatoni vonatkozásúak.

Sok példát lehetne még felsorolni, de legyen szabad ehelyett, összefoglalásképpen, kifejezést adni annak a véleményemnek, melyet bizonyára minden hidrobiológus vall, s melyet érdemes is megszívlelni, hogy *egy nemzetgazdaságilag kincset érő belvíz sajátos biológiai viszonyainak feltárása a sokszor félremagyarázott és félreértett "elméleti" síkon ad és adhat csupán biztos alapot gyakorlati célkitűzésű feladatok megoldásában*, legyenek azok halászati, közegészségügyi, társadalmi vagy egyéb, a tavi életet érintő problémák.

A balatoni vizsgálatok eredményeit az intézet igyekezett közkinccsé tenni a *népművelés* érdekében. Számos balatoni előadás hangzott el a Természettudományi Társulat nyilvános ülésein, a társulat utódjának, a TTIT-nek rendezvényein, a Balatonban folyó élet megismerésére könyveket írt (HANKÓ, ENTZ—SEBESTYÉN), és a nagyközönség által hozzáférhető folyóiratokban ismerteti a vízi élet sok részletét.

A harmincas évek elején a biológus középiskolai tanárok számára rendezett *tihanyi kurzusokon* a biológia alapvető kérdéseivel és újabb vívmányaival való megismerkedés főként balatoni objektumok vizsgálatával történt.

Intézetünk javasolta és vívta ki, hogy a *tihanyi Kisöböl és a Belső-tó védelmi terület legyen.*

*

Menetközben állottunk meg, mint a bevezetőben mondottam, de úgy látszik, meg is kell itt állanunk ismét. A második 15 év eredményei sokrétűek és elég gazdagok ahhoz, hogy azokat összefoglaljuk. Ismereteink ez újabb lépcsőfokára állva építhetünk így tovább. Különösen a fiatal Balatonkutatóknak, s a jövendő hidrobiológusainak van erre szüksége. Ez azonban nem lesz elég. Szorgalmaznunk kell emellett minden lehetőség megadását a *hidrobiológiai szakképzettség alapjainak megszerzéséhez.* Ezek:

1. a gazdag szakirodalom hozzáférhetőségéhez szükséges nyelvbeli készség;
2. jó magyar hidrobiológiai szakkönyvek;
3. a felsőoktatás keretében való előkészítés erre a pályára, beleértve *ökológiai* és *fiziológiai* felkészültség megszerzésének lehetőségét is;
4. széltében elterjedt jó külföldi szakkönyvek átültetése nyelvünkre.

Mindezek nélkül komoly előrehaladás nem várható ezen a téren. A limnológia ma már olyan kialakult és amellett fejlődő tudományág, hogy kellő szakmai alap nélkül nem művelhető, és a hazai hidrobiológiai s balatoni problémák komoly megoldására nem lehet vállakozni.

IRODALOM*

Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei (1897—1918), *Budapest*, Res. d. wiss. Erforsch. d. Balatonsees, Wien (1897—1920)

Balatoni Szemle (1942—1944) **1—3.**

Bulla B. (1943): Geomorphologiai megfigyelések a Balatonfelvidéken. *Földr. Közl.* **71,** 18—45.

Dudich E. (1942): A magyar tenger könyve. *Állattani Közlemények* **39,** 253—256.

Dudich E.—Szabó Z.—Zimmermann Á. (1943): Jelentés a Weiss-Fülöp alapítvány 1942. kamatainak odaítéléséről. *Akadémiai Értesítő* **53,** 138—144.

Entz G.—Sebestyén O. (1940): A Balaton élete. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **12,** (Irodalom).

†Entz, G.—Sebestyén, O. (1946): Das Leben des Balaton-Sees. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **16,** (Irodalom).

Entz, B.—Woynárovich, E.: (1947) Neue Wege zur Ausbrütung von Zander-Eiern. *Schweizerische Fischerei Ztg.* **6,** 132—133.

Forel, F. A. (1892—1904): Le Léman. Monographie limnologique **1—3,** Bde. *Lausanne.*

Forel, F. A. (1901): Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie, *Stuttgart.*

Hidrológiai Közlöny (1949—1957) **29—47.**

Hortobágyi T. (1942—1944) *Botanikai Közl.* **39—44**; *Borbásia Nova* (1944) **23,** *Acta biol.* (1956) **6,** stb.

Kéz A. (1943): Mikor keletkezett a Balaton? *Term. Tud. Közl.* **75,** 149—152.

Kéz A. (1943): Újabb terraszmegfigyelések a Zala mentén. *Földr. Közl.* **71,** 1—18.

Lundbeck, J. (1954): Gedanken zur Frage der Bildung und Veränderung natürlicher und genutzter Tierbestände, insbesondere vom Standpunkt der praktischen Fischerei. *Arch. f. Hydrobiol.* **49,** 225—257.

Magyar Biol. Kut. Munk.. (1921—1957) **1—24,** Archivum Balatonicum **1,** Arch. Biol. Hung. **17—19,** Annal. Biol. Tihany. **20—24**).

Maucha, R. (1949): Einige Gedanken zur Frage des Nährstoffhaushaltes der Gewässer. *Hydrobiologia* **1,** 225—237.

Maucha R. (1953): A vizek produkciósbiológiája és a halászat. *MTA Biol. Oszt. Közl.* **2,** 393—455.

Mihályi F.—Soós Á.—Sztankay M.—Zoltai N. (1953): A balatonmenti községek szunyoghelyzete és a gyakorlati védekezés módjai. *MTA Biol. Oszt. Közl.* **2,** 35—94.

Mihályi, F.—Soós, Á.—Sztankay-Gulyás, M.—Zoltai, N. (1956): Recherches informatives sur l'envahissement des Moustiques des région plates de la Hongrie. *Acta Zool.* Budapest, **2,** 245—262. (itt irodalom!).

Mihályi, F.—Zoltai, N. (1956): Contributions to the occurrence of Culex pipiens molestus in Hungary. *Acta Zool.* **2,** 263—268.

Ruttner, F. (1952): Grundriss der Limnologie. 2. Auflage. Berlin, 1—232.

Sebestyén O. (1948): A Balaton biológiai kutatásának mai állásáról. *Magy. Biol. Kut. Int.* kiadványa 1—9.

Sebestyén O. (1950): A Balaton biológiai kutatásának korszerű szempontjai. A Magyar Hidr. Társaság balatoni ankétján (Hévíz) elhangzott előadás (Kézirat).

Sebestyén O. (1952): Kvantitatív planktontanulmányok a Balatonon és a termelés kérdése. *MTA Biol. és Agrártud. Közl.* **3,** 589—613.

Sebestyén, O. (1952): Quantitative Planktonstudien und das Problem der Production. *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **3,** 319—332.

Sebestyén O. (1955): A magyar hidrobiológia útja. *Hidr. Közl.* **35,** 385—393.

Sebestyén, O. (1957): Quantitative and qualitative changes in the plankton of Lake Balaton. *Verhandl. IVL* **13,** (sajtó alatt).

Sellery, G. C. (&Mortimer, C. H.) (1956): E. A. Birge. The Univ. of Wisconsin Press, *Madison* USA IV + 221.

Török P. (1954—1955): Balatonba ömlő vizek bakteriológiai adatai (Kézirat).

Zólyomi B. (1952): Magyarország növénytakarójának fejlődéstörténete az utolsó jégkorszaktól. *MTA Biol. Oszt. Közl.* **1,** 491—530.

Zólyomi, B. (1953): Die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Ungarns seit dem letzten Interglazial. *Acta Biologica* **4,** 367—430.

Oly dolgozatok, melyekre a szövegben utalás van, de a listán nem szerepelnek, megtalálhatók a tihanyi kiadványokban vagy a 12. és 16. kötetben. megjelent balatoni összefoglalások (Entz — Sebestyén) irodalmi jegyzékében.

DIE DREISSIGJÄHRIGE BALATON-SEE-FORSCHUNG IM BIOLOGISCHEN FORSCHUNGSINSTITUT ZU TIHANY

(Auf der dreissigjährigen Jubiläum gehaltener Vortrag am 14. Sept. 1957.)

Olga Sebestyén

Zusammenfassung

Die Vortragende, Frau Dr. O. Sebestyén, Leiterin der hydrobiologischen Abteilung, gab einen zusammenfassenden Überblick über die wissenschaftliche Tätigkeit des im Jahre 1927 gegründeten Institutes. Im Vortrag werden jene Forschungen besprochen, welche die biologischen Verhältnisse des Balaton-Sees und dessen Umgebung berücksichtigen.

Die in den Jahren 1897 bis 1918 von der Wissenschaftlichen Balaton-Kommission der Ungarischen Geographischen Gesellschaft in ungarischer und deutscher Sprache herausgegebenen Veröffentlichungen (Res. wiss. Erforsch. des Balaton-Sees) haben unseren See weltbekannt gemacht. Im Vortrag werden manche darin enthaltenen Feststellungen hervorgehoben, welche sich auch für die moderne Limnobiologie als grundlegend erwiesen haben. Die Unentbehrlichkeit eines "ufernahen Laboratoriums" tauchte schon während der Arbeiten der zoologischen Komission auf. Durch die Gründung des Biologischen Forschungsinstitutes (Tihany) wurde ein alter Wunschtraum ungarischer Naturwissenschaftler verwirklicht.

Der Anfang der Tihanyer Forschungen fällt in die Zeit der Entfaltung der modernen Limnobiologie. Ihr Ziel war, die Zusammenhänge der Lebewelt mit der Umwelt in ihrer Gesamtheit und in ihrer einheitlichen Erscheinung zu erfassen und zu untersuchen.

Die Verfasserin bespricht die Resultate im Sinne der modernen Limnologie und hat dabei die geistigen, materiellen und organisatorischen Gegebenheiten des Institutes vor Augen.

Die dreissigjährige Epoche kann in zwei Abschnitte geteilt werden: vom Anfang bis zur Zusammenfassung der in den ersten 13 bis 20 Jahren erzielten Resultate (Das Leben des Balaton-Sees 1946) und die anschliessende Zeit von 1946 bis 1957.

I. Im Institut wurde die Balaton-See-Forschung an der Balaton-Biologischen Abteilung von 2 bis 3 ständigen Mitgliedern und mehreren, ungarischen und ausländischen Wissenschaftlern durchgeführt, die als Gäste einige Zeit in Tihany verbrachten. Im Rahmen der höheren Konzeptionen wurden die Einzelprobleme meistens nach Fachrichtung und Interesse der Mitarbeiter und nach der zur Verfügung stehenden Zeit ausgewählt.

1. Idiographische Stufe (Thienemann). Die physiographischen Untersuchungen wurden grösstenteils von den Mitgliedern und den Gästen der Allgemeinen Biologischen Abteilung bearbeitet. Es waren auch Bestrebungen zur Weiterführung der faunistischen Untersuchungen der Balaton-Komission und deren Ausdehnung auf die eingehende Erforschung der biologischen Verhältnisse einiger Organismen aus dem Balaton-See vorhanden.

2. Die cönographische Stufe ist mit faunistischen Untersuchungen auf ökologischer Grundlage, mit der ersten quantitativen Planktonuntersuchung, mit den Benthos- und Psammon-Untersuchungen, mit pflanzencönologischen Aufnahmen und mit Röhricht-Forschungen vertreten.

3. In solchen Forschungen, wo die Einheit des Lebens im See in Vordergrund tritt, wurde die limnologische Stufe erreicht, so schliessen sich diese Arbeiten (vertikale Tageswanderung des Planktons, Driften-Untersuchungen usw.) der lezterwähnten Stufe an.

Die Einzeluntersuchungen der ersten Periode werden immer ausgeprägter durch die ökologische Forschungsweise und durch die Vervielfältigung der Probleme charakterisiert.

Nach einzelnen, gewisse Arbeitsrichtungen betreffenden Zusammenfassungen ("Die Molluskenfauna des Balaton-Sees und seiner Umgebung" [1941], die Enumeration der aus der Algenvegetation des Balaton-Sees [1938 bekannten Algen]) wurde eine umfangreiche Synthese in drei verschiedenen Arbeiten veröffentlicht) (Entz—Sebestyén: A Balaton élete [Das Leben des Balaton-Sees]. Die Erste (1940, ungarisch) gibt eine allgemeine Übersicht auf Grund der bisherigen Resultate über das Leben des

Sees und deutet weitere Ziele und Forschungsrichtungen an. Eine erweiterte, neubearbeitete deutsche Ausgabe dieser Arbeit (1946) macht die Resultate auch den ausländischen Fachkreisen zugänglich. Eine dritte (1942, ungarisch) dient in Buchform, reich illustriert in verständlicher Form der Verbreitung der Wissenschaft in Ungarn.

II. Zwischen den erwähnten zwei Perioden liegen die schweren Jahre des zweiten Weltkrieges. Die Zahl der Mitarbeiter wurde verringert, die Gäste blieben aus, sogar die Forschungen wurden auf ein Minimum reduziert. Im Rahmen der Reorganisation des Institutes am Ende des Jahres 1945 wurden die bisheringen Abteilungen aufgelöst, und die Balaton-See-Forschung, die frühere Hauptaufgabe des Instituts, trat in den Hintergrund; sie wird durch einige Forscher oder Forschergruppen weitergeführt — soweit die Gegebenheiten es ermöglichten. Im Jahre 1951 wird das Institut, das bis dahin unter der Verwaltung des Kultusministeriums, später — vorübergehend — unter der des Wissenschaftlichen Rates stand, von der Ungarischen Akademie der Wissenschaften übernommen. Die vorgeschriebenen Probleme (Produktion und Anpassung) ermöglichen die Weiterführung und Erweiterung der Forschungen im Rahmen der neu aufgestellten Hydrobiologischen Abteilung.

Die Hauptrichtungen der Forschung sind die folgenden:

1. Die Erforschung des Milieus "Wasser," besonders der Kaltwasserperiode im gesamten See.
2. Zur Ergänzung der während der Kriegsjahre entstandenen Verluste werden die Sediment-Untersuchungen aufgenommen. Die Bearbeitung der Serien quantitativer Planktonproben der Jahre 1936 bis 38 wird durchgeführt.
3. Fischereibiologische Probleme werden bearbeitet.
4. Detritus-Drift-Untersuchungen sind im Gange.
5. Die Erforschung cönologischer Verhältnisse des Aufwuchses auf den Uferstein des Erosionsufers (*Bangia-Philodina*, Moos-Tardigraden, Diatomeen-Cönose) wird vorgenommen.
6. Neue Planktonuntersuchungen über die Planktoninvasion der Jahre 1944—45 und deren Erfolge.
7. Dann folgt die biologische Auswertung des niedrigen Wasserstandes im Jahre 1949 in der Uferzone.
8. Es werden horizontale Plankton- und Benthos-Untersuchungen aufgenommen.
9. Die ökologischen Verhältnisse der in den Balaton-See mündenden Gewässer werden untersucht.
10. Neue Forschungen werden eingeführt, welche die Biomasse des Planktons und des Benthos und deren Veränderungen betreffen und welche als Voruntersuchungen der Fragen der Produktion und der Produktivität betrachtet werden können. Es sind vergleichende Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Planktoncrustaceen und Amphipoden im Gange.
11. Im Rahmen der botanischen Abteilung werden zur Erfassung der primären Produktion die ersten Schritte getan.

Die Zusammenfassung der in der zweiten Periode gewonnenen Ergebnisse ist eine Aufgabe der Zukunft. Auch während dieser Periode sind sämtliche Arbeiten — welche in dieser Periode grösstenteils von den Mitgliedern des Institutes durchgeführt wurden — der tieferen Erkenntnis der biologischen Verhältnisse des Sees gewidmet. Ein Teil der Arbeiten kann in die cönologische Stufe eingereiht werden, wobei die limnischen Beziehungen mehr in den Vordergrund treten.

Heutzutage wird jene Auffassung angenommen, dass der Balaton-See ein pontische Beziehungen aufweisender, ausgedehnter, flacher See ist. Der Balaton-See ist ein Ca-Mg-Hydrocarbonat Gewässer, das an gelöstem Sauerstoff reich ist und dessen pH und Salzkonzentration hoch ist. Die Temperatur des Wassers folgt bis zum Zufrieren in seiner ganzen Masse der Lufttemperatur, unter dem Eis und wenn der Wind das Zufrieren verhindert, nähert sich seine Temperatur dem Gefrierpunkt. In Bezug auf Temperatur und Strömungsverhältnisse sowie als Spielraum der aufbauenden und abbauenden Prozesse ist die gesamte Wassermenge völlig einheitlich. Eine Stratifikation kann nur im Lichtklima beobachtet werden. Der Boden entspricht fast in seiner ganzen Ausdehnung dem Eprofundal (Lenz) mit Übergangscharakter. Im Stoffkreislauf spielt der Detritus eine bedeutende Rolle. Trotz der geringen Tiefe des Wassers wird der See-Charakter des Balatons durch den Zusammenhang der Lage und der Morphologie des Beckens, des windigen Klimas und der starken Trübung des Wassers ausgebildet und aufrechterhalten.

Verfasserin weist auf die in den Forschungen in Tihany nur schwach vertretenen oder fehlenden Forschungsrichtungen (faunistische, autökologische Arbeiten über die in grosser Zahl vorkommenden sowie charakteristischen Organismen des Balaton-Sees ; bakteriologische Untersuchungen) hin.

In den weiteren Forschungen können die Beziehungen der charakteristischen Eigenschaften des Balaton-Sees in den biologischen Verhältnissen massgebend sein (Seichtheit, Lichtklima, Temperaturverhältnisse, mit diesen im Zusammenhang die Untersuchungen des Zwergwuches-, wasserchemische Verhältnisse, pontische Beziehungen, die Geschichte der Bevölkerung des Sees).

Die Verfasserin weist auf einige für den Balaton-See wichtige Feststellungen hin, welche unabhängig vom Institut erforscht wurden. (Die neueren Untersuchungen über die Feststellung der Zeit der Enstehung des Seebeckens an Hand topographischer und pollenanalytischer Forschungen. Das Übereinstimmen der aufbauenden und abbauenden Schichten im See. Der Typ und die Lage des Balaton-Wassers in dem System der Seetypen. Algenuntersuchungen. Fischereibiologische, fischparasitologische, wissenschaftsgeschichtliche Untersuchungen. Hydrogeologische und hygienische Untersuchungen. Die Erforschung der Fauna des Kisbalatons usw.)

Die Verfasserin erwähnt die fruchtbaren Beziehungen des Institutes mit der Ungarischen Hydrologischen Gesellschaft. Es werden auch die praktischen Auswirkungen der Forschungen des Intitutes erwähnt. Die Aufmerksamkeit wird auf die kulturelle Tätigkeit im Sinne der Vertiefung der biologischen Kenntnisse des Institutes in Ungarn gerichtet (Kurse, verständlich wissenschaftliche Vorträge, Artikel, Bücher, usw.)

Infolge der Proposition des Institutes wurde die Bucht Kisöböl in der Nähe des Institutes und der Belső-tó-Teich in Tihany unter Naturschutz gestellt.

Nach den Obengesagten richtet die Verfasserin die Aufmerksamkeit auf die Bedeutung der einheimischen hydrobiologischen Forschungen deren unentbehrliche Voransetzung eine Hydrobiologen-Ausbildung an den Universitäten ist.

PROTOZOONOK HATÁSA A KUKORICA ÉS ZAB NÖVEKEDÉSÉRE

Előzetes közlemény

GELLÉRT JÓZSEF

Érkezett: 1958. január 20.

A talajban élő protozoonok tevékenysége sokat vitatott kérdése a talajmikrobiológiának. A kérdést illetőleg nagyon sok közlemény látott már napvilágot, ennek ellenére azonban még igen sok probléma vár megoldásra. Ma már minden kétséget kizáróan tudjuk, hogy a legtöbb talajban, így a mezőgazdasági talajokban is, kedvező nedvességtartalom mellett aktív protozoonok élnek. Az 1900-as évek elején még az az elmélet tartotta magát, hogy a talajban élő protozoonok pusztítják a hasznos baktériumokat, így károsan hatnak a termőképességre. Ez az elmélet azonban már elévült, hiszen ma már tudjuk, hogy a protozoonok jelenlétében növekszik az *Azotobakter*ek aktivitása, ami viszont ellentmond a talajkimerülés protozoon elméletének.

A protozoonok talajbeli tevékenységére vonatkozó eddigi vizsgálatok főleg a baktériumflórára gyakorolt hatást érintették. Felmerül tehát az a kérdés, hogy a talajbeli protozoonhatás kimutatható-e a növények fejlődésében, illetve növekedésében. Ennek a kérdésnek tisztázása céljából állítottam be egy üvegházi kísérlet-sorozatot, melynek során a kukorica és zab hosszának növekedésében mértem a protozoon hatást és ennek irányát.

A kísérletekhez 2 mm-es szitán átrostált, szemcsés fekete talajt használtam, és ezen a talajon $10 \times 15 \times 20$ cm-es virágcserepekben neveltem a növényeket. Vizsgálataimat normál, részben sterilizált (protozoon mentes) és protozoonokkal dúsított talajon végeztem. Az alap-talaj tehát változatlan maradt, csupán a protozoon tartalmat csökkentettem, illetve növeltem. A fenti talajváltozatokból mind a kukorica, mind a zab részére 3—3 cserepet készítettem. Mindegyik cserépbe 4—4 szem kukoricát, illetve zabot vetettem 1 cm mélységbe. Célom az volt, hogy a kukorica és zab növekedését az egyes talajváltozatokon lemérjem, és az eredmények összehasonlításából következtetni tudjak a protozoon hatás irányára. A cserepekbe helyezett talajt néhány napig szabad levegőn tartottam. Ezt követően 3—3 cserepet továbbra is normál állapotában hagytam, míg a többit a kísérleti célkitűzések érdekében protozoonoktól mentesítettem, illetve másokat dúsítottam. A részleges sterilizálásra szánt cserepekben a talajt jól átnedvesítettem, naponként locsolva 3 napig laboratóriumi levegőn hagytam. Tapasztalataim szerint, ez az idő elegendő volt ahhoz, hogy a ciszta állapotában levő protozoonok aktív állapotra térjenek. Ekkor a cserepeket 24 órára 60 C°-ra fűtött ter-

mosztátba helyeztem. Ezen idő alatt a felmelegedett talajban a protozoonok elpusztultak, a baktériumok viszont nem. Az irodalmi adatok 1 órán át tartó 80 C°-on való hevítést írnak elő. Az előírtnál alacsonyabb hőfokot azért alkalmaztam, hogy a túlzott hevítés ne idézhessen elő mélyebbre ható változásokat magában a talajban. A sterilizálás idejét viszont megnyújtottam, mert a teljes talajmennyiség átmelegedése ezt megkívánta. Tapasztalatból tudom, hogy 40—50 C° mellett az aktív protozoon élet megszűnik, viszont a ciszta állapotban levő csillósok még 80 C°-os hevítés után is képesek aktív állapotra térni. Ez viszont azt a gondolatot keltheti, hogy a 60 C°-on való hevítés nem pusztítja el a cisztákat, tehát nem tökéletes a részleges sterilizálás. A termosztátban való hevítést megelőző 3 napos nedves állapot viszont bőségesen elegendő volt ahhoz, hogy a ciszták aktív életre keljenek. Az aktív protozoonok viszont a hevítés során elpusztultak. Ha mégis maradt volna a talajban ki nem kelt ciszta, és ez csak a sterilizálást követően kelt volna ki, úgy ez csak olyan csillós lehetett volna, mely nem talajlakó, tehát a talajban elszaporodni nem képes és így nem zavarhatta a kísérletet. Hevítés után a cserepeket 2 napig levegőn hagytam, hogy a talaj teljesen lehűljön. A részleges sterilizálással egyidőben másik 3—3 cserépben protozoon dúsítást végeztem. Ebből a célból, az erre szánt cserepekből 200—200 g talajt kivettem, vízzel jól meglocsoltam nyers protozoon tenyészet céljából. Két nap múlva a mikroszkópos áttekintés bőséges csillós faunát mutatott. Ekkor ezeket a nyers tenyészeteket az előzőleg jól meglocsolt eredeti cserepeikbe tettem vissza. Ezzel egyidejűleg a normál és részben sterilizált talajt is jól meglocsoltam és 1957. IV. hó 8-án elvetettem a magokat. Az elvetés pillanatától a kísérlet végéig naponta 100 ml vízzel locsoltam a cserepeket.

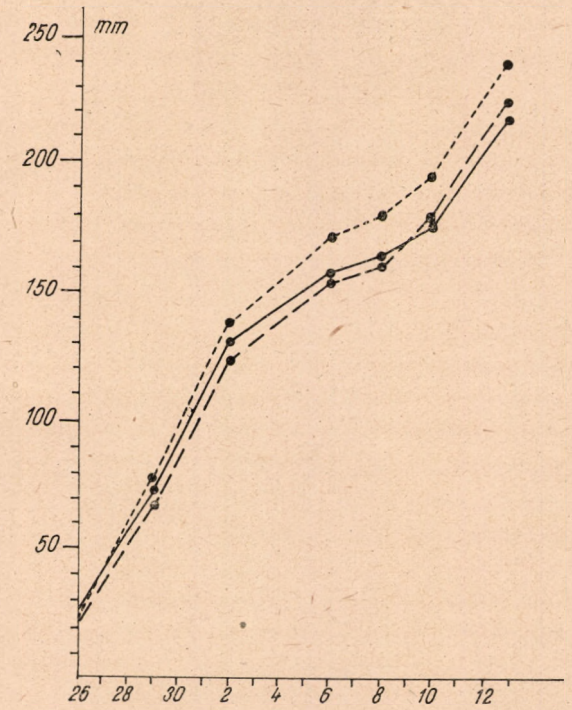
A kukorica IV. hó 20-án, a zab pedig 18-án kezdett csírázni. A csírázást követően IV. hó 26, illetve 23-tól V. hó 14-ig 2—3 naponként lemértem az egyes növénykék milliméteres növekedését. Mindegyik talajváltozatból 3—3 cserép, cserepenként 4—4 növény lévén, az egyes talajoknak megfelelően 12—12 növény került lemérésre. A 12 kukorica és 12 zab növekedéséből átlagnövekedést számítottam. A mérési eredményeket az 1. és 2. grafikonok tüntetik föl. (Mindkét grafikonon a növekedési vonal törései a külső hőmérsékleti ingadozásokat követik.)

Az *1. ábrán* világosan láthatjuk, hogy a normál és részben sterilizált talajjal szemben a protozoonokkal dúsított talajon a kukorica növekedése intenzívebb volt. A növekedésbeli különbségek nem nagyok ugyan (23, illetve 17 milliméter), de mégis szembetűnő és arra utal, hogy a protozoonokkal való dúsítás kedvezően befolyásolta a kukorica növekedését.

A *2. ábra* szerint a zab esetében csak a normál talajjal szemben mutatkozik többlet-növekedés, míg a részben sterilizált talajjal párhuzamosan halad a növekedés. Ez a görbe sem utal azonban káros protozoon hatásra, ha figyelembe vesszük a görbe teljes lefutását és nemcsak a végeredményt. A mérések kezdeténél legkisebbek voltak a dúsított talajon levő zabok. A második napra már elérték és ezt követően meg is haladták a normál talajon levőket. A 7. napra azonban már a protozoon mentes talajon levőket is meghaladták. Ezután kis növekedésbeli visszaesés következett, de a kísérlet végére 3 mm-rel mégis meghaladta az előbbit. Mindez arra utal tehát, hogy káros protozoon hatásról itt sem lehet szó.

A fentiek értelmében kísérletes úton próbáltam kimutatni a talajban élő protozoonok tevékenységét, illetve ennek a tevékenységnek a növények

növekedésében megnyilvánuló káros vagy hasznos voltát. Kísérleteimben tehát csupán a növekedésbeli különbségeket vettem figyelembe. Eredményeim azt mutatták, hogy káros protozoon hatásról nem lehet szó, hiszen a protozoonokkal való dúsítás növekedésbeli többletet eredményezett mindkét kísérleti objektumnál. Igaz ugyan, hogy a növekedés nem fedi a fejlődés fogalmát, vizsgálataim eredményéből mégis arra következtetek, hogy a protozoonok



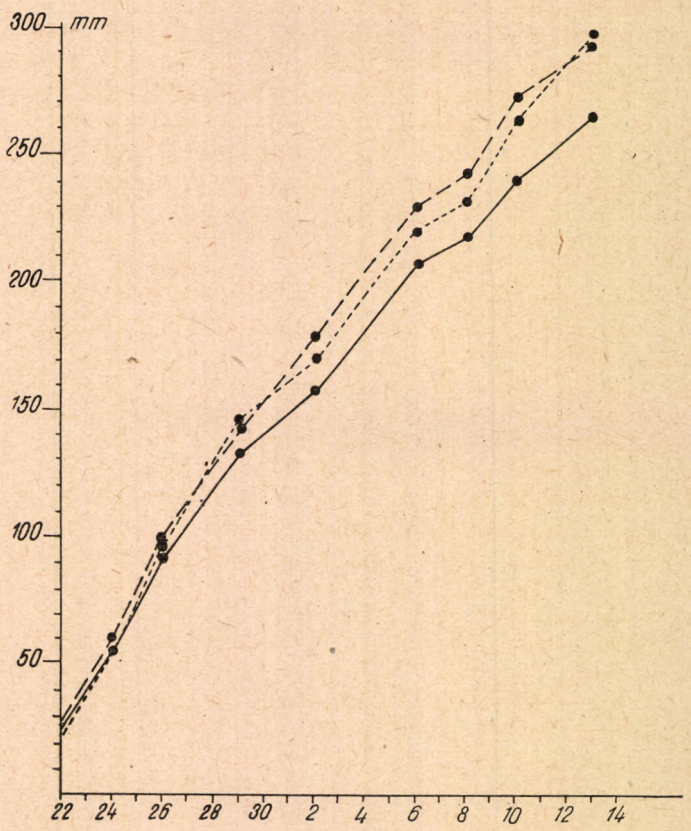
1. ábra. Kukorica növekedése normál, részben sterilizált és protozoonokkal dúsított talajon. ——— normál talaj, — — — — részben sterilizált talaj, ... protozoonokkal dúsított talaj

График 1 Рост кукурузы на нормальной, частично стерилизованной и обогащенной протозоа почвах. ——— нормальная почва — — — частично стерилизованная, почва .....обогащенная протозоа почва.

Fig. 1. Das Wachstum des Mais in normalem, teilweise sterilisiertem und mit Protozooen angereichertem Boden. ——— normaler Boden, — — — — teilweise sterilisierter Boden, ... mit Protozooen angereicherter Boden

kedvezően befolyásolják a talaj termőképességét. Ez viszont összhangban van Pochon és Tchan (1928) azon megállapításával, hogy a protozoonok minden baktériumpusztító tevékenységük ellenére globálisan stimulálólag hatnak a talaj mikroflórájára. Ezt a serkentő hatást viszont ma már igen sok vizsgálat támasztja alá. Csak a legfontosabbakra hivatkozva, ki kell emelnem a következőket. Nasir (1923) és Keiso Iwao (1926) kimutatták, hogy protozoonok jelenlétében erőteljesebb a nitrogénkötés. Telegdy-Kováts (1932) rámutatott arra, hogy a nitrogénkötés emelkedése az *Azotobakter*ekre gyakorolt stimuláló protozoon hatás következménye. Cutler és Crump (1929) vizsgálatai

értelmében a talaj mikroflórájának szénsavtermelése növekszik protozoonok jelenlétében. KOFFMAN (1934) szerint protozoonok jelenlétében a nitrifikációs folyamat kedvezőbben megy végbe. Ez a néhány kiragadott adat is arra mutat, hogy a talajban élő protozoonok kedvezően befolyásolhatják a talaj termőképességét, tehát a "talajfáradtság protozoon elmélet"-e nem állja meg a



2. ábra. Zab növekedése normál, részben sterilizált és protozoonokkal dúsított talajon. Jelmagyarázat : lásd *1. ábra*

График 2. Рост овса. См. график 1.

Fig. 2 Das Wachstum des Hafers in normalem, teilweise sterilisertem und mit Protozoen angereichertem Boden. Erklärung der Bodentypen S. *Fig. 1.*

helyét. Ismertetett vizsgálataim is arról tanúskodnak, hogy a protozoonos stimuláló hatás ténylegesen fennáll, és a kukorica meg zab esetében a növekedésben meg is mutatkozik.

VILJAMSZ "Talajtan" című könyvében utal arra, hogy : "az egyéves növények termesztésének hatására erőteljesen kifejlődik a talaj mikrofaunája : amoebák, csillangósok és más egysejtűek". BICZÓK vizsgálataiból hasonlóképpen kiderül, hogy : "a búza gyökeréről jóval nagyobb számban nyerhető protozoon, mint a talajból, vagy a talajjal érintkező vízből. A rizoszféra tehát a protozoonok legnagyobb részére a talaj legkedvezőbb feltételeit

biztosítja." VILJAMSZ és BICZÓK hasonló értelmű megállapításából viszont következik, hogy itt egy kétoldalú hatásnak kell megnyilvánulnia, vagyis a kölcsönhatások jegyében a protozoonoknak is hatniok kell a növényekre, még akkor is, ha ez a baktériumflóra aktivitásának stimulálásán át nyilvánul meg. Az irodalomban csupán egyetlen olyan cikket találtam, mely (TROITZKY és ZÉRÈN: Der Einfluss der Protozoen auf Wachstum und Entwicklung des Hafers) a protozoonoknak a növények növekedésére és fejlődésére gyakorolt hatásával foglalkozik. A cikk végső konklúzióként a káros protozoonhatás mellett foglal állást, de megállapítja azt, hogy a kísérletek során a protozoon fajok egy része eltűnt és mások jelentek meg, és ezen utóbbiak aktivitása lényegesen növekedett. TROITZKY és ZÉRÈN megállapítása viszont egyezik VILJAMSZ és BICZÓK azon megfigyelésével, hogy a talajban a rizoszféra területén, éppen a növény hatására a legtöbb protozoon faj kedvező feltételeket talál, egyes fajokra nézve azonban ez a hatás káros. Ezért tűntek el egyes fajok és jelentek meg mások. Ha figyelembe vesszük azt a körülményt, hogy a talajbeli protozoonok aktiválják az *Azotobakter*ek tevékenységét, továbbá azt, hogy a növények hatására a rizoszféra területén lényegesen emelkedik a mikrofauna, mely bizonyos fokú szelekción esik át, és a megmaradottak aktivitása növekszik, akkor arra a meggyőződésre kell jutnunk, hogy számolni kell a talajbeli protozoonhatásokkal. Erre viszont annál is inkább szükség van, mert vizsgálataim arról tanúskodnak, hogy ez a protozoon hatás kedvező a növények növekedésére és feltehetően a fejlődésre is.

A mezőgazdasági talajművelésben a termőképességnek az emberi érdekeknek megfelelő irányban való befolyásolásán van a hangsúly. Ezt azonban csak az összes biotikus és abiotikus faktorok kölcsönhatásának ismerete mellett lehet megoldani. Nem vitás, hogy a biotikus tényezők között, állattani vonatkozásban, elsősorban a gerinctelenek jönnek számításba. A talajban élő gerinctelenek között mind faj, mind egyedszám tekintetében a protozoonok igen tekintélyes helyet foglalnak el. Igaz ugyan, hogy kis testméreteikből kifolyólag a biomassza tekintetében jóval a többi gerinctelenek mögött maradnak. Ennek ellenére, ismét csak méreteikből kifolyólag a talajszemcsék közötti adhéziós-kapilláris vízhez kötött életük folytán olyan szoros kapcsolatba kerülnek a talajjal, hogy ezen keresztül hatásuk lényegesen pótolja a biomassza tekintetében való lemaradásukat. Protozoológiai vonatkozásban a talajtermékenység szempontjából azt kellene megismernünk, hogy a protozoonok anyagcsere folyamataik során mit adnak le a talajba, ezt más mikroszervezetek milyen mértékben és módon hasznosítanak, és végső fokon ennek milyen hatása van a termőképességre.

Vizsgálataimmal kapcsolatban csupán annyit kell még kiemelnem, hogy a növekedésben mérhető protozoon hatás is változik az egyes növények szerint, a hőmérsékleti és nedvességi viszonyoknak, a talaj szerkezetének és szervesanyag tartalmának, a trágyázásos és öntözéses talajművelésnek megfelelően.

IRODALOM

BICZÓK F. (1953): Előtanulmányok a búza rhizoszférájának protozoonjairól. — *Agrokémia és Talajtan.* **2,** 45—64.

CUTLER, D. W. and CRUMP, L. M. (1929): Carbon dioxide production in sands and soil in the presence and absence of Amoebae. — *Ann. of Appl. Biol.* **16,** 472—482.

GELLÉRT J. (1957): Néhány hazai lomblevelű és tűlevelű erdő talajának Ciliata-faunája. — *Annal. Biol. Tihany.* **24,** 11—34.

Koffman (1934): Die Mikrofauna des Bodens, ihr Verhältnis zur anderen Mikroorganismen und ihre Rolle bei den mikrobiologischen Vorgängen im Boden. — *Arch. f. Mikrobiol.* **3,** 246—302.
Lepşi, I. (1951): Modificarea faunei de Protozooare tericole, prin irigaţii agricole. — *Buletin Ştiinţific,* **3,** 513—523.
Nasir, S. M. (1923): Some preliminary investigations on the relationship of protozoa to soil fertility with special reference to nitrogen fixation. — *Ann. of Appl. Biol.* **10,** 122—133.
Pochon, J. et Tchan, Y. (1928): Précis de microbiologie du sol. *Paris, Masson ét Cie.*
Telegdy-Kováts L. (1932): The growth and respiration of bacteria in sand cultures in the presence and absence of Protozoa. — *Ann. of Appl. Biol.* **19,** 65—86.
Troitzky, B. W. und Sophie Zérèn (1926): Der Einfluss der Protozoen auf Wachstum und Entwicklung des Hafers. — *Centralbl. f. Bact. II. Abt.* **67,** 25—35.
Varga L. (1954): Die Wirkung der verschiedenen Düngervergärungsmethoden auf die Mikrofauna des Düngers. — *Acta Agronomica Acad. Scient. Hung.* **3,** 343—384.
Varga L. (1954): A talaj állatvilága. Fehér, D.: Talajbiológia című könyvében. — *Budapest, Akad, Kiad.* 829—1009.
Viljamsz, V. R. (1950): Talajtan. *Budapest, Akad. Kiad.* 469.

ВЛИЯНИЕ ПРОТОЗОА НА РОСТ КУКУРУЗЫ И ОВСА

Йожеф Геллерт

Резюме

Относительно деятельности почвенных протозоа в настоящее время уже известно, что хотя они и уничтожают бактерии, но на микрофлору почвы они все-таки оказывают стимулирующее влияние. Известно и то, что под влиянием растений в области ризосферы фауна протозоа изменяется и становится более обильной, так как на этих местах она находит очень благоприятные жизненные условия. Очевидно, что необходимо считаться взаимоотношениями между протозоа, бактериями и растениями. Возникает вопрос, доказуемо-ли влияние почвенных протозоа на рост растений, и является ли оно отрицательным или положительным. Относительно влияния протозоа на рост растений имеются весьма мало литературных данных. В ходе своих исследований автор выявил влияние протозоа на рост кукурузы и овса.

Автор сопоставил рост кукурузы и овса, выращенных на нормальной, частично стерилизованной (без протозоа) и на обогащенной протозоа почвах. Рост кукурузы оказался на обогащенной протозоа почве более интенсивным, чем на нормальной и частично стерилизованной почве. Рост овса оказался большим чем на нормальной, но почти одинковым с ростом на частично стерилизованной почвах однако весь ход кривой роста показывает здесь более благоприятные условия роста (график *1* и *2*).

Результаты исследований показывают, что деятельность протозоа повлияла положительно на рост обоих опытных культур, значит, протозоа оказывали полезное действие. Из этого вытекает, что теория почвоутомления протозоа — несостоятельна. Необходимо произвести дальнейшие исследования для выяснения механизма действия протозоа.

EINFLUSS DER PROTOZOEN AUF DAS WACHSTUM DES MAIS UND DES HAFERS

József Gellért

Zusammenfassung

Es ist bekannt, dass die im Boden lebenden Protozoen — obwohl sie die Bakterien verzehren — auf die Mikrofauna des Bodens stimulierend wirken. Weiterhin wurde auch die Tatsache festgestellt, dass die Protozoenfauna in der Rhizosphaere infolge des Einflusses der Pflanzen sich verändert und vermehrt, da sie hier sehr günstige Lebensbedingungen findet. An Hand dieser Beobachtungen muss mit einer gegenseitigen Wechselwirkung der Protozoen, Bakterien und Pflanzen gerechnet werden. Es ergibt sich die Frage, ob die im Boden lebenden Protozoen das Wachstum der Pflanzen beeinflussen oder nicht und ob ihre Wirkung als nützlich oder schädlich betrachtet werden soll.

In der Fachliteratur sind sehr wenige Angaben darüber vorhanden. Der Verfasser bestätigte den nützlichen Einfluss der Protozoen auf das Wachstum des Mais und des Hafers.

Es wurde das Wachstum von Mais- und Haferkulturen verglichen, die in normalem, teilweise sterilisierten (protozoenfreien) Boden angepflanzt waren, mit solchen von protozoenreichen angepflanzten Böden. Das Gedeihen des Mais der im mit Protozoen angereichertem Boden wuchs, war stärker als jenes im normalen oder teilweise sterilen Boden kultivierten Pflanzen. Das Wachstum des Hafers war grösser in solchem Boden als im normalen, aber es lief beinahe parallel mit dem in teilweise sterilisiertem Boden. Der Ablauf der Wachstumskurve zeigt aber hier die günstigeren Wachstumsverhältnisse (Fig. *1* und *2*).

Durch die Untersuchungen wurde festgestellt, dass Protozoen das Wachstum der beiden Testpflanzen günstig beeinflussen, d. h. dass ihre Wirkung vorteilhaft ist. Daraus folgt, dass die Hypothese von der Bodenermüdung durch Protozoen nicht aufrechterhalten werden kann.

Weitere Untersuchungen zur Klärung des Mechanismus der Protozoen-Wirkung sind erforderlich.

A NEUROENDOKRIN TEVÉKENYSÉG VIZSGÁLATA VEDLŐ ÉS BÁBOZÓDÓ *DEILEPHILA EUPHORBIAE* L. (LEPIDOPTERA) HERNYÓKBAN

KONOK ISTVÁN

Érkezett: 1958. február 25.

A rovarok metamorfózisának hormonális szabályozó rendszere alapjaiban a cerebrális és prothoracalis centrum koordinált tevékenységére vezethető vissza. Ezen integrált rendszernek leegyszerűsített szkémája, az időközben felismert kisebb-nagyobb mérvű módosulásokkal kiegészítve, már régóta alapjául szolgál a rovar, és hozzátehetjük, általában a gerinctelen endokrinológiai vizsgálatoknak. Állandóan szem előtt tartott, sok esetben be is igazolódott feltevés azonban az, hogy a metamorfózis anyagcserefolyamatainak irányításában más humorális tényezők is jelentős szerepet játszanak.

Hiányosak azonban ismereteink még a rovarok többségénél a klasszikus fiziológia módszereivel általános érvényűnek beigazolt hormonrendszer finomabb mechanizmusára, s maguknak a hormonoknak kémiai természetére vonatkozólag. Nagy jelentőségű lépést jelentett ezen az úton a prothoraxmirigy hormonjának kristályos formában való előállítása (BUTENANDT és KARLSON, 1954). Az α- és β-ecdysonnak elnevezett két preparátumot az eddigi vizsgálatok alapján magas szénatomszámú, szénhidrátjellegű, közelrokon vegyületnek kell tekintenünk (KARLSON 1955, 1956).

Az agy neuroszekretórikus tevékenységének mechanizmusára, méginkább a szekréció biokémiai viszonyainak megismerésére vonatkozó újabb vizsgálatok érdekes megvilágítást adnak több, eddig nehezen magyarázható megfigyelésnek, éppen a retrocerebrális komplex működésére és szerepére vonatkozólag. A *Dixippus morosus* nevű botsáskán végzett biokémiai jellegű kísérletes vizsgálatok arra engednek következtetni, hogy a termelődő neurohormonok egy része komplex vegyület, melyekben a fehérjekomponenshez csatlakozó prosztetikus csoport pterín-típusú vegyület (L'HÉLIAS, 1955). A pterinek ($\pi\tau\acute{\varepsilon}\rho\upsilon\xi$ = szárny) megismerése, éppen a rovarokhoz vezethető vissza. Ezek a vegyületek ui. igen elterjedt festékanyagok a rovarok körében, így a Pieridae család (Lepidoptera) szárnypikkely-pigmentjeiben, a Hymenopteráknál (darazsak sárga színe) s más rovarcsoportokban hasonlóképpen. A *Dixippus* esetében papírkromatográfiás módszerek segítségével sikerült valószínűvé tenni annak lehetőségét, hogy a pterínek a már ismert szerepük mellett más, még fontosabb jelentőséggel is bírnak a rovarok életében. Modell-

vegyületekkel kontrollált vizsgálatok ugyanis azt mutatják, hogy az agy pars intercerebralisában pteroylglutaminsav termelődik. Ez a neuroszekrétum, mint prehormon vándorolna át azután az axonokon keresztül a corpora cardiaca-ba, ahol raktározódik, illetőleg enzimatikus, vagy más úton xanthopterin származékká oxidálódik. Ez az „aktiválódott" hormon részben kiürül a vérbe és a hemolimfa útján eljut az előtorba, ahol a prothorax-mirigyet aktiválja. Másik része azonban valószínűleg tovább vándorol a corpora allataba, s ezt a szervet ugyancsak szekrécióra serkenti, avagy önmaga alakul át kémiailag egy más inhibítor faktorrá, mely nem más, mint az ún. juvenil-hormon (L'HÉLIAS, 1955).

Más szerzők vizsgálatai egyrészt megerősítik ezeket az eredményeket, ugyanakkor azonban felvetik annak szükségességét is, hogy számolnunk kell az idegrendszer többi ganglionjaiban is azonos, illetve hasonló neurohormonok szekréciójával (GERSCH és UNGER, 1957).

A *Dixippus morosus* nevű botsáskán és a *Periplaneta americana* nevű csótányon végzett ilyen irányú vizsgálatok és eredmények alátámasztják a *Tenebrio molitor*on (lisztbogár, Coleoptera) és a *Deilephila euphorbiae*n kutyatejszender, (Lepidoptera) megkezdett vizsgálatainkat.

Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálatokhoz nem laboratóriumi tenyésztésű, hanem szabadföldi *Deilephila euphorbiae* populációt használtunk fel. Az anyagot augusztus végén a 2. és 3. lárvastádiumban, nagy mennyiségben gyűjtöttük be. Az állatokat 20 C°-on tartva, továbbneveltük és a 4. és 5. lárvastádiumban, majd az előbáb-stádiumban, s később a bábstádiumban papírkromatográfiás analízis segítségével feldolgoztuk olyképpen, hogy felvittük papírra (Schleicher—Schüll 2043/b) a hemolimfát, a mikroszkóp alatt kipreparált agyat, corpora cardiacat és corpora allatat, illetőleg a garatalatti- és a prothorax-gangliont. Oldószerként butanol—ecetsav—víz (4 : 1 : 5) elegyet alkalmaztunk és az anyagot 24 órán keresztül felszálló kromatogrammon futtattuk. A kiértékelés az UV-fényben mutatkozó fluoreszcencia alapján és ninhidrines előhívás útján készült. A fluoreszkáló foltok identifikálása pedig a L'HÉLIAS (1955) és UNGER (1956) által közöltek (*Rf* értékek és teszt-kísérletek), illetve a Biochemisches Taschenbuch (RAUEN, 1956) adatai alapján történt.

Eredmények

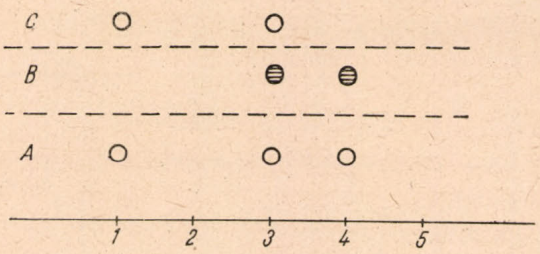
Agy-komplex

Az első analízist az utolsó előtti (4.) lárvastádiumban, közvetlenül a vedlés előtt álló hernyókból készítettük, tehát már a kritikus periódus után. Az agyból kimutatható volt két fluoreszkáló vegyület, ezzel szemben a corpora cardiaca + corpora allata komplexben fluoreszcencia alapján semmi sem mutatkozott. A vedlés után (5. stádium) közvetlenül készített kromatogrammon sem az agyban, sem a két endokrin szervben nem találtunk hormonnak megfelelő fluoreszkáló foltot.

Az UV-fényben történt meghatározás után a kromatogrammokat ninhidrínnel előhívtuk, de nem mutatkozott reakció, ami aminó-csoport jelenlétére utalt volna.

Az utolsó (5.) lárvastádiumban az agy + corpora cardiaca + corpora allata komplexben, melyet ezúttal együtt vittünk fel papírra, három fluoreszkáló foltot lehetett megkülönböztetni. A foltok szépen széthúzódtak, s közülük a második igen erős kékeslila fluoreszcenciát mutatot, míg a másik kettő halványabb kék színű volt *(1. ábra)*.

Az ötödik lárvastádiumban, közvetlenül az előbáb szakasz előtt, a retrocerebális komplexben már csak két fluoreszkáló folt (hormon) volt található, közöttük a második volt az erősen fluoreszkáló kékeslila színű folt.



1. ábra. Fluoreszkáló foltok (neurohormonok) az agy-komplexből készült kromatogrammokon.

A = neurohoromon A
B = neurohormon B (= isoxanthopterin?)
C = neurohormon C
1. = 4. stádiumú hernyó vedlés előtt
2. = 5. stádiumú hernyó vedlés után
3. = 5. stádiumú hernyó a 4—5. napon
4. = hernyó az előbáb-stádium előtt
5. = előbáb

Fig. 1. Fluoreszierende Flecke (Neurohormone) auf den Chromatogrammen vom Gehirnkomplex.

A—C = Neurohormon A, B, C
1. = Raupe vor der Häutung im 4-ten Stadium
2. = Raupe nach der Häutung im 5-ten Stadium
3. = Raupe am 4—5. Tage des 5-ten Stadiums
4. = Raupe vor dem Vorpuppenstadium
5. = Vorpuppe

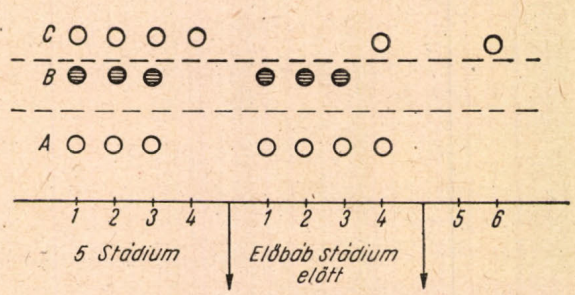
Az előbáb stádiumban, s később a bábvedlés előtt, vedlés után, s a bábstádium első szakaszában (diapauzáló bábok) az agy-komplexben hormonok jelenlétét fluoreszcencia alapján kimutatni nem lehetett.

Garatalatti ganglion

Ezek a vizsgálataink csak a bábozódásra vonatkoznak, tehát az 5. lárvastádiumban kezdődtek. A garatalatti ganglionban teljesen hasonló viszonyok voltak kimutathatók, mint az agy-komplexben *(2. ábra)*. Az 5. lárvastádiumban ugyanaz a három fluoreszkáló folt mutatkozott, melyek közül a második erős kékeslila fénnyel jelentkezett. Az előbábszakasz előtt közvetlenül, ebben a szervben is már csak két hormon volt kimutatható, köztük a második a kékeslila folt volt. Az előbáb stádiumban és a további időszakban, így a bábstádium első felében sem volt hormon kimutatható ebben a ganglionban.

Prothorax-ganglion

Az előtori gangliont tekintve is teljesen hasonló a helyzet az előbbiekhez *(2. ábra)*. A három folt, melyek *Rf* értékeik (0,10 ; 0,24 ; 0,35) alapján azonosaknak mutatkoznak a fentebb említettekkel, az utolsó lárvastádiumban jelen vannak az előtori ganglionban, az előbáb szakasz előtt a harmadik folt eltűnik, majd az előbáb szakasztól kezdve már itt sem mutatható ki hormon jelenléte.



2. ábra. Fluoreszkáló foltok (neurohormonok) ganglionokból és hemolimfából készült kromatogrammokon a bábozódás előtt.

A—C = neurohormon A, B, C
1. = agykomplex
2. = garatalatti ganglion
3. = prothorax ganglion
4. = hemolimfa
5. = agykomplex, ganglionok és hemolimfa az előbábban
6. = hemolimfa a bábstádium 2. hetében

Fig. 2. Fluoreszierende Flecke (Neurohormone) auf den Chromatogrammen aus den Ganglien und der Hämolymphe vor der Verpuppung.

A—C = Neurohormon A, B, C
1. = Gehirnkomplex
2. = Unterschlundganglion
3. = Prothoraxganglion
4. = Hämolymphe
5. = Gehirnkomplex, Ganglion und Hämolymphe in der Vorpuppe
6. = Hämolymphe in der 2. Woche des Puppenstadiums

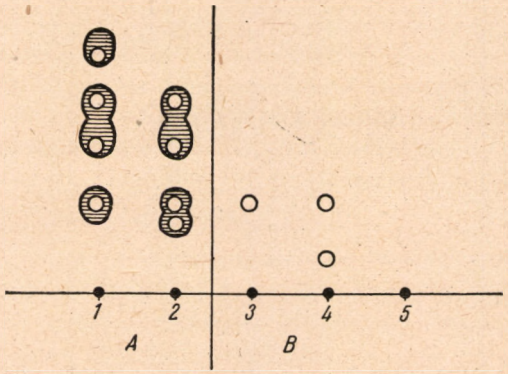
Hemolimfa

Erre vonatkozó analíziseink ugyancsak az utolsó előtti (4.) lárvastádiumban kezdődtek. A negyedik stádiumban a közvetlenül vedlés előtt álló hernyók hemolimfájában fluoreszcenciájuk alapján négy hormon volt kimutatható, melyek közül az első, elhelyezkedése alapján megegyezik az ebben a stádiumban az agy-komplexből kimutatható 2. hormonnal. Ninhidrínes előhívás után a fluoreszkáló foltok helyén nagyobb kiterjedésű ninhidrínnel festődő foltok jöttek elő *(3. ábra)*.

A vedlés után, tehát már az 5. stádium elején annyiban változik a kép, hogy bár ugyancsak négy fluoreszkáló folt jelentkezik UV-fényben, mégis az előző lárvastádiumban talált 4. folt eltűnik és helyette egy másik folt jelenik meg, közvetlenül az első folt előtt. Ninhidrínes előhívás után az eltűnt 4. folt helyén is marad festődött folt, ugyanakkor az újonnan megjelent folt is festődik.

Az ötödik lárvastádium középső szakaszában a hemolimfában már csak egy fluoreszkáló folt marad, mely megegyezik a 4. stádium első foltjával,

s tulajdonképpen az agy-komplex harmadik hormonjának felel meg. Közvetlenül az előbáb stádium előtt megjelenik egy másik folt, mely *Rf* értéke alapján az agy-komplex, garatalatti ganglion és prothorax-ganglion első hormonjának felel meg. A továbbiak során a hemolimfából is eltűnnek a hormonok, s csak később, a bábstádium első szakaszában mutatható ki ismét kisebb mennyiségben az a hormon, mely az utolsó lárvastádium 3. hormonjának felel meg.



3. ábra. Fluoreszkáló foltok (neurohormonok) hemolimfából készült kromatogrammokon.

A = fehér foltok UV-fényben fluoreszkálnak, csíkozott rész ninhidrínnel festődött foltok
B = UV-fényben fluoreszkáló foltok
1. = 4. stádiumú hernyó vedlés előtt
2. = 5. stádiumú hernyó vedlés után
3. = 5. stádiumú hernyó a 4—5. napon
4. = hernyó az előbáb stádium előtt
5. = előbáb

Fig. 3. Fluoreszierende Flecke (Neurohormone) auf den Chromatogrammen der Hämolymphe.

A = weisse Flecke, welche in UV-Licht fluoreszieren, schraffierter Teil mit Ninhydrin gefärbt
B = fluoreszierende Flecke in UV-Licht
1. = Raupe vor der Häutung im 4-ten Stadium
2. = Raupe nach der Häutung im 5-ten Stadium
3. = Raupe am 4—5. Tage des 5-ten Stadiums
4. = Raupe vor der Vorpuppenstadium
5. = Vorpuppe

Kiértékelés

Az adatok kiértékelésénél tekintetbe kell vennünk mindenekelőtt azt, hogy az analízisek során vizsgált hormonjellegű vegyületek csak a (fluoreszcenciájuk alapján) pterínszármazékoknak tekinthető neuroszekrétumokat képezik (L'Hélias, 1955). Más neurohormon-jellegű anyagok kimutatására, melyek meghatározása fluoreszcencia alapján nem lehetséges, ezek a vizsgálatok nem terjedtek ki (Unger, 1956).

Az agy-komplexben, tehát az agyban, corpora cardiacaban és allataban a 4. lárvastádiumtól kezdve, összesen három hormon mutatható ki. Ezek közül a második első ízben csak az 5. lárvastádium 4—5. napja körül jelenik meg, mert közvetlenül az 5. stádium elején, vedlés után még nem mutatható ki. Ugyanez a három hormon (neurohormon A, B, C) megtalálható a garatalatti ganglionban és a prothorax-ganglionban és feltehetőleg a többi ganglionokban is *(2. ábra)*.

A neurohormon B valószínűleg megfelel a L'HÉLIAS által ismertetett isoxanthopterinnek. Úgy látszik azonban, hogy ez nem ürül ki a hemolimfába, hanem valószínűleg csak mediátor szerepet játszik. Ezzel szemben a neurohormon A és C hemolimfába történő elválasztódása nyomonkövethető a vedlés előtt és az utolsó lárvastádiumban az előbáb-szakasz bekövetkeztéig.

A 4. stádium végén és az 5. stádiumban közvetlenül a vedlés után, a vérben kimutatható további „hormon"-jellegű foltok eredete még bizonytalan, hasonlóképpen a 4. hormon elbomlása, illetve eltűnése és az 5. hormon megjelenése is. Itt, ezeknek a foltoknak a kiértékelésénél számba kell vennünk természetesen még annak lehetőségét is, hogy egyes aminósavak is fluoreszkálnak UV-fényben, bár ezeknek a fluoreszcencia színe és intenzitása megkülönböztethető a pterinekétől. Ez az eset az említett három hormon esetében (A, B, C) nem forog fenn, sőt a vérből kimutatható neurohormon A és C esetében inkább azt látszik igazolni, hogy a pterinvázas prosztetikus csoport fehérjékhez kapcsolódik (L'HÉLIAS, 1955), amit a foltok alakja, elhelyezkedése és vándorlási sebessége is alátámaszt. Ezek szerint önként adódik az a feltevés, hogy a ganglionokban képződő pterin-jellegű prosztetikus csoport a hemolimfába történt elválasztódása után kapcsolódik a fehérjekomponenshez.

Másik körülmény, mely a további fluoreszkáló foltok (D, E, F) hormonjellegére utal az, hogy ezek a vegyületek az utolsó lárvavedlés után az 5. stádiumban, de még abban az időszakban, amikor az állat még nem hagyta abba a táplálkozást (kritikus periódus) eltűnnek a hemolimfából, s többé nem mutathatók ki benne. Ebben a posztembrionális szakaszban csak a neurohormon C van jelen a vérben.

Az agyban és a ganglionokban termelődő három hormonra vonatkozó megfigyeléseket értékelve kitűnik, hogy a neurohormon A, mely a vedlések és a bábozódás előtt termelődik, az utolsó lárvavedlés után eltűnik a ganglionokból és a hemolimfából sem mutatható ki. A hormon termelése az utolsó lárvastádium 4—5. napján ismét megindul a ganglionokban. A hormon kiürül és megjelenik a vérben is. A hormontermelés és az elválasztás folytatódik egészen az előbáb-szakasz bekövetkeztéig.

A neurohormon B (= isoxanthopterin?) első ízben csak az utolsó lárvastádium közepén mutatható ki az agyból és a ganglionokból. Ez a vegyület folyamatosan termelődik ugyancsak az előbáb stádiumig. A hemolimfába azonban — legalábbis ilyen formában — nem választódik el, mert abból egy esetben sem mutatható ki.

A neurohormon C, a neurohormon A-hoz hasonlóan, első ízben már a 4. lárvastádium végén, a vedlés előtt megjelenik az agyban és ezenkívül a hemolimfában is. Termelése megszűnik a vedlés után, de a hemolimfából nem tűnik el. Az agy és a ganglionok az utolsó lárvastádium közepén újra megkezdik a termelését. Az előbábstádium előtt azonban megáll ennek a hormonnak a termelése, a neurohormon C kiürül a vérbe, s már csak a hemolimfában mutatható ki. A további fejlődés folyamán ezt a hormont sem sikerült kimutatni, sem az agyban, sem a ganglionokban, viszont a bábstádiumban úgy látszik, hogy később ismét megjelenik.

A pterin-jellegű neurohormonok termelése tehát a *Deilephila euphorbiae* hernyóiban az utolsó lárvastádiumban leáll és ezek a hormonok a hemolimfából is eltűnnek a prepupális stádiumig.

Összefoglalás

A *Deilephila euphorbiae* hernyók hemolimfájának, retrocerebrális komplexének és ganglionjainak papírkromatográfiás analízise alapján kimutatható volt, hogy mind az agyban és függelék szerveiben, mind pedig a különböző ganglionokban (garatalatti- és prothorax-ganglion) háromféle, fluoreszcenciája alapján pterin-jellegű neurohormon képződik. Ezeket a különböző ganglionokban képződő hormonokat (neurohormon A, B, C) *Rf* értékeik alapján azonosaknak kell tekintenünk. A neurohormon B fluoreszcenciája alapján megfelel az isoxanthopterinnek.

A pterínvázas vegyületek a hemolimfába történt elválasztásuk után fehérjékhez kapcsolódnak, melyeknek valószínűleg prosztetikus csoportját képezik. Az agyban és a ganglionokban termelődő három hormon közül egy nem ürül ki a vérbe. A 4. lárvastádium végén és közvetlenül vedlés után az 5. stádium elején a hemolimfából négy fluoreszkáló folt mutatható ki, melyek közül egy megfelel a neurohormon C-nek, de a többiek esetleg további hormonok jelenlétére utalnak. Ezek közül egy az utolsó lárvavedlés után eltűnik a vérből, s helyette egy másik jelenik meg.

A három hormon közül, melyek az idegrendszer ganglionjaiban képződnek, a neurohormon A első ízben az utolsó lárvavedlés előtt jelent meg az agy-komplexben, ugyanakkor azonban a hemolimfában nem volt kimutatható. Szekréciója megszűnik a vedlés alatt, de a vedlés után az utolsó lárvastádium 4—5. napján ismét megindul a termelése.

A neurohormon B (= isoxanthopterin?) az előbbivel szemben csak az előbáb stádium előtti időszakban kezd termelődni a ganglionokban, innen azonban nem ürül ki a vérbe.

A neurohormon C a neurohormon A-hoz hasonlóan már a 4. stádiumban megjelenik a központi idegrendszerben s innen elválasztódik a véráramba is. Szekréciója megszűnik a vedlés közben, majd később újra megindul, de termelése ismét leáll az előbáb stádium előtti napokban. A hormon kiürül a vérbe, s már csak ott mutatható ki. Úgy látszik, hogy ugyanez a hormon később, a bábstádium folyamán újra termelődik, mert a hemolimfában ismét megjelenik az 1—2 hetes báboknál.

Az említett három neurohormon termelése a prepupális stádiumban leáll és a hormonok a hemolimfából is eltűnnek.

IRODALOM

Butenandt, A.—Karlson, P. (1954): Über die Isolierung eines Metamorphose-Hormons der Insekten in kristallisierter Form. — *Ztschr. Naturforsch.* **9**b, 389—391.

Gersch, M.—Unger, H. (1957): Nachweis von Neurohormon aus dem Nervensystem von Dixippus morosus mit Hilfe papierchromatographischer Trennung. — *Naturwiss.*, **44**, 117.

Karlson, P. (1955): Die Prothorakalhormone der Insekten : Chemische Eigenschaften und physiologische Bedeutung. — *3rd. Internat. Congr. of Biochemistry, Comm. Nr.* **12**, 3.

Karlson, P. (1956): Chemische Untersuchungen über die Metamorphosehormone der Insekten. — *Ann. Sci. Nat. Zool.* **18**, 125—137.

L'Hélias, C. (1955): Recherches sur les hormones du complexe postcérébral chez Carausius morosus. — *C. R. Acad. Sci.* Paris **241**, 770—772.

Rauen, H. M. (1956): Biochemisches Taschenbuch. — Springer-Verlag, *Berlin—Göttingen—Heidelberg*, XVI + 1332.

Unger, H. (1956): Neurohormonale Steuerung der Herztätigkeit bei Insekten. — *Naturwiss.*, **43**, 66—67.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕВРОЭНДОКРИННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИНЮЧИХ И ЗАКУКЛЯЮЩИХСЯ ГУСЕНИЦ Deilephila euphorbiae (Lepidoptera)

Иштван Конок

Резюме

На основании бумажно-хроматографического анализа гемолимфы, ретроцеребрального комплекса и узлов гусениц Deilephila euphorbiae было установлено, что в органах мозга и придатков, так и в различных узлах (подглоточном и проторакса) образуются три различных нейрогормона, по своей флюоресценции птеринового характера. Все эти гормоны, возникающие в разных узлах (нейрогормон A, B, C) считаются — на основе их значения Rf — одинаковыми. По своей флюоресценции нейрогормон B соответствует изоксантоптерину.

После их выделения в гемолимфе, соединения с птериновым остовом примыкают к белкам, и составляют, по всей вероятности, простетическую группу белков. Среди образующихся в мозге и в узлах трех гормонов ни один не выделяется в кровь. К концу четвертой личиночной стадии, и непосредственно после линьки, в начале пятой стадии, в гемолимфе обнаруживаются четыре флюоресцирующих пятна, одно из которых соответствует нейрогормону C; остальные же указывают, возможно, на наличие дальнейших гормонов. После последней линьки личинок один из них исчезает из крови, и на его месте появляется другой.

Среди образующихся в узлах нервной системы трех гормонов, нейрогормон A появился в мозговом комплексе впервые до последней линьки личинок; однако, в то же время в гемолимфе его нельзя было обнаружить. Секреция этого гормона останавливается во время линьки, но после неё, на 4—5-ый день последней личиночной стадии, его продукция и выделение в кровь опять начинаются.

В противоположность вышеупомянутому гормону, нейрогормон B (изоксантоптерин) начинает образоваться только в период до предличиночной стади и в узлах, однако, отсюда он в кровь, не выделяется.

Подобно нейрогормону A, нейрогормон C появляется в центральной нервной системе уже во время четвертой стадии, и выделяется оттуда в кровь. Во время линьки его секреция прекращается; в дальнейшем последняя опять начинается, но в дни до предличиночной стадии она снова останавливается. Гормон выделяется в кровь, и тогда он обнаруживается только в крови. Кажется, что позже, во время личиночной стадии тот же самый гормон производится снова, так как у 1—2 недельных личинок он опять появляется в гемолимфе.

В течение предпупальной стадии образование вышеуказанных трех гормонов прекращается, и гормоны исчезают также из гемолимфы.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE NEUROSEKRETORISCHE AKTIVITÄT WÄHREND DER HÄUTUNG UND VERPUPPUNG BEI DEN RAUPEN VON *DEILEPHILA EUPHORBIAE* (LEPIDOPTERA)

István Konok

Zusammenfassung

Auf Grund der papierchromatographischen Analysen der Hämolymphe, des retrocerebralen Komplexes und der Ganglien der Raupen von *Deilephila euphorbiae* wurde festgestellt, dass wie im Gehirn und in dessen Anhangsorganen, so auch in den verschiedenen Ganglien (Unterschlund- und Prothorax-Ganglion) dreierlei, ihrer Fluoreszenz gemäss pterinartige Neurohormone erzeugt werden.

Man kann diese in verschiedenen Ganglien erzeugten Hormone (Neurohormon A, B, C) nach ihren Rf-Werten als identisch auffassen. Neurohormon B entspricht nach seiner Fluoreszenz dem Isoxanthopterin.

Die Pterinverbindungen knüpfen sich nach ihrer Absonderung in die Hämolymphe an Proteine — eine prostetische Gruppe bildend — an. Es leert sich keines der drei im Gehirn oder in den Ganglien erzeugten Hormone in die Hämolymphe aus. Am Ende des 4. Larvenstadiums und unmittelbar nach der Häutung am Anfang des 5. Stadiums können in der Hämolymphe vier fluoreszierende Flecke nachgewiesen werden. Einer von ihnen entspricht dem Neurohormon C, die anderen zeigen aber eventuell das Vorhanden-

sein weiterer Hormone an. Eines von ihnen verschwindet gleich nach der letzten Larvenhäutung aus der Hämolymphe, und anstatt dessen erscheint ein anderer Fleck auf den Chromatogrammen.

Von den drei in den Ganglien des Nervensystems erzeugten Hormonen erscheint Neurohormon A zum erstenmal vor der letzten Larvenhäutung im Gehirnkomplex, zur selben Zeit ist es aber in der Hämolymphe nicht nachweisbar. Während der Häutung hört die Sekretion des Neurohormons A auf, doch seine Produktion beginnt wieder nach der Häutung am 4.—5. Tage des letzten Larvenstadiums.

Neurohormon B (im Gegensatz zu den erst erwähnten) wird in den Ganglien nur in der Periode vor dem Vorpuppenstadium erzeugt, doch nicht von hier in die Hämolymphe abgesondert.

Neurohormon C, ähnlich wie Neurohormon A, erscheint schon in dem 4. Stadium im zentralen Nervensystem und tritt von hier in die Hämolymphe aus. Die Sekretion hört während der Häutung auf und beginnt später wieder, doch kommt die Produktion in den Tagen vor dem Vorpuppenstadium zum Stillstand. Das Hormon sondert sich in die Hämolymphe ab und ist nunmehr dort nachweisbar. Es scheint, dass dasselbe Hormon später während des Puppenstadiums wieder produziert wird, da es in der Hämolymphe der 1- bis 2- wöchigen Puppen feststellbar ist.

Die Produktion der drei obenerwähnten Neurohormone endet im Vorpuppenstadium, zu dieser Zeit verschwinden sie auch aus der Hämolymphe.

UV-BESUGÁRZÁSSAL KEZELT *TENEBRIO MOLITOR* L. (COLEOPTERA) LÁRVÁK AGYKOMPLEXÉNEK HISZTOLÓGIAI VIZSGÁLATA

Előzetes közlemény

KONOK ISTVÁN

Érkezett : 1958. március 8.

A rovarok agy-komplexe, melyet az egymással szoros összefüggésben álló agy, corpora cardiaca és corpora allata alkot, a fejtokban különböző rovarrendekben, különböző anatómiai elhelyezkedésben foglal helyet. Az aggyal közvetlen idegi összeköttetésben áll a corpora cardiaca, ezzel pedig a corpora allata, tehát már anatómiai helyzetük alapján is feltételezhető nagyobb arányú és magasabb szintű koordinációs összefüggés ezek között a szervek között.

A cerebrális ganglionnak, mint elsőrendű neuroendokrin centrumnak (KOPEČ, 1922) a jelentőségét a közönséges idegsejtek között elhelyezkedő szekréciós sejtek adják meg (WEYER, 1935). A neuroszekréciós sejtek különböző csoportosulásban jelennek meg, főként a dorzális-mediális agyterületen, mely ennek következtében a pars intercerebralis elnevezést kapta (HANSTRÖM, 1938). Ilyen értelmű neuroszekretorikus aktivitást eddigelé már több rovarcsoportban sikerült kimutatni, így a Hemipteráknál (HANSTRÖM, 1938), Dipteráknál (CAZAL, 1948 ; E. THOMSEN, 1952), Lepidopteráknál (REHM, 1950), Hymenopteráknál (M. THOMSEN, 1954) stb.

A cerebrális ganglionban újabb vizsgálatok alapján (GERSCH és UNGER, 1957) két hormon képződését is fel kell tételeznünk. Ezek közül azonban még csak az egyikre vonatkozólag vannak közelebbi adataink. Az ún. „agyhormon" (KOPEČ, 1922) vagy — újabb feltevések szerint — egy előhormon (L'HÉLIAS, 1955) az agyból axonokon, a nervi corporis cardiaci-n keresztül a corpora cardiacaba vándorol, ahol raktározódik (SCHARRER, 1952), illetőleg enzimatikus oxidáció révén átalakul aktív hormonná (L'HÉLIAS, 1955).

A corpora cardiaca szerepe és jelentősége, eddigi ismereteink alapján kellőleg még nem tisztázható kérdés. Még egy esetben sem sikerült kétséget kizárólag bebizonyítani, hogy számolhatunk-e a corpora cardiaca esetében saját endokrin tevékenységgel, vagy pedig csupán raktározó, illetve aktiváló szervnek kell tekintetnünk. Papírkromatográfiás analízisek azt igazolják, hogy az agyban és a corpora cardiacaban található neurohormonok azonos kémiai anyagok (GERSCH és UNGER, 1957), illetve egymásba átalakuló közelrokon -vegyületek (L'HÉLIAS, 1955). Az agyban és a corpora cardiacaban

kimutatható hormonok azonosaknak bizonyultak a fiziológiai színváltoztatásra gyakorolt hatásukban is (DUPONT—RAABE, 1951; GERSCH, 1956; GERSCH és MOTHES, 1956).

Az agyhormon, mely a corpora cardiacaból közvetlenül a hemolimfába választódik el, tulajdonképpen tróp-hormon és az előtorban levő ún. prothorax-mirigyet (vagy ennek megfelelő szerepű ventrális mirigyet) serkenti a „vedlési- és metamorfózis hormon" termelésére (WILLIAMS, 1947).

A corpora cardiacaval anatómiailag is szoros összeköttetésben álló endokrin szerv a corpora allata. Az agyhormon feltételezhető allatotróp hatására, mely a corpora cardiacan keresztül közvetítődik, az ún. juvenil-hormont termeli. Ez a hormon bizonyos fokig antagonistája a prothorax-mirigy hormonjának annyiban, hogy az adultoid jellegek kialakulását, tehát a metamorfózist gátolja (WIGGLESWORTH, 1936). További szerepe a peteképzésben (E. THOMSEN, 1952) és bizonyos anyagcserefolyamatok irányításában van (PFLUGFELDER, 1952).

Az egzogén faktoroknak a vedlésre és a metamorfózisra gyakorolt hatásával kapcsolatos további vizsgálataink azt mutatták, hogy az ultraibolya sugarak nagymértékben befolyásolják a vedlési és bábozódási folyamatokat (KONOK, 1955). Ez a hatás abban nyilvánul meg, hogy bizonyos mennyiségű besugárzással gátolni lehet az állatok bebábozódását. Ugyanakkor viszont a sugárzás serkenti a vedlési folyamatokat, minek eredményeképpen a rendszeresen besugárzott állatok a normálisnál több, gyors egymásutánban bekövetkező vedlésen mennek keresztül. A kísérleti állatok a besugárzás elhagyása után, bizonyos idő múlva ismét normálisan vedlettek, illetve bebábozódtak.

Ezen az alapon továbbmenve folytattuk az UV-besugárzással kapcsolatos vizsgálatokat. Több sorozatban vizsgáltuk az agyban, a corpora cardiacaban és a corpora allataban várható hisztológiai változásokat, illetőleg az UV-sugárzásnak a neuroszekréciós tevékenységre gyakorolt hatását.

A vizsgálatok folyamán érdekes és újszerű megfigyelések adódtak, melyek a kérdés közvetlen megoldása helyett a problémával kapcsolatban messzebbvezető utakra és további összefüggésekre mutattak rá. Egyszersmind az itt előzetes közlemény formájában ismertetendő megfigyelésekből, valamint az azóta végzett újabb vizsgálatokból is újra és újra felmerül annak szükségessége, hogy a rovarok hormonrendszerével kapcsolatos egyszerű szkematikus felfogást sok esetben módosítani, de legalábbis bővíteni kell átfogó értelemben.

Vizsgálati anyag és módszerek

A kísérleteket saját tenyészetből származó, frissen vedlett 8—9. stádiumú *Tenebrio molitor* lárvákkal végeztük. Az állatokat a kísérlet folyamán 28 C°-ra temperált termosztátban tartottuk. Három csoportban, összesen 60 darab állat szerepelt a vizsgálatokban.

Az első csoportban levő lárvák napi 30 perces szűrt UV-sugárzást kaptak analitikai UV-szűrőn keresztül (Hanau analitikai UV-lámpa). A második csoport napi 10 perces nem szűrt sugárzást kapott Hanau Höhensonne lámpából. A harmadik csoport, a kontroll nem kapott besugárzást.

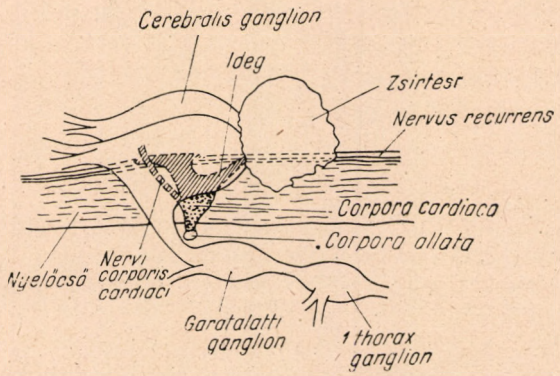
A 12—14. napon, amikor az első vedlések bekövetkeztek, a további besugárzást elhagytuk, s a három csoportban szereplő egyedeket szövettanilag feldolgoztuk. Bouines fixálás után, a beágyazott anyagot (fixálás

után kipreparált agy-komplex) sorozatban metszettük, majd a metszeteket (5 μ) a BARGMANN által módosított (BARGMANN, 1949) GOMORI-féle neuroszekréciós eljárással (GOMORI, 1941) festettük meg.*

Eredmények

A retrocerebrális komplex anatómiai viszonyai

A *Tenebrio molitor* lárváinak fejtokjában az agy és függelék-mirigyei a más rovarcsoportok esetében megismert képtől bizonyos mértékben eltérő elhelyezkedésben találhatók meg. A cerebrális ganglion (proto-, deutero-



1. ábra. Az agykomplex anatómiai helyzete a *Tenerbio molitor* L. lárvák fejtokjában
Fig. 1 The anatomical situation of the brain complex in the head capsule of the larvae of *Tenebrio molitor* L.

és tritocerebrum), az agy két hemiszférájának kaudális végéhez csatlakozó zsírtest, az agy alatt, a garat két oldalán lehúzódó corpora cardiaca és corpora allata anatómiailag is igen szoros egységet képeznek *(1. ábra)*.

A corpora cardiaca a nervi corporis cardiaci útján az ismert összeköttetésben áll a cerebrális ganglion pars intercerebrálisával, de ugyanakkor egy idegpár közvetítésével a zsírtesttel is kapcsolatban van. A corpora cardiaca egy része ezenkívül az agydúc és a nyelőcső között hátrafelé húzódó nervus recurrens oldalára és a ganglion hypocerebralera tapad *(2. ábra)*.

Nem besugárzott lárvák szövettani képe

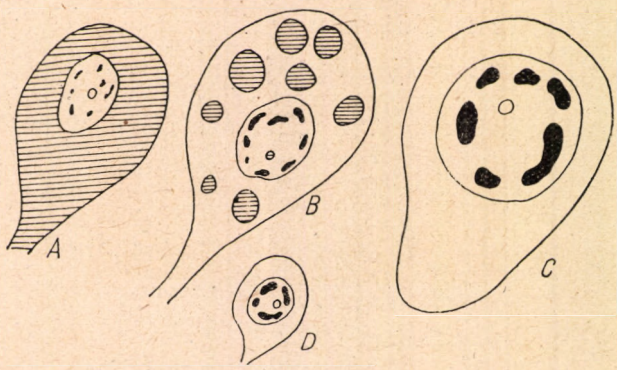
A cerebrális ganglionban a közönséges neurocitákon kívül még három különböző típusú sejt jelenlétét lehet kimutatni *(3. ábra)*.

Az A-típusú unipoláris szekréciós sejtek az agy dorzális-mediális zónájában (pars intercerebralis) voltak találhatók. A protocerebrumnak ezen a területén 4—6 szekréciós fázisban levő idegsejt mutatkozott. Az A-típusú

* E helyütt mondok köszönetet DR. GELLÉRT JÓZSEF tudományos osztályvezetőnek a fényképek elkészítésében és FENYVESI KÁROLY tudományos segédmunkaerőnek az anyag szövettani feldolgozásában nyújtott értékes segítségéért.

szekréciós sejtek a normális neurocitáktól nagyságukban és szürkéskékre festődő kolloid állományukban különböznek *(4. ábra)*.

A B-típusú ugyancsak unipoláris sejtek csak kis számban (2—2), a deutero- és tritocerebrális zóna határán, laterális elhelyezkedésben voltak megfigyelhetők *(2. ábra)*. Ezek a normális idegsejteknél ugyancsak jóval

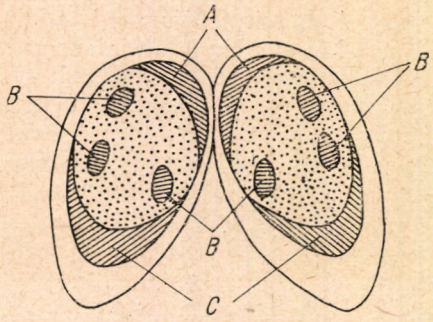


3. ábra. A cerebrális ganglionban található sejtek. A-típusú szekréciós sejt (A), B-típusú sejt (B), C-típusú sejt (C) és normális neurocita (D)

Fig. 3 Cells in the cerebral ganglion. Secretory cell of A-type (A), B-type cell (B); C-type cell (C) and normal neurocyta (D)

nagyobb sejtek pirosra festődő gazdag szemcsetartalmukkal tűnnek elő. Szekréciós fázisban nem voltak kimutathatók.

A C-típusú apoláris sejteknek igen nagy a sejtmagvuk, halványan festődnek és a normális neurociták között csoportosan, meglehetősen nagy

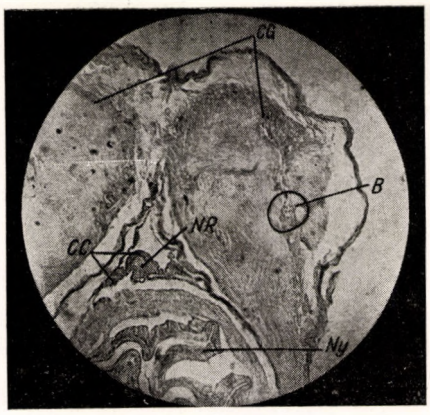


5. ábra. A háromféle (A, B, C) sejttípus elhelyezkedése az agyban

Fig. 5 Position of the three different cell-types (A, B, C) in the brain

számban (12—16), zömmel a ventrális és laterális oldalon helyezkednek el. Szekréciós tevékenységet eddigelé ezekben a sejtekben sem lehetett kimutatni *(5. ábra)*.

A corpora cardiacaban és a corpora allataban szekréciós fázisban levő sejteket ugyancsak nem lehetett találni.



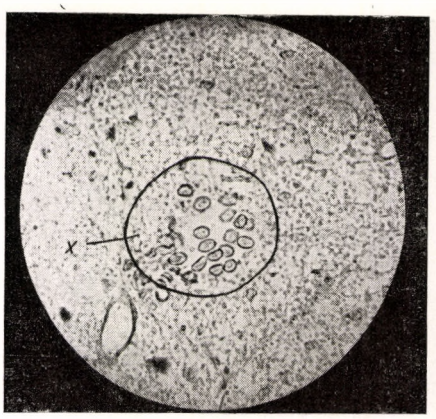
2. *ábra.* Nem besugárzott lárva cerebrális ganglionja (CG). Corpora cardiaca (CC), nervus recurrens (NR), B-típusú sejtek (B), nyelőcső (NY)

Fig. 2. Cerebral ganglion of non-irradiated larvae (CG), Corpora cardiaca (CC), nervus recurrens (NR), B-type cell (B), oesphagus (NY)



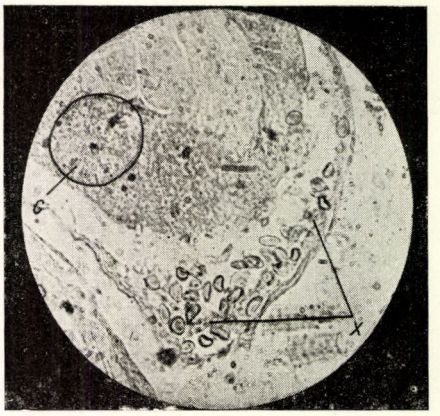
4. *ábra.* Nem besugárzott lárva cerebrális ganglionja (CG), A-típusú szekréciós sejtekkel (A) és a nyelőcső (NY)

Fig. 4. Cerebral ganglion of non-irradiated larvae (CG), with A-type secretory cells (A) and the oesophagus (NY)



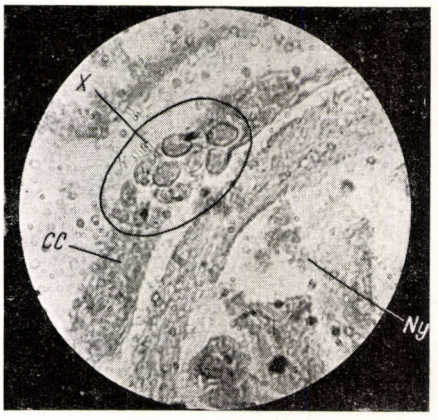
6. *ábra.* Kolloidszemcsék felhalmozódása (X) és C-típusú sejtek (C) besugárzott lárvák cerebrális ganglionjának ventrális területén

Fig. 6. Accumulation of colloid granules in the tissue of the fat body (X)



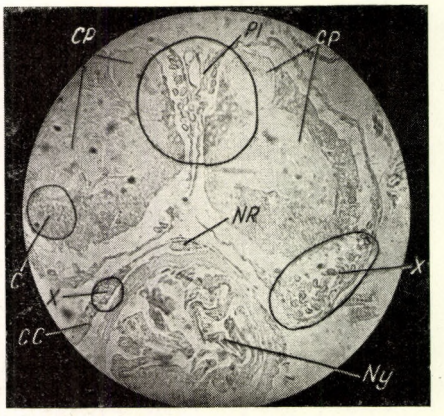
7. *ábra.* Kolloidszemcsék felhalmozódása a zsírtest szövetében (X)

Fig. 7. Accumulation of colliod granules (X) and C-type cells (C) on the ventral region of the cerebral ganglion of irradiated larvae



8. *ábra.* Kolloidszemcsék (X) felhalmozódása a corpora cardiacaban (CC)

Fig. 8. Accumulation of colloid granules (X) in the corpora cardiaca (CC)



9. *ábra.* Besugárzott állat cerebrális ganglionja. Pars intercerebralis (PI), corpora pedunculata (CP), C-típusú sejtek (C), kolloidszemcsék felhalmozódása (X), corpora cardiaca (CC), nervus recurrens (NR) és a nyelőcső (NY).

Fig. 9. Cerebral ganglion of an irradiated animal. Pars intercerebralis (PI), corpora pedunculata (CP), C-type cells (C), accumulation of colloid granules (X), corpora cardiaca (CC), nervus recurrens (NR) and oesophagus (NY)

Az aggyal kapcsolatban álló zsírtestben azonban, a sejtek között csoportos felhalmozódásban nagy mennyiségű, nagyméretű (10—12 μ) pirosra festődő, érdekes alakú szemcse figyelhető meg *(6. ábra)*.

UV-fénnyel besugárzott állatok szövettani képe

A normális lárvákhoz hasonlóan a négyféle sejttípus ezeknél az állatoknál is kimutatható volt a cerebrális ganglionban. Az A-típusú, kolloiddal telt sejtek körülbelül azonos számban (4—6), megtalálhatók voltak a pars intercerebralisban. Ugyanakkor a B-típusú floxinofil szemcsékkel telt sejtek a besugárzott állatokban nagyobb számban (4—6) jelentek meg, egyrészt a laterális, másrészt a ventro-mediális oldalon a protocerebrum területén, illetve a deutero- és tritocerebrum határán *(5. ábra)*.

A C-típusú sejtek közvetlen közelében a perineurium alatt és magában a perineuriumban is nagyméretű pirosra festődő kolloidszemcsék felhalmozódása volt megfigyelhető *(7. és 9. ábra)*. Ezek a floxinofil szemcsék, mikroszkopikus képük alapján azonosaknak látszanak azokkal a kolloidszemcsékkel, melyek az előbbi csoportnál a zsírtest szövetében voltak megfigyelhetők.

Ezeknek a nagy kolloid-szemcséknek az agyból, illetőleg a perineuriumból történő kiürülése után vakuolumok maradnak vissza. Az agy tritocerebrális zónájából származó ilyen szemcséknek a nervus corporis cardiacin keresztül történő vándorlása és a corpora cardiacaban való felhalmozódása a készítményekben szépen kimutatható *(8. és 9. ábra)*. A szemcsék eredete kétséget kizárólag még nem bizonyított, de minden valószínűség szerint a C-típusú sejtekkel hozható kapcsolatba. A szemcsék eredetére, kémiai természetére és szerepére vonatkozó vizsgálatok tovább folynak.

A corpora cardiacaban és corpora allataban e csoport esetében sem sikerült szekréciós fázisban levő sejteket kimutatni.

Az agy mögötti zsírtest szövetében, az előbbi csoporttal szemben, a nagy floxinofil szemcsék teljesen hiányoztak.

Végezetül meg kell még említeni, hogy a szűrt és nem szűrt UV-fénnyel kezelt állatok között különbséget nem lehetett kimutatni.

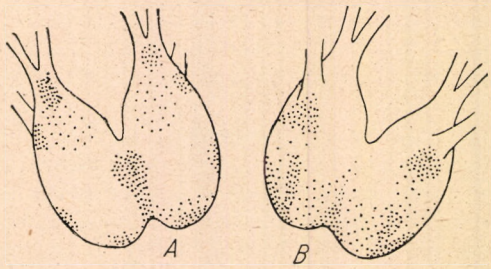
Kiértékelés

A fentiekben közölt szövettani vizsgálatok tulajdonképpen azt a célt voltak hivatva szolgálni, hogy kiegészítsenek egy fiziológiai kísérletet. Az UV-fénnyel történt besugárzásnak ui. a lisztbogár lárváiban olyan fiziológiai hatása volt, melynek eredményeképpen a vedlések ritmusa meggyorsult és ugyanakkor a bebábozódás, illetve maga a metamorfózis nem tudott megindulni. Hogy nem irreverzibilis károsító hatásról van szó, hanem csak átmeneti serkentő vagy gátló effektusról, azt elsősorban az bizonyítja, hogy a besugárzás elhagyása után, bizonyos idő elteltével a fejlődés normális ütemben folytatódik.

Egyszerű meggondolások alapján, a vedlést és metamorfózist szabályozó hormonrendszer összefüggéseinek ismeretében, olyképpen lett volna magyarázható az UV-sugárzás hatása, hogy a pars intercerebralisra kifejtett serkentő hatás mellett egyidejűleg, hasonló módon a corpora allata is aktiválódik,

illetve a megzavart ciklikus működés helyett állandó szekréciós aktivitás jut érvényre. Eszerint a feltevés szerint ugyanis az állandóan termelődő és elválasztódó agyhormon bizonyos koncentráció-szint elérése után, idő előtt kiváltja az újabb vedléseket. Ugyanakkor pedig az állandó és erős aktivitásban levő corpora allataban termelődő juvenil-hormon mennyisége nem csökken és nem tűnik el a hemolimfából, ami viszont a metamorfózis fennmaradó gátlását idézi elő.

A szövettani anyag feldolgozásánál nyert eredmények azonban, a várakozástól eltérően arra mutatnak, hogy a normális és besugárzott állatok agykomplexe közötti különbség elsősorban a perineuriumban és a közelében, valamint az agyhoz csatlakozó zsírtestben megfigyelhető szemcsék jelenlétében, illetve hiányában mutatkozik meg. A corpora allata működésében szövettanilag kimutatható különbség nem volt felismerhető.



10. ábra. Floxinofil kolloidszemcsék felhalmozódása az agy perifériális zónájában, felülnézetben (A) és alulnézetben (B)

Fig. 10 Accumulation of phloxinophil colloid granules in the periferial zone of the brain, seen from above (A) and from below (B)

A szövettani kép alapján fel kell tételeznünk, hogy az UV-sugarak hatására egy bizonyos floxinofil természetű anyag elválasztása gyors ütemben és nagymértékben megindul a cerebrális ganglionban. Ezeknek, a feltehetőleg váladékszemcséknek, a képződési helye elsősorban a perineurium alatti perifériális zónában keresendő, ahol minden valószínűség szerint a C-típusú sejtekkel hozhatók kapcsolatba. A kolloidszemcsék ezután kimutathatóan átvándorolnak a nervi corporis cardiacin keresztül a corpora cardiacaba, és ott felhalmozódásuk megfigyelhető. Ha a szekrétumot illetően az agyhormonra gondolhatnánk, úgy feltehető volna, hogy a hormon a corpora cardiaca-ból kiürül a hemolimfába, s ily módon az UV-sugárzás hatásmechanizmusának a vedlésekkel kapcsolatos oldala magyarázatot nyerne. Ezzel szemben azonban a hisztológiai kép és a további papírkromatográfiás analíziseink is egybehangzóan azt mutatják, hogy a besugárzott állatok agyában felhalmozódó és onnan a corpora cardiacaba átvándorló anyag nem azonos az agyhormonnal. Erre a következtetésre juthatunk akkor is, ha a szemcsék elhelyezkedését a metszetek alapján az egész agyfelület vonatkozásában vizsgáljuk. Ez esetben az tűnik ki, hogy ezek a kolloidszemcsék zömmel az agy bazális oldalán a két hemiszféra kaudális végén, a dorzális oldalon a mediális részen, s mindkét oldalon a kilépő idegek közelében halmozódnak fel *(10. ábra)*.

Feltétlenül figyelmet érdemel az a jelenség, hogy az agyban kimutatható nagy kolloidszemcsékhez teljesen hasonló, minden bizonnyal azonos anyag felhalmozódása a cerebrális ganglionhoz csatlakozó zsírtest szövetében is megtalálható. Érdekes, hogy ezek a floxinofil szemcsék csak a nem besugárzott állatok esetében jelentkeztek a zsírtestben. Természetesen semmi valószínűsége nem látszik annak, hogy ez az anyag — eredetét tekintve — közvetlenül kapcsolatba hozható magával a zsírtesttel, bár egyes vizsgálatok szerint lehetséges, hogy van a zsírtesteknek önálló hormontermelése (PFLUGFELDER, 1952).

A szemcséknek a zsírtestben való megjelenése elméletileg kétféle módon magyarázható. Egyfelől figyelembe kell venni, hogy a zsírtest ezeknél az állatoknál közvetlen összeköttetésben áll magával az aggyal és másrészt — ami felettébb érdekes — idegi közvetítéssel a corpora cardiacaval. Ez a két összeköttetés lehetőséget biztosít arra, hogy az agyban termelődő szemcsék közvetlen átkerüljenek erre a helyre is. Másfelől azonban valószínűbbnek látszik az, hogy a floxinofil szemcsék a corpora cardiacaból kiürülnek a hemolimfába, s a hemolimfával kerülnek be a zsírtest szövetébe. Ez a feltevés megerősíti azokat a megfigyeléseket, melyek a zsírtestek esetleges hormonraktározó szerepére utalnak (PFLUGFELDER, 1952).

Összefoglalás

Az UV-sugárzás vedlést és bábozódást befolyásoló hatását vizsgálva, a kezelt állatok agykomplexét, mint elsőrendű vedlési és bábozódási hormoncentrumot tettük szövettani vizsgálat tárgyává.

Az agykomplex anatómiai elhelyezkedése a *Tenebrio molitor* lárvákban olyan módosulásban található, hogy a cerebrális ganglion és a nyelőcső között húzódik a corpora cardiaca, mely rátapad a nervus recurrens oldalára és a ganglion hypocerebralera, másik része pedig lehúzódik a garat két oldalán, s a corpora allataban végződik. A corpora cardiaca az agyon kívül (nervi corporis cardiaci) egy másik idegpár közvetítésével kapcsolatban van az agy mögött, a két hemiszférával szoros összeköttetésben álló zsírtest szövetével.

Az UV-fénnyel besugárzott és a nem kezelt állatoknál egyaránt a cerebrális ganglionban négyféle sejttípust lehetett felismerni. A közönséges neurocitákon kívül az A-típusú szekréciós sejtek (szürkéskékre festődő kolloid tartalommal) a pars intercerebralisban jelennek meg. A B-típusú sejtek, melyek floxinofil szemcséket tartalmaznak, laterális és ventromediális elhelyezkedésűek. Ezeken kívül a periferiális zónában, a perineurium közelében nagy sejtmagvú sejtek (C-típus) voltak találhatók nagyobb számban (12—16). Az A- és B-típusú sejtek jóval kisebb számban (4—6) s ugyancsak mindig meghatározott elhelyezkedésben mutatkoztak.

A két csoport, a besugárzott és a be nem sugárzott állatok között a leglényegesebb különbség abban mutatkozott, hogy az UV-fénnyel kezelt lárvák agyának meghatározott részein, a dorzális, ventrális és ventrolaterális területeken, közvetlenül a perineurium alatt, s magában a perineuriumban is floxinofil, nagyméretű (10—12 μ) kolloidszemcsék tömeges felhalmozódása volt megfigyelhető. A szemcsék eredete eddig még nem tisztázott, de nagyon valószínű, hogy a C-típusú sejtekre vezethető vissza, mert mindig ezeknek

közvetlen közelében voltak találhatók. Szekréciós fázisban levő C-típusú sejteket eddig még nem sikerült bizonyossággal kimutatni. A pirosra festődött szemcsék vándorlása nyomonkövethető volt a nervi corporis cardiacin keresztül a corpora cardiacaba, ahol kisebb mértékben ugyancsak felhalmozódtak.

A be nem sugárzott állatok agyában egy esetben sem sikerült megtalálni ezeket a kolloidszemcséket, ellenben a zsírtest szövetében felhalmozódásuk megfigyelhető volt.

A corpora allata a két csoportnál nem mutatott különbséget, szekrétum nem volt kimutatható a sejtekben.

IRODALOM

Bargmann, W. (1949): Über die neurosekretorische Verknüpfung von Hypothalamus und Neurohypophyse. — *Ztschr. f. Zellf. u. mikr. Anat.*, **34**, 610—634.

Cazal, P. et Guerrier, Y. (1948): Les glandes endocrines rétrocérébrales des Insects. — *Bull. biol. France et Belg. Suppl.* **32**, 9—18.

Dupont-Raabe, M. (1951): Étude experimentale de l'adaptation chromatique chez le phasme, Carausius morosus. — *C. R. Acad. Sci. Paris* **232**, 886—888.

Gersch, M. (1956): Untersuchungen zur Frage der hormonalen Beeinflussung der Melanophoren bei der Corethra-Larve. — *Ztschr. vergl. Physiol.* **39**, 190—208.

Gersch, M. und Mothes, G. (1956): Neurohormonaler Wirkungsantagonismus beim Farbwechsel von Dixippus morosus. — *Naturwiss.* **43**, 542.

Gersch, M. und Unger, H. (1957): Nachweis von Neurohormon aus dem Nervensystem von Dixippus morosus mit Hilfe papierchromatographischer Trennung. — *Naturwiss.* **44**, 117.

Gomori, G. (1941): Observations with differential stains on human islets of Langerhans. — *Amer. J. Path.*, **17**, 395—406.

Hanström, B. (1938): Zwei Probleme betreffs der hormonalen Lokalisation im Insektenkopf. — *Lund. Univ. Arsskrift N. F. Avd.* 2. **34**, Nr. 16.

Konok I. (1955): Vizsgálatok a rovarvedlés élettanával kapcsolatban. I. Külső tényezők befolyásoló hatása a Tenebrio molitor L. (Coleoptera) lárvák vedlésére és bábozódására. — *Annal. Biol. Tihany*, **23**, 37—52.

Kopeč, St. (1922): Studies on the necessity of the brain for the inception of insect metamorphosis. — *Biol. Bull.* **42**, 323—342.

L'Hélias, C. (1955): Recherches sur les hormones du complexe postcérébral chez Carausius morosus. — *C. R. Acad. Sci. Paris*, **241**, 770—772.

Pflugfelder, O. (1948): Atypische Wucherungen bei Stabheuschrecken nach experimenteller Störung der Inkretion. — *Ztschr. Krebsforsch.* **50**, 107—120.

Pflugfelder, O. (1952): Entwicklungsphysiologie der Insekten. — Akad. Verlagsgesellsch. *Leipzig*. X + 332.

Rehm, M. (1950): Sekretionsperioden neurosekretorischer Zellen im Gehirn von Ephestia kühniella. — *Ztschr. Naturforsch.* **56**, 167—169.

Scharrer, B. (1952): Über neuroendokrine Vorgänge bei Insekten. — *Pflügers Archiv* **255**, 154—163.

Thomsen, E. (1952): Functional significance of the neurosecretory brain cells and the corpus cardiacum in the female blow-fly Calliphora erythrocephala Meig. — *J. exp. Biol.*, **29**, 137—172.

Thomsen, M. (1954): Neurosecretion in some Hymenoptera. — *Danske Vidensk. Sellsk. Biol. Skr.*, **7**, 1—24.

Weyer, F. (1935): Über drüsenartige Nervenzellen im Gehirn der Honigbiene, Apis mellifica L. — *Zool. Anz.* **112**, 137—141.

Wigglesworth, V. B. (1936): The function of the corpus allatum in the growth and reproduction of Rhodnius prolixus (Hemiptera). — *Quart. Jour. Microscop. Sci.* **79**, 82—121.

Williams, C. M. (1947): Physiology of insect diapause. II. Interaction between the pupal brain and prothoracic gland in the giant silkworm Platysamia cecropia. — *Biol. Bull.* **93**, 89—98.

HISTOLOGICAL STUDIES ON THE BRAIN COMPLEX OF THE LARVAE OF *TENEBRIO MOLITOR* L. (COLEOPTERA) TREATED WITH UV.-IRRADIATION

Preliminary report

István Konok

Summary

Observing the influence of UV.-irradiation on moulting and pupation we examined the brain complex of the irradiated animals as primary hormone-center of moulting and pupation from a histological point of view.

The anatomical disposition of the brain complex in *Tenebrio* larvae is to be found in a modification wherein the corpora cardiaca extend between the cerebral ganglion and the oesophagus; this lies at the side of the nervus recurrens and of the ganglion hypocerebrale, while the rest of it descends on both sides of the oesophagus and ends in the corpora allata. The corpora cardiaca are connected not only with the brain (nervi corporis cardiaci) but through another pair of nerves with the tissue of the fat body behind the brain which is in close connection with protocerebral lobes.

Four types of cells are to be found in the cerebral ganglion both in the UV.-treated animals and in the nontreated ones. Besides the ordinary neurocytes the secretory cells of the A-type (with a colloid content that can be stained to a greyish-blue) appear in the pars intercerebralis. The B-type cells containing phloxinophil granules are situated lateral and ventro-medial. Apart from this in the periferial zone in the neighbourhood of the perineurium, cells (C-type) with big nucleus were to be found in large numbers (12—16) A- and B-type cells were observed in much smaller quantities (4—6) and always in definite places.

The main difference between the irradiated and nonirradiated animals was that in certain parts of the brains of the larvae treated with UV. dorsal and ventral, in the ventral and ventrolateral regions immediatly under the perineurium — and in the perineurium itself — large-sized phloxinophil colloid granules (10—12 μ), were to be observed in large masses. The origin of these granules is so far not known, but it is highly propable, that they can be attributed to the C-type cells, for they are always to be found in their immediate neighbourhood. So far it has not been possible definitely to find C-type cells in the secretory phase. Traces of the movement of the red-stained granules could be followed through the nervi corporis cardiaci into the corpora cardiaca where they also accumulated to a lesser degree.

In the brains of the non-irradiated animals in no case such colloid granules were found but they were to be observed accumulated in the tissue of the fat body.

The corpora allata showed no difference in either group; no secretion could be found in the cells.

ÖSSZEHASONLÍTÓ OXIGÉNFOGYASZTÁSI VIZSGÁLATOK ÁLLÓ- ÉS FOLYÓVÍZI AMPHIPODÁKON

(Dicerogammarus villosus bispinosus, Gammarus roeseli)

LUKACSOVICS FERENC

Érkezett : 1958. február 28.

A vízi Arthropodák oxigénfogyasztás-vizsgálataiból leszűrt következtetések kapcsán egyre általánosabbá válik az a nézet, hogy az oxigénben gazdagabb folyóvizek Arthropoda fajai magasabb oxigénfölvételi értékeket mutatnak, mint a lassú folyású vagy állóvizekben élő szervezetek.

Ilyen viszonyokat mutattak ki a *Baetis rhodani* és a *Cloëon dipterum* nimfái között (Fox és Simmonds 1933), az *Ephemerella ignita* és egy a *Caenis* sp. nimfája között, az *Ecdyonurus venosus, Ephemera danica, E. vulgata* fajokon (Fox, Simmonds és Washbourn 1935), és sok más Arthropodán. Ezeken kívül halaknál is találtak különbséget, így a *Cyprinus carpio* L. vad, folyami példányainál magasabb volt az oxigénfölvételi érték, mint a tenyésztett tavi példányoknál (Skorbatov, Azanovics és Loszovszkaja 1954). Előbbiekkel ellentétben nem volt kimutatható különbség két Mollusca faj oxigénfogyasztásában, amelyek közül az egyik a limnofil *Acroloxus lacustris*, a másik a rheofil *Ancylus fluviatilis* volt (Berg 1952).

Ebben a dolgozatban arról számolok be, hogy hogyan módosul az oxigénfölvétel mennyisége Amphipodákon, ha olyan két biotópból származnak, amelyik közül az egyik állóvíz, a másik folyóvíz (patak), de abban mindkét víztípus megegyezik, hogy oxigéntartalmuk azonos, éspedig 100% körüli. A *Dicerogammarus villosus bispinosust* a Balatonból gyűjtöttük kísérleteinkhez, amelynek vize általában 90—110%-os oxigéntelítettségű (Entz 1953), hőmérsékleti amplitudója a nyári +32 C° és a téli +1, +4 C°-okat mutatja. A vizsgálat alá vett másik Amphipoda faj, a *Gammarus roeseli* volt, amely az Aszófői Sédből származott. A Séd vizének oxigéntelítettsége szintén 100%-os értékű, azonban hőmérsékleti amplitudója csekély kivételektől eltekintve, csak +1, +2 és +22 C° között mozog (Entz 1958). A hőmérsékleti differenciákból adódik a második kérdés, nevezetesen mutat-é a két faj légzésében hőmérsékleti adaptációt.

Anyag és módszer

Kísérleteimhez a *Dicerogammarus villosust* a Tihanyi-félsziget DNy-i oldaláról, növényzettől mentes, szabad partjának kövei alól gyűjtöttük mindig, a *Gammarus roeselit* pedig az Aszófői Séd folyásának középső szaka-

szából, ahol a *Sium erectum* HUDS. között mindig nagy számmal volt található. Az állatokat laboratóriumba való beszállítás után úgy válogattuk, hogy kb. azonos nagyságúak kerüljenek vizsgálat alá, figyelembe véve, hogy a *Gammarus*ok respirációs metabolizmusa is a felületek törvénye szerint megy végbe, éspedig hosszuk négyzetével arányos (TROIANI 1954). Súlyaik átlagban a következők voltak :

		élősúly	szárazsúly
D. villosus	♀♀	26 mg	5,9 mg
	♂♂	52 mg	12,0 mg
G. roeseli	♀♀	27 mg	5,7 mg
	♂♂	49 mg	10,3 mg

A kiválasztott állatok vizéből minden olyan anyagot eltávolítottunk, amely táplálékként számbajöhetett volna, majd termosztátba vagy hűtőszekrénybe helyeztük, hogy anyagcsereszintjük átálljon a mérés hőfokára. Ez az akklimatizáció 24 órán át tartott (GRAINGER 1956). Általában hidegvíz időszakában (november—január) végeztük alacsonyabb hőfokú vizsgálatainkat (5—10—15 C°), és melegvíz idején (május—október) a magasabbakat (20—25—30 C°). Begyűjtés után, mintegy 26—28 órával került sor a légzésvizsgálatokra. A méréseket 21—26 ml térfogatú Warburg-edénykékben manometrikusan végeztük. Előzőleg szűrőpapíron leitattuk az állatokat, majd 5-példányt helyeztünk egy edénykébe. Közegként 3 ml 2× szűrt Balatonvizet, betétként 0,15 ml 10%-os KOH oldatot használtunk. A gáztéren 2 percig légköri levegőnek megfelelő összetételű nitrogén—oxigén keveréket áramoltattunk át. A méréseket három órán keresztül végeztük, 30 perces leolvasásokkal. Csapásszám 75—85/percenként. A mérés befejeztével az állatokat desztillált vízzel leöblítettük, szűrőpapíron leitattuk, ezután torziós mérleggel élősúlyt mértünk, majd 24 órán át 105 C°-on súlyállandóságig szárítva megmértük a szárazsúlyt.

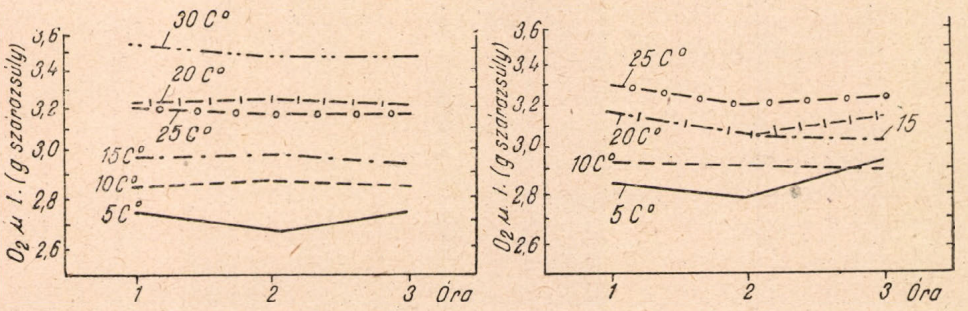
Az értékeket 1 g szárazsúly/óra/mikroliterben adtuk meg. Egy hőmérséklethez tartozó értéket általában 5—6 mérés átlagából számoltunk, amely 25—30 db állat, de szükség esetén 135—190 példány átlagát adtuk meg. A nagyobb példányszámmal az egyedi variációkat csökkentettük minimálisra.

Meg kell említeni azt a körülményt, hogy az állatok a mérőedénykékben szabadon úszkálhattak. Ez a tény kizárja, hogy a kapott értékeket abszolút vagy alapanyagcsere értékekként kezelhessük. Standard követelmények alapján ugyanis ki kell kapcsolni a mérés alatt az önkényes izommozgást és az emésztést (KROGH 1916). Ha azonban figyelembe vesszük, hogy — KROGH és ZEUTHEN szerint — „hidegvérű állatokon a melegvérűekhez hasonló jól megállapítható bazális szint nincs, mert standard körülményekre való törekvéssel csak csökken a metabolizmus, egészen az állat elpusztulásáig" (KROGH 1941, ZEUTHEN 1947, cit. ap. BERG 1952, 230). Így csak arra törekedtünk, hogy megközelítsünk egy azonos standard állapotot mindkét Amphipoda fajnál mérés előtt. A 24 órás hőmérsékleti adaptálás alatt az állatok nem kaptak táplálékot és mérés alatt csak az a táplálék volt megfigyelhető bélcsatornájukban, amelyet 24 órával előbb vettek magukhoz és amelyet a bélcsatornán való áthaladás után ismételten fölvettek. Mérés közben állandóan figyelemmel tartottuk állatainkat és megállapítottuk, hogy azok

általában nyugodtan viselkedtek, belekapaszkodva a betétedényke falába, a pleopodiális lábpárak légzőmozgatásán kívül más mozgást nem igen végeztek.

Eredmények

A két Amphipoda faj oxigénfogyasztásának értékét három óra átlagából adom meg. Ez azért látszott célszerűnek, mert mind a *D. villosus*, mind a *G. roeseli* esetében különbség adódott az egyes órák alatt fogyasztott oxigén mennyiségében *(1. ábra)*.



1. ábra. A *Dicerogammarus villosus* (A) és *Gammarus roeseli* (B) oxigénfogyasztásának változása logaritmálva 3 órás mérés alatt

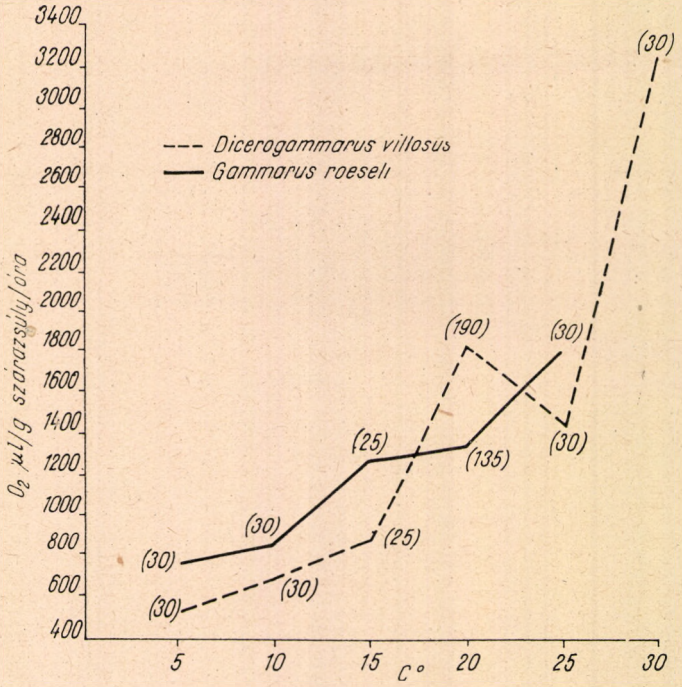
Fig. 1 Veränderungen im Sauerstoffverbrauch von *Dicerogammarus villosus* (A) und *Gammarus roeseli* (B) in Logarithmen dargestellt während der dreistündigen Messung

A különbségek nem voltak nagyok, de nem voltak egyértelműek sem. A második órában emelkedhetett is és csökkenhetett is a fogyasztás az előző órához képest. Így a *G. roeseli*nél mindig csökkent, de a harmadik órában 5—10 és 25 C°-nál ismét emelkedett. A *D. villosus*nál 5—25 és 30 C°-os hőmérsékleteken a második óra alatt kevesebb volt a fogyasztás, mint az első órában, míg 10—15 és 20 C°-on emelkedett. Általában az első és második óra fogyasztása között nagyobb különbség adódott, mint az első és harmadik óra között. Közös volt mindkét faj légzésében az a tendencia, hogy a harmadik órában a fogyasztás az első óra fogyasztási értéke felé vergált. Ilyenformán vált célszerűvé, hogy három óra átlagában adjam meg az egyórás fogyasztást (Grainger 1956).

A fogyasztott oxigén mennyiségét tekintve, a hőmérséklet függvényében *(2. ábra)* érdekes inverzió mutatkozik 20 C°-on. A pataki Amphipoda légzési értékeit felülmúlva, a tavi faj mutat magasabb metabolizmus értéket.

Arra gondolva, hogy mérés kapcsán történt valami hiba, ezen a hőmérsékleten igen nagyszámú példányon végeztem méréseket, amelyekből kiderült, hogy 20 C°-on valóban fennáll ez az inverzió. Hogy a két fogyasztási érték között valóságos a különbség, azt statisztikai módszerrel ellenőriztem. Akkor vettem jelentékenynek a két adat különbségét, ha ez a különbség nagyobb volt, mint a két adat különbsége standard hibájának háromszorosa (Michaelis 1927). Az M_{diff} érték kevés adatból is kijött az 5 és 15 C°-os méréseknél, de 10 és 25 C° esetében nem volt kimutatható. Úgy vélem azonban, hogy eze-

ken a hőfokokon is lényeges a különbség, de mivel az x értékek a faj fogyasztásánál a ♂♂ és ♀♀-variáló kevés adataiból tevődnek össze, adódik, hogy az M_{diff} érték nagyobb, mint a tényleges különbségek egyharmada.* Ezeken kívül természetesen közrejátszhattak olyan biológiai folyamatok is, mint pl. vedlés előtti vagy utáni állapot stb., amely alatt már változik az oxigénfölvétel mennyiségi viszonya, és egyéb, a későbbiekben felsorolandó tényezők.



2. ábra. A *Dicerogammarus villosus* és a *Gammarus roeseli* oxigénfogyasztása 5 C°-onkénti mérések értékeivel. (Zárójelben lévő számok a méréshez felhasznált egyedek számát jelentik)

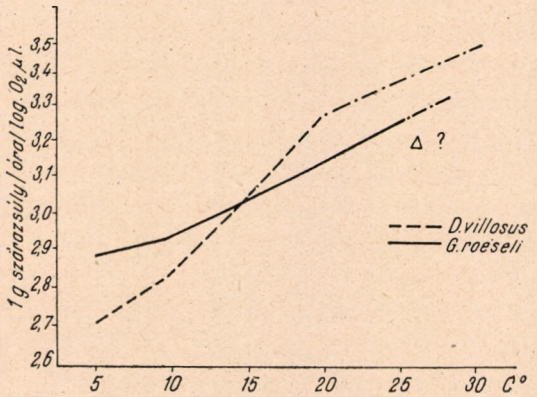
Fig. 2 Sauerstoffverbrauch von *Dicerogammarus villosus* und *Gammarus roeseli*. Die Messungen wurden bei steigender Temperatur (je 5 C°) gemessen. (Die in Klammern angegebenen Daten bedeuten die Zahl der Versuchstiere)

Lényegesen más képet nyújt a *3. ábra*, a két faj légzéséről, ha a logaritmált fogyasztási értékek közül az 5, 10 és 20 C°-on mért értékeket tüntetjük föl az ábrán, és a *G. roeseli*nél még a 25, a *D. villosus*nál pedig a 30 C°-ét. Ebben az esetben a két faj légzésvonala kb. 14 C°-ig konvergál, majd metszi

* Standard deviatiot az $m = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{n-1}}$ képlet alapján számítottam, ahol m = = standard devitatio, x = az egyes adatok eltérése a középértéktől, Σx^2 = ezen eltérések négyzeteinek összege, n = az adatok száma. Standard hiba: $M = \frac{m}{\sqrt{n}}$ ahol m = standard eltérés, n = adatok száma. Két adat különbségének standard hibáját $M_{diff} = \sqrt{M_1^2 + M_2^2}$ alapján számítottam, ahol M_1 és M_2 a két adat standard hibája (vö. Michaelis 1927).

egymást és divergáló irányú haladás után párhuzamossá válik. Ekkor azonban már a tavi szervezet fogyasztása magasabb. Ilyen ábrázolásnál természetesen figyelmen kívül kell hagyni a *D. villosus* 25 C°-on mért igen visszaeső fogyasztási értékeit.

Az összfogyasztási %-ok *(1. táblázat)* a két faj esetében eltérőek. A *D. villosus* fogyasztása 5 és 15 C° között 30—35%-kal emelkedik és 20 C°-on ér el első ízben egy maximális emelkedést, míg a *G. roeseli* hasonló emelkedést 15 C°-on mutat. E hőmérsékletek után mindkét fajnál erős csökkenés mutatkozik, amely a *D. villosus*nál különösen kifejezett, amennyiben az előző hőmér-



3. ábra A Dicerogammarus villosus és *Gammarus roeseli* oxigénfogyasztása különböző hőmérsékleteken (— · — · — = hipotétikus vonalak)

Fig. 3 Sauerstoffverbrauch von *Dicerogammarus villosus* und *Gammarus roeseli* bei verschiedenen Temperaturen (— · — · = angenommene Linien)

sékleten történő fogyasztás értéke alá csökken 21%-kal, a *G. roeseli* fogyasztása pedig alig 6%-kal emelkedik. Ezután a pataki szervezetnél 25, a tavinál 30 C°-on következik egy második maximális emelkedés.

A hímek és nőstények oxigénfogyasztása különbségének vizsgálatakor előre kell bocsátanom, hogy a ♀♀-ek mindig petés ♀♀-et jelentenek. A ♀♀ O_2 fogyasztása mindig magasabb, mint a ♂♂-é. A *G. roeseli* ♀-ei 21—33%-kal, a *D. villosus* ♀-ei pedig 49—69%-kal több O_2-t fogyasztanak hímjeiknél. 20 C°-on a *D. villosus* ♀♀ alig mutatnak nagyobb fogyasztást, mint a ♂♂.

Mind az *1. táblázat*ban, mind a *2. ábrá*ban a *G. roeseli*nél a 30 C°-os értékek hiányoznak. Ennek oka az, hogy ezen a hőmérsékleten az állatok elpusztulnak.

Az eredmények értékelése

Mind a táblázatból, mind az ábrákból kitűnik, hogy a vizsgált Amphipodák anyagcsereintenzitása növekszik a hőmérséklet emelkedésével. Az is látszik, hogy a folyóvízi faj alacsonyabb hőmérsékleten magasabb metabolizmus értékeket mutat, mint a tavi faj. Ebből két, más szerzők megállapítását erősítő következtetést vonhatunk le.

1. *táblázat*

A Dicerogammarus villosus és Gammarus roeseli oxigénfogyasztása különböző hőmérsékleten (1 g szárazsúly/óra/μl-re számítva)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
Faj	C°	Össz-fogyasztás μl	Fogyasztás növekedés %	♂♂ fogyasztása μl	♀♀ fogyasztása μl	♂♂ és ♀♀ fogyasztás-különbsége %	Fajok közötti különbség %	Egyedszám db	100 egyed fogyasztása ♂♂	100 egyed fogyasztása ♀♀	Mérések ideje
Dicerogammarus villosus	5	519	0	+	+	+	0	30 ♂	622	—	1958. I. 9.
	10	695	34	+	+	+	0	30 ♂	834	—	1957. XII. 5.
	15	893	28,5	+	+	+	0	25 ♂	1071	—	1957. XI. 28.
	20	1877	110	++	++	♂♂ 100 / ♀♀ 101	34	190	1979	983	1955—57. V. VIII. IX. X.
	25	1486	—21	1192	1781	♂♂ 100 / ♀♀ 149	0	15 ♂ 15 ♀	1430	1051	1957. VII. 19.
	30	3089	108	2292	3886	♂♂ 100 / ♀♀ 169	0	15 ♂ 15 ♀	2740	2293	1957. VII. 8.
Gammarus roeseli	5	760	0	726	930	♂♂ 100 / ♀♀ 128	46	25 ♂ 5 ♀	748	530	1958. I. 9.
	10	860	13	758	963	♂♂ 100 / ♀♀ 128	24	15 ♂ 15 ♀	781	549	1957. XII. 5.
	15	1320	53	1267	1530	♂♂ 100 / ♀♀ 121	48	20 ♂ 5 ♀	1305	872	1957. XI. 28.
	20	1404	6	++	++	♂♂ 100 / ♀♀ 133	0	135	1089	799	1955—57. VI. VIII. IX.
	25	1865	32	1632	2099	♂♂ 100 / ♀♀ 129	26	15 ♂ 15 ♀	1681	1196	1957. VII. 19.
	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1957. VII. 18.

\+ Hidegvíz idején a D. villosusnak nincsenek petés ♀-ei.

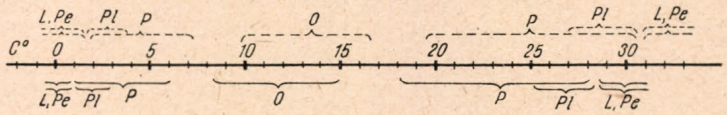
++ A 190 és a 135 példánynál nincsenek kiemelve a ♂♂ és ♀♀ fogyasztása. A nemek fogyasztásának %-os összehasonlítása 15—15 példány mérésének alapján történt.

Egyrészt: több szerző megállapította, hogy alacsonyabb hőmérsékletekhez adaptálódott poikilotherm szervezetek alacsony hőmérsékleten mérve általában magasabb anyagcsere értékeket mutatnak, mint magasabb hőmérsékleten élő társaik. Ugyanakkor — ugyancsak vízi poikilothermeknél — megfigyelték, hogy egy faj egyedei, vagy egy genus különböző fajai az arktikus, borealis, mediterrán és trópusi régiókból származva egymással azonos hőmérsékleti értékeket mutatnak, ha saját területük hőmérsékletén mérik őket (Bullock 1955, Prosser 1955, Rao 1953, Roberts 1952). Előbbi vizsgálatokat a legújabb kísérletek is megerősítik, amelyeket tengeri Decapodákon végeztek (Démeusy 1957), amennyiben az *Uca pugilator* azon populációkból

származó egyedei, amelyek a 41. földrajzi szélességről (Woods Hole) kerültek vizsgálat alá, magasabb anyagcsere értékkel tűntek ki, mint ugyanezen fajnak a 28. szélességi körről (Florida) származó példányai.

Másik következtetés szerint kísérleteink azt a szabályt is érvényessé teszik Amphipodáinkra nézve, amely a mozgóvízi Arthropodák magasabb metabolizmus szintjét mondja ki az állóvizek Arthropodáival szemben.

Ez a szabály, amelyet WALSHE fogalmazott meg (WALSHE 1948 p. 40 cit. ap. BERG 1952), vizsgált Amphipodáinkra is érvényes, esetünkben még akkor is, amikor a két különböző típusú természetes víz abban megegyezett, hogy oxigéntelítettsége mindkettőnek 100% körül volt. Miután a *D. villosus* olyan vízből származik, amelynek egyrészt magas oxigéntelítettsége, másrészt magasabb évi átlaghőmérséklete van, mint a patakvíznek, várható lett volna, hogy magasabb vagy azonos metabolizmus szintet mutat a két Amphipoda



4. ábra A *Dicerogammarus villosus* és *Gammarus roeseli* légzésére kritikus hőmérsékleti szakaszok. Jelzések: - - - - ≡ *D. villosus*, ———— ≡ *G. roeseli*, O = optimum, P = pejus, Pe = pessimum, Pl = prae-letális zóna, L = letális zóna

Fig. 4 Die auf die Atmung von *Dicerogammarus villosus* und *Gammarus roeseli* kritische Temperatur-Abschnitte, - - - - ≡ *D. villosus*, ———— ≡ *G. roeseli*, O = Optimum, P = Pejus, Pe = Pessimum, Pl = praelethale Zone, L = lethale Zone

faj, ha figyelembe vesszük, hogy a poikilotherm szervezetek belső állapota a környezet hőmérsékletével fluktuál. Mindezek ellenére a *G. roeseli* átlagban mintegy 35%-os többletfogyasztással előzte meg tavi társát *(2. ábra, 1. táblázat)*. Mindkét fajnál a 15 C°-ig relatíve egyenletesen emelkedő légzés-%-ok után (13, 30, 35, 53%) a *G. roeseli* erősen lecsökkenti oxigénfölvételét, ugyanekkor a *D. villosus* hatalmasan megnöveli, arra enged következtetni, hogy ez a hőmérsékleti terület, ha még nem is a prae-letalis zóna, de nagyon valószínű, hogy már pejusz szakasz a légzés szempontjából. Ezért a 20 C°-nál talált inverz oxigénfelvételi viszony valószínű, hogy a felső pejuszon mért aberráns értékként könyvelhető el (TROIANI 1954). Az előbbiekből következik, hogy az oxigénabszorpcióra optimális hőmérséklet 15 C° környékén van.

Az előzőkből láttuk, hogy az alacsonyabb hőmérsékleti tartományok légzésviszonyai kétirányú vizsgálatcsoporttal is megerősítve látszanak, míg a magasabb hőmérsékleti zónában kapott eredményeket további vizsgálatokkal kell tisztázni, nevezetesen, aberráns értékként kezelendők-e, vagy pedig amint a statisztikai kiértékelésük mutatja, ténylegesen magasabb az oxigénfogyasztása magasabb hőmérsékleteken a magasabb hőmérsékletre adaptálódott szervezetnek.

Ha a hőmérséklet hatását a légzésviszonyok változásában lineárisan ábrázoljuk, a két fajnak kijelölhetjük néhány kritikus hőmérsékleti szakaszát (DUDICH 1952). Ezeket a kritikus szakaszokat laboratóriumi és terepen végzett megfigyelésekkel támaszthatjuk alá *(4. ábra)*.

A *G. roeseli* példányok kb. 27 C°-nál kezdenek elpusztulni (patakvíz max. hőmérséklete a vizsgált szakaszon 22—23 C°), a *D. villosus* kb. 32 C°-nál

(a Balaton vizének max. hőmérséklete 31—31,5 C°). Így a letális hőmérséklet kijelöli a felső pesszimumot, és ezen hőmérsékletek alatt, ahol az oxigénfölvétel aberránssá válik, kijelöli a felső pejuszt, amelynek pesszimum felé eső része megegyezik a prae-letális hőmérsékleti zónával.

Az alsó letális zóna, amely megegyezik az alsó pesszimummal, 0 C° körül van, emelkedő hőmérsékletnél ezután következik az alsó pejusz a prae-letális zónával. Miután a Balaton hőmérsékleti amplitúdója nagyobb (min. hőmérséklet +1, +4 C°), mint a pataké (min. hőmérséklet +1, +2 C°), a tavi *D. villosus*nak nagyobb a hőmérsékleti toleranciája, mint a pataki *G. roeseli*nek.*

Meg kell jegyezni, hogy a kritikus hőmérsékleti szakaszok az optimumtól fölfelé eső hőmérsékleti értékeknél csak a légzésre érvényesek, mert a felső pejusz területnek az a szakasza, amely még nem tartozik a prae-letális zónába, más funkciókat — megfigyelésünk szerint — nem zavar, így pl. nem gátolja prae-copulatiót, copulatiót és a petefejlődést sem.

A ♂♂ és petés ♀♀ közötti oxigénfogyasztási különbségek vizsgálatából azt az eredményt kaptuk, hogy a *G. roeseli*nél kb. 30%-kal, a *D. villosus*nál kb. 40%-kal volt magasabb a nőstények fogyasztása, mint a hímeké *(1. táblázat)*.

A három órán keresztül folytatott mérések utolsó órájában a fogyasztás jelentékenyen nem csökkent, némely esetben emelkedett is. Ez azt mutatja, hogy a légzőedényke vizében az oldott oxigén parciális nyomásának lassú csökkenésével nem száll lejjebb az állatok oxigénabszropciós szintje *(3. ábra)*, természetesen bizonyos határértékig, mert 3—4 ml oxigén/liter tartalom alatt a metabolizmus rohamosan csökken (Troiani 1954).

Összefoglalás

Irodalmi adatok arról számolnak be, hogy a folyóvízi Arthropodák metabolizmusa magasabb, mint állóvízi társaiké. Ez nyilvánvalóan adaptálódás a folyóvizek magasabb oxigéntartalmához. Ebben a dolgozatban olyan kísérletekről számoltunk be, amelyben álló- és folyóvízből származó Amphipodák oxigénfogyasztását vizsgáltuk annak eldöntése végett, hogy vajon magasabb-e a folyóvízi állat metabolizmusa akkor, amikor az állóvíz oldott oxigéntartalma azonosnak mondható a folyóvíz oxigéntartalmával. A kísérletben 555 Amphipoda példány fogyasztását mértük meg 5, 10, 15, 20, 25 és 30 C°-okon. A vizsgált *Dicerogammarus villosus bispinosus*t a Balaton partmenti részéről, a *Gammarus roeseli*t (pedig az Aszófői Sédből (patak) gyűjtöttük, éspedig mindig azonos helyről. A méréseket Warburg módszerével végeztük, előzőleg azonban az állatokat hűtő-, illetőleg fűtőszekrényben tartottuk 24 óráig a mérési hőmérsékleten és a táplálékfölvételt megakadályoztuk. Az eredményeket 1 g szárazsúly/óra/μl O_2 értékben adtuk meg.

1. Mindkét Amphipoda faj oxigénfogyasztása a normális hőmérsékleti zónában az emelkedő hőmérséklettel nő.

2. A folyóvízi *Gammarus roeseli* oxigénfogyasztása kb. 14 C°-ig magasabb, mint a tavi *Dicerogammarus villosus* fogyasztása, ebből következik

* A patak lassúbb folyású vagy kiöntéses részeiben meleg nyári napokon a G. roeseli tömeges pusztulását figyelte meg Dr. Sebestyén Olga (szóbeli közl.).

egyrészt, hogy a vizsgált folyóvízi szervezet élénkebb metabolizmusú, másrészt pedig, hogy az alacsonyabb hőmérséklethez adaptálódott szervezet magasabb abszorpció értékeket mutat alacsonyabb hőmérsékleteken, mint a magasabb hőmérséklethez adaptált poikilotherm szervezet.

3. Mindkét faj mutat a légzésben adaptációs jelenséget, mert 24 órás akklimatizáció alatt anyagcseréjük átáll a környezet hőmérsékletének megfelelő szintre, de megőrzik azt a fiziológiai sajátságot, hogy azonos alacsonyabb hőmérsékleteken mérve, a hidegebb miliőhöz alkalmazkodott szervezet megtartja magasabb metabolizmusát.

4. A 20 C°-os és ezen felüli hőmérsékletek valószínűleg a légzésre pejusz területek, és aberráns értékként kezelendők.

5. Előbbi helyzet — amelynek tisztázása folyamatban van — csak a légzésre felső hőmérsékleti pejusz-terület, addig, amíg a praeletális zónát el nem éri, mert megfigyeléseink szerint a vizsgált Amphipodákat más funkcióikban nem zavarja lényegesen, így pl. praecopulatio, copulatio, petefejlődés stb.

6. Az egyes fajok ♂-jei és petés ♀-ei között különbség adódik a felvett oxigén mennyiségében, így a *Gammarus roeseli* ♀-ei átlagban 30%-kal, a *Dicerogammarus villosus* nőstényei mintegy 40%-kal mutatnak magasabb abszorpció értéket, mint hímjeik.

7. Három órán keresztül tartó méréseknél a harmadik órában fogyasztott oxigén mennyisége megközelítőleg azonos volt, mint az első órában fogyasztotté, tehát a vizsgált Amphipodák a csökkenő oxigéntartalomnál is fönntartják légzésintenzitásukat, és csak egy alsó oxigéntartalom-határérték alatt csökken rohamosan oxigénfelvételük.

8. Oxigénfölvétel szempontjából az optimális hőmérséklet mindkétfajnál 15 C° körül van.

9. A letális hőmérsékleti zóna a *Gammarus roeseli*nél 27 C°-nál kezdődik, a *Dicerogammarus villosus*nál 31 C° fölött van.

10. Esetünkben a *Dicerogammarus villosus* hőmérsékleti toleranciája nagyobb, mint a *Gammarus roeselié*, amely az eltérő hőmérsékleti amplitúdójú víztípusokhoz való alkalmazkodásokat mutatja.

IRODALOM

Berg, K. (1952): On the Oxygen Consumption of Ancylidae (Gastropoda) from an Ecological Point of View. *Hydrobiologia* **4**, 225.

Bullock, T. H. (1955): Compensation for temperature in the metabolism and activity of poikilotherms. *Biol. Rev.*, **30**, 311—342.

Démeusy, N., (1957): Respiratory metabolism of the Fiddler Crab Uca pugilator from two different latitudinal populations. *Biol. Bull.*, **113**, 245—253.

Dudich E. (1952): Állatföldrajz. Egyetemi jegyzet. *Kézirat.* Budapest.

Entz B. (1953): Horizontális kémiai vizsgálatok 1950 és 1952 nyarán a Balaton különböző biotópjaiban és néhány beömlő patak torkolatánál. *Annal. Biol. Tihany.* **21**, p. 28.

Entz B. (1958): Az Aszófői Séd, továbbá a Pécsely-patak és az Aszófői Séd torkolata közt a Balatonba ömlő patakok hőmérsékleti és vízkémiai viszonyai. A pataki elsődleges termelésről. *Annal. Biol. Tihany.* **25**, 109—136.

* E helyen mondok köszönetet Dr. Sebestyén Olga és Dr. Fábián Gyula tudományos osztályvezetőknek többirányú értékes támogatásukért, valamint Fenyvesi Károly asszisztensnek a gyűjtési és előkészítési munkákban nyújtott lelkes és lelkiismeretes segítségért.

Fox, H. Munro and Simmonds, B. G. (1933): Metabolic rates of aquatic arthropods from different habitats. *J. Exp. Biol.*, **10**, 67.

Fox, H. Munro, Simmonds, B. G. and Washbourn, R. (1935): Metabolic rates of ephemerid nymphs from swiftly flowing and from still waters. *J. Exp. Biol.*, **12**, 179.

Grainger, J. N. R. (1956): Effects of changes of temperature on the respiration of certain Crustacea. *Nature* **178**, 930.

Lukacsovics F. (1958): Az Aszófői Séd hidrográfiai viszonyai. *Annal. Biol. Tihany.* **25**, 99—108.

Michaelis, L. (1927): Einführung in die Mathematik für Biologen und Chemiker. *Berlin.*

Prosser, C. L. (1955): Physiological variation in animals. Biol. Rev., **30**, 229—262.

Rao, K. P. (1953): Rate of water propulsion in Mytilus californianus as a function of latitude. *Biol. Bull.*, **104**, 171—181.

Roberts, I. L. (1952): Studies on thermal acclimatization in the lined shore crab, — Pachygrapsus crassipes Randall. Ph. D. thesis, Univ. of Calif., Los Angeles (cit. ap. *Démeusy* IV. 1957).

Skorbatov, G. L., L. P. Azanovics, G. V. Loszovkaja (1954): Vlijanie uszlovij szredü na potreblenie kiszloroda molodju karpa i szazana. *Dokl. Akad. Nauk.* **98**, 2, 311—312.

Troiani, Doria (1954): La consommation d'oxygène de quelques Gammaridae. *C. R. Acad. Sci. Paris* **239**, 1540—1542.

Walshe, Barbara M. (1947): On the function of haemoglobin in Chironomus after oxygen lack. *J. Exp. Biol.*, **24**, 329.

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN SAUERSTOFFVERBRAUCH VON AMPHIPODEN AUS STEHENDEN UND FLIESSENDEN GEWÄSSERN

Ferenc Lukacsovics

Zusammenfassung

Nach der Literatur ist der Stoffwechsel der aus fliessenden Gewässern stammenden Arthropoden höher als derjenige der aus stehenden Gewässern. Das ist offensichtlich eine Adaptation an den höheren Sauerstoffgehalt der fliessenden Gewässer. In der vorliegenden Arbeit werden Experimente mit Amphipoden aus stehenden und fliessenden Gewässern bekanntgegeben. Das Ziel der Untersuchungen war zu entscheiden, ob der Stoffwechsel von Tieren aus fliessenden bzw. stehenden Gewässern mit gleichem Gehalt an gelöstem Sauerstoff identisch ist oder nicht. Während der Untersuchungen wurde der Sauerstoffverbrauch von 555 Amphipodenexemplaren bei 5, 10, 15, 20, 25 und 30° C gemessen. Der untersuchte *Dicerogammarus villosus bispinosus* wurde an den Ufern des Balatonsees, der *Gammarus roeseli* im Aszófői Séd-Bach gesammelt, und zwar immer an denselben Stellen. Die Messungen wurden mit der Warburg-Methode durchgeführt. Vorher wurden die Tiere im Kühlschrank, d. h. im Thermostat gehalten und die Nahrungsaufnahme verhindert. Die Ergebnisse werden in 1 g Trockengewicht/ Stunde/ μl O_2 Werte angegeben.

1. Der Sauerstoffverbrauch erhöhte sich im normalen Temperaturbereich mit steigender Temperatur bei beiden Amphipoden-Arten.

2. Der Sauerstoffverbrauch war bei *Gammarus roeseli* aus dem Aszófői Séd-Bach bis ungefähr 14° C höher als bei *Dicerogrammarus villosus bispinosus* aus dem Balaton-See. Diese Tatsache weist einerseits auf regeren Stoffwechsel der untersuchten Fliesswasserorganismen, anderseits aber konnte festgestellt werden, dass ein an niedrigere Temperatur adaptierter Organismus bei niedriger Temperatur höhere Absorptionswerte aufweist als ein Poikilothermer Organismus, welcher an höhere Temperatur adaptiert ist.

3. Bei beiden Arten ist eine Adaptation der Atmung wahrzunehmen da ihr Stoffwechsel sich während einer 24-stündigen Akklimatisation auf einen der Temperatur der Umgebung entsprechenden Wert einstellt. Doch bewahren beide jene physiologische Eigenschaft, indem bei identischen niedrigeren Temperaturen der an kälteres Milieu adaptierte Organismus seinen höheren Stoffwechsel aufrechterhält.

4. Temperaturen bei 20° C und darüber müssen wahrscheinlich bezüglich der Atmung als Peiusbereiche und als aberrante Werte betrachtet werden.

5. Die vorher erwähnte Situation — deren Klärung im Gange ist — besteht nur betreffs der Atmung als Peiusbereich, und zwar solange, bis sie die praeletale Zone nicht erreicht. Nach unseren Beobachtungen werden die bearbeiteten Amphipoden in ihren anderen Funktionen (wie z. B. Praecopulation, Copulation, Eientwicklung usw.) nicht wesentlich gestört.

6. Es zeigte sich ein Unterschied in der Quantität der Sauerstoffaufnahme der ♂ und trächtigen ♀ der beiden Arten, insofern die ♀ des *Gammarus roeseli* im Durchschnitt um 30%, die Weibchen des *Dicerogammarus villosus bispinosus* um 40% höhere Absorptionswerte aufwiesen als die arteigenen Männchen.

7. Während der dreistündigen Messungen war die Menge des verbrauchten Sauerstoffes durchschnittlich annähernd dieselbe wie diejenige in der ersten Stunde. Diese Tatsache beweist, dass die Amphipoden ihre Atmungsintensität bei abnehmendem Sauerstoffgehalt aufrechterhalten und dass ihre Sauerstoffaufnahme nur bei niedrigerem Sauerstoffdruck rasch abnimmt.

8. Die optimale Temperatur liegt für die Sauerstoffaufnahme für beide Arten bei 15° C.

9. Die für *Gammarus roeseli* letale Temperaturzone beginnt bei 27° C, für *Dicerogammarus villosus bispinosus* aber bei über 31° C.

10. In den vorliegenden Untersuchungen war die Temperaturtoleranz des *Dicerogammarus villosus bispinosus* höher als die des *Gammarus roeseli*. Diese Tatsache beweist die Anpassungsfähigkeit an Gewässertypen verschiedener Temperaturamplituden.

Tab. 1 Sauerstoffverbrauch von *Dicerogammarus villosus* und *Gammarus roeseli* bei verschiedenen Temperaturen (auf 1 g Trockengewicht /Stunde/ μl gerechnet).

ÚJ MÓDSZER VÍZI GERINCTELEN ÁLLATOK LABORATÓRIUMI TENYÉSZTÉSÉRE

LUKACSOVICS FERENC

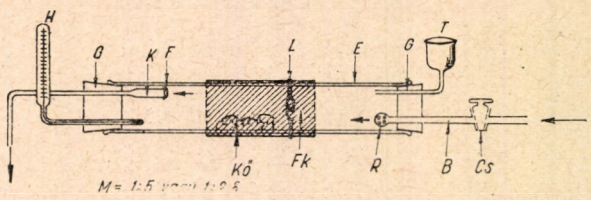
Érkezett : 1958. március 1-én

Az édesvízi, brakk és tengervízi állatok sokrétű vizsgálata (ontogenetika, genetika, ökológia, biológiai produkció stb.) az állatok laboratóriumi tenyésztését szükségessé teszik. Ilyen viszonyok mellett, az ismert — esetleg kívánt — faktorok biztosításával azokat állandó megfigyelés alatt tarthatjuk. Jól megválasztott tenyésztési módszerrel, — tehát amikor az általunk biztosított miliőfaktorok megközelítik a természetes körülményeket — mintegy nagyobb valószínűségét teremtjük meg olyan élettevékenységek megfigyelési és vizsgálati lehetőségének, amelyek a terepen, — a terep sajátosságainál fogva — egyáltalán nem, vagy csak nagy nehézségekkel tanulmányozhatók. Vonatkozik ez az egyes biológiai állapotok időtartamának (praekopuláció, kopuláció, oogenezis, embriogenezis tartama, ivarérettség elérése, élettartam stb.), valamint az egyes élettevékenységek kvalitatív és kvantitatív viszonyainak vizsgálatára (kopuláció menete, táplálkozási viszonyok, peték és kikelő fiatalok száma, ivarérettséget elérők száma, a ♀♀-ek peterakásának gyakorisága egy életciklusban, ivararány stb.). Terepmódszerekkel ugyancsak nehezen végezhetők olyan vizsgálatok, mint pl. a külső faktorok hatásainak határérték megállapítása, az adott állatfaj kritikus szakaszainak kijelölése (hő, fény, vízáramlás sebessége, kemikáliák), adaptációs, fertőzési, parazitológiai és egyéb vizsgálatok és kísérletek.

A tenyésztés, de a tenyészthetőség magában véve is többrétű, bonyolult feladat. Ha csak arra gondolunk, hogy bár a természetben közelrokon fajok sokszor egymás mellett, ugyanazon vízben tenyésznek, laboratóriumi körülmények között, egyforma feltételek mellett ezen fajok egyike tenyészik, a másika pedig sok esetben nem. Például, a *Gammarus duebenit* és a *G. pulex*et nem sikerült ugyanazon feltételek mellett tenyészteni, noha együtt is találhatók természetes vizekben (HYNES 1954). Másrészt — példánkban az Amphipodáknál maradva — jól szaporodnak kicsi zománcos fotótálban a *Gammarus chewreuxi*, *G. pulex*, *G. locusta* (SEXTON 1928 és HYNES 1954). A *G. duebeni*t (KINNE 1952, HYNES 1954) sikeresen tenyésztették üvegkádban, és akváriumban a *Synurella ambulans*t (DUDICH 1927), valamint a *G. pulex*et (HAEMPEL 1908). Mindezek ellenére a *Dicerogammarus villosus bispinosus* és a *Gammarus roeseli* tenyésztése ezekkel a módszerekkel nem vezetett eredményre. Úgy látszott, hogy az utóbbi fajoknak kisebb ökológiai valenciájuknál fogva komplexebb tenyészkörülményeket kell biztosítani. Ezek a feladatok vezettek az alábbi új készülék szerkesztéséhez.

A készülék leírása

Az apparátus tulajdonképpen egy csőrendszer *(2. ábra)*, amelyben állandóan víz áramlik. Az egyes tenyésztőedények *(1. ábra)* két végükön gumidugóval záródnak *(1. ábra* G.), amelyek egyikén van a befolyócső, a folyássebességet szabályozó üvegcsappal és az anyagbeadó tölcsér *(1. ábra* B., Cs., T.). Utóbbin keresztül adagolhatjuk be a kísérleti állatok számára a táplálékot (fölaprított növényi és állati anyagokat, iszapot stb.), vagy más anyagokat, mint pl. vegyszerek stb. A cső másik végén a kifolyócső szájadékán szűrő háló van, amely megakadályozza a fiatal állatok és a lebegő táplálékrészecskék kisodródását *(1. ábra* K., F.). Ezen a végen van még egy könyökhőmérő (0 C°—40 C°-ig, 0,5 C°-os jelöléssel). A beáramló csövet célszerű

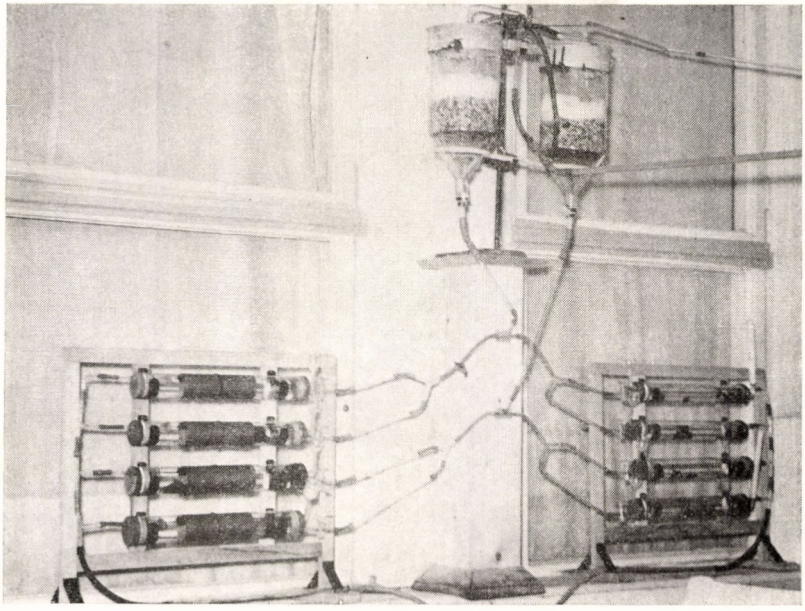


1. ábra. Egy tenyésztőcső összeállítása. Cs = víz folyássebességet szabályozó csap, B = befolyócső, R = befolyógömb, T = anyagbeadócső, G = gumidugó, Kö = kődarabka, F = filtrálóháló, K = kifolyócső, H = hőmérő, Fk = Fotokarton, L = leszorítógumi.

Fig. 1 Die Zusammenstellung eines Zuchtrohres. Cs = Hahn zur Regulation des Zuflusses, B = Zufluss, R = Einflusskugel, T = Rohr zur Dosierung der Nahrung, G= Gummistöpsel, Kö = Steinchen, F = Filtergaze, K = Ausfluss, H = Thermometer, Fk = Photokarton, L = Sperrgummi.

a tenyészedény alsó, a kiáramlót pedig a felső részéhez helyezni, hogy elkerüljük a beáramló friss víz felszíni áramlását és az alsó rész pangását. A tenyésztőedénybe ezenkívül még teszünk — a vizsgált szervezet életmódjának megfelelően — rejtőzés és kapaszkodás számára kis darab likacsos szabálytalan kövecskét vagy növényi részeket.

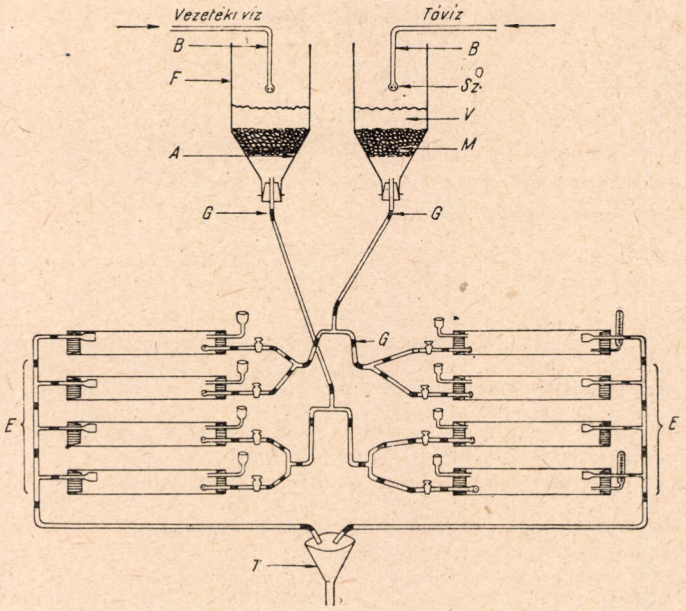
Egy kísérletnél is több ilyen rendszerű tenyésztőedényt (4—10 db) alkalmazunk egyszerre, állványra felerősítve *(2. ábra, 1. tábla)*. A vezetéki vizet nem közvetlenül visszük be a tenyésztőcsövekbe, hanem előzőleg egy nagyobb edényben fogjuk fel *(2. ábra* F.). Ez lehet egy alját lerepesztett 5—8 literes üvegedény is. Tapasztalás szerint minden vizet célszerű szűrni felhasználás előtt, mert nemcsak a különböző tartályok, de a vízvezeték vize is tartalmazhat szennyező anyagokat, amelyek az esetleg hónapokig tartó kísérletek alatt eltömhetik a rendszer vékonyabb csöveit. A szűrést vattán át végezzük *(2. ábra* V.), amelyet hetenként cserélünk. Általában akkor is számolnunk kell még — különösen az élővizet (pl. balatonvizet, dunavizet stb.) tartalmazó tartályok vizéből — kék és zöldalga bevonatok képződésével. Előfordulhat, hogy a víz O_2 koncentrációja a kívántnál alacsonyabb lesz. Ezen úgy segítünk, hogy a vizet porlasztófej alkalmazásával szóratjuk a vattára *(2. ábra* Sz.), így közben telítődik oxigénnel. A tartály, vagy vezetéki víz hőmérsékleténél magasabb hőmérsékletű vizet úgy tudunk biztosítani, hogy hosszabb csövön át juttatjuk a rendszerbe, így több hőt tud felvenni a magasabb laboratóriumi



I. Tábla. A készülék működés közben.
Tafel I. Die Apparatur in Betrieb.

hőmérsékletből. Alacsonyabb hőmérsékletet pedig hűtőkígyó közbeiktatásával érünk el.

Az egyes tenyésztőedények összekapcsolása, a víz be- és kiáramlásához Y és T alakú üvegcsövekkel történik *(2. ábra* E.), amelyeket gumicsővel toldunk össze. Itt kell megemlíteni azt, hogy lehetőség szerint a beáramló víz minél kevesebb gumirészen haladjon keresztül, mert különösen a fekete gumicső oldatba menő anyagai (kátrányszármazékok), elsősorban a párzást



2. ábra. Tenyésztőapparátus. F = szűrőedény, B = befolyócső, Sz = szórófej, V = vatta, M = kavicsszemcsék, A = perforált aluminiumlemez, G = Gumicső- toldalék, E = kifolyóvizet gyüjtő T-alaku csövek, T = lefolyótölcsér.

Fig. 2 Zuchtapparat. F = Filtrierfass, B = Zufluss, Sz = Spritzloch, V = Watte, M = Kieselsteinchen, A = perforierte Aluminium Folie, G = Gummischlauchzusatz, E = T-Röhre zum Abfluss, T = Abflusstrichter.

gátolják. A tenyésztőkészüléket időnként szét kell szedni, hogy állatokat vehessünk ki, vagy a kikelt fiatal egyedeket megszámoljuk. Ezt a be- és kiáramló cső gumitoldalékának szétszedésével végezzük *(1. ábra)*. Az edény tartalmát tálba öntjük, s az üvegcső belsejét még vízsugárral is gondosan lemossuk, hogy a falán maradt apró, fiatal állatok is a tálba kerüljenek. Ekkor kell alaposabban megtisztítani a tenyészedényt és a kifolyó szűrőt az időközben lerakódott szennyező anyagoktól.

Záradékul meg kell említeni, hogy ez a készülék alkalmasnak látszik mind édes, mind brakk és tengervízi szervezetek biológiájának tanulmányozására is.

* Köszönetemet fejezem ki Konok István tudományos kutatónak, és Fenyvesi Károly asszisztensnek értékes tanácsaikért és segítségükért.

IRODALOM

DUDICH, E. (1927): Neue Krebstiere in der Fauna Ungarns. *Archivum Balatonicum*, **1**, 343—387.

DUDICH E. (1952): Állatföldrajz. Egyetemi jegyzet. Kézirat. Budapest.

HAEMPEL, O. (1908): Ueber die Fortpflanzung und Künstliche Zucht des gemeinen Flohkrebses (Gammarus pulex L. und fluviatilis R.). — *Allg. Fisch. Ztg.* **33**, 86—89., 110—114. és 137—141.

HYNES, H. B. N. (1954): The ecology of Gammarus duebeni Lilljeborg and its occurrence in fresh water in Western Britain. *J. Anim. Ecol.* **23**, 38—84.

KINNE, O., (1952): Zum Lebenszyklus von Gammarus duebeni Lillj. nebst einigen Bemerkungen zur Biologie von Gammarus zaddachi Sexton subsp. zaddachi Spooner. *Verh. Inst. Meeresforsch Bremerhaven*, **1**, 187—203.

SEXTON, E. W., (1928): On the rearing and breeding of Gammarus in laboratory conditions. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **15**, 33—55.

NEUES VERFAHREN ZUR ZUCHT EINIGER WASSER-WIRBELLOSEN IM LABORATORIUM

Ferenc Lukacsovics

Zusammenfassung

Verfasser beschreibt ein durch ihn konstruirtes Zuchtgerät wodurch vielfaltige Untersuchungen (ontogenetische, ökologische, produktionsbiologische Untersuchungen, usw.) an aus Süsswasser-, Brack- und vom Meere stammenden wirbellosen Tieren durchgeführt werden können. Diese Methode bietet naturähnliche Bedingungen und die Möglichkeit zur Durchführung solcher biologischen Untersuchungen im Laboratorium dar, welche in der Natur — imfolge der speziellen Gegebenheiten im Freiland — garnicht oder nur mit grossen Schwierigkeiten und nicht exakt ermittelt werden können. Solche Untersuchungen sind z. B.: die Zeitdauer der einzelnen biologischen Stadien (Praecopulation, Copulation, Oogenese, Embriogenese, Zeitpunkt der Geschlechtsreife, Lebensdauer, usw.) weiterhin die Untersuchung der quantitaven und qualitativen Verhältnisse der einzelnen Lebenstätigkeiten, wie z. B.: Ablaufen der Copulation, Ernährungsverhältnisse, Zahl der Eier und der ausschlüpfenden Jungtiere, Zahl der geschlechtsreifen Tiere, Häufigkeit des Laichens der Weibchen während eines Lebenszyklus, Verhältnis der Geschlechter. Weiterhin werden die Grenzwerte des Einflusses der Unweltfaktoren bestimmt, Bezeihnungen die kritischen Abschnitte der untersuchten Tierart betreffend (Temperatur, Licht, Intensität der Wasserströmung, Chemikalien, usw.) angegeben und Untersuchungen zur Adaptation, Parasitologie und Infektion im Laboratorium mittels dieses Gerätes entsprechend erörtert werden können.

A TERRAMICIN ÉS A B_{12}-VITAMIN HATÁSA AZ ELSŐNYARAS IVADÉKPONTYOK SÚLYGYARAPODÁSÁRA

TANGL HARALD és TÖLG ISTVÁN

Érkezett: 1958. február 20.

Ismeretes, hogy egyes antibiotikumok jelentősen növelik a fiatal állatok súlygyarapodását, emelik takarmányértékesítésüket és fokozzák szervezetük ellenállóképességét a különböző kórokkal szemben. Halak takarmányozásában eddig még alig használták fel az antibiotikumokat. Az irodalomban csupán néhány, ellentétes eredményeket tartalmazó beszámoló található. Éppen ezért vizsgálat tárgyává tettük, hogy milyen hatással van a terramicin és a B_{12}-vitamin az elsőnyaras pontyivadék súlygyarapodására.

A kísérletet Alsóörsön négy, egyenként 48 m^3-es betonmedencében 4400 db 0,9 g átlagkezdősúlyú elsőnyaras pontyivadékkal két hónapon át (augusztus—szeptember) végeztük úgy, hogy az ellenőrző csoporton kívül egy csoport B_{12}-vitamint, egy csoport terramicint, egy csoport terramicint és B_{12}-vitamint kapott. A fenti csoportnak megfelelően a halak a terramicinből naponta 30 mg-ot, a B_{12}-vitaminból 50 μg-ot kaptak reggeli takarmányukba belekeverve. Ezzel a kísérlettel párhuzamosan a tihanyi Biológiai Intézet akváriumának négy, egyenként 140 literes tartályában azonos sorozatú vizsgálatot állítottunk be, tartályonként 40 db 1,2 g-os átlagkezdősúlyú elsőnyaras pontyivadékkal, szintén két hónapon át. Ezek az utóbbi halak, a csoportnak megfelelően, naponta 1,5 mg terramicint és 25 μg B_{12}-vitamint kaptak a takarmányukba belekeverve. Ezenkívül két kisebb tartályban 25—25 db 11 g-os ponttyal vizsgálatokat végeztünk annak kipuhatolására, hogy a B_{12}-vitamin injekció alakjában nyújtva, vagy a takarmányba keverve hatásosabb-e? Mindkét csoport 6 mg terramicint kapott, ezenkívül egyik csoport a napi takarmányba kevert 50 μg-B_{12}-vitamint. A másik csoportnak pedig a halak nagyságától függően 0,1—0,2 ml, 50 μg-ot tartalmazó B_{12}-vitamin oldatot adtunk injekció alakjában. A halak takarmánya egyharmad húslisztből és kétharmad korpából állott. A betonmedencék vizének hőmérséklete a kísérlet folyamán 17—25 C° között ingadozott, az átlag 21,5 C° volt.

Az *1. táblázat*ban az alsóörsi, a *2.* és *3. táblázat*ban a tihanyi kísérleteket foglaltuk össze.

Az alsóörsi kísérleti eredmények szerint a terramicin-etetésnek némi serkentő hatása észlelhető. Ha ugyanis az ellenőrző csoportbeli állatok átlagos súlygyarapodását 100-nak vesszük, akkor az antibiotikumokkal etetetteké 111%. Az antibiotikummal együtt adagolt B_{12}-vitamin nem hatott serkentően. Ennek oka valószínűleg az, hogy ezt a vitaminféleséget már amúgyis szolgál-

1. táblázat

Nyújtott hatóanyag	A —	B B_1-vitam.	C Terramicin	D B_{12}-vit. + Terramicin
Indulási darabszám	1100	1100	1100	1100
„ összsúly g-ban	1007	1005	995	1003
„ átlagsúly g-ban	0,91	0,91	0,90	0,91
Végzési darabszám	744	352*	758	731
Pusztulási veszteség darabban	356	—	342	369
„ „ %-ban	323	—	31,0	33,5
Végzési összsúly g-ban	1590	968	2208	2144
„ átlagsúly g-ban	2,62	2,76	2,91	2,93
„ „ az ellenőrzőhöz viszonyítva %-ban	100	105	111	111
Végzéskor a csoport legnagyobb hala g-ban	21,70	16,45	19,00	19,60
„ „ legkisebb hala g-ban	1,15	1,10	1,00	1,20

Kísérlet kezdete	1957. július 30.
„ befejezése	1957. szeptember 30.
Kísérlet időtartama, nap	63.

* A kísérlet befejezésekor, technikai hiba következtében, a halak egy része a víz eeresztésekor kiszabadult.

tatták a medencében elszaporodó algák. Noha a vizsgálat elején bemért halak súlya átlagban azonos volt, a kísérlet végén mégis nagyarányú súlyeltérést tapasztaltunk mind a négy csoportban. A legnagyobb halak súlya 21, 19, 16, a legkisebbeké 1,2, 1,3, 1,8 g között ingadozott.

A tihanyi kísérletben az első három héten a hatóanyagok juttatása jelentős súlygyarapodási többletet eredményezett, különösen az antibiotikumra vonatkozólag. Az antibiotikummal együtt nyújtott B_{12}-vitaminnak nem mutatkozott hatása, de az egymagában adott B_{12}-vitamin hatásaként súlytöbbletet észleltünk. A kísérlet további szakaszában a súlygyarapodás megállt, sőt a kísérlet vége felé súlycsökkenést is tapasztaltunk. Ennek oka feltételezhetően az, hogy a halak takarmányából egy eddig még ismeretlen tényező hiányzott. A halak közti szóródás nem volt olyan nagymérvű, mint az az alsóörsi kísérletben.

Akár etettük, akár injekció alakjában nyújtottuk a B_{12}-vitamint, a hatást illetően nem észleltünk különbséget.

A kísérleti adatokból látható, hogy az elsőnyaras pontyivadékok súlygyarapodását a terramicin etetése némileg kedvezően befolyásolta, a hatás azonban nem olyan mérvű, hogy a gyakorlati életben hasznosítható lenne.

Megállapítottuk, hogy valamely hatóanyag, vagy takarmány hatásának vizsgálatához az elsőnyaras ivadékpontyok nem a legalkalmasabbak, mivel a kísérleti csoportok mindegyikének egyedei között — a szélső értékeket véve alapul — tíz-tizenötszörös súlykülönbségek is előfordulnak. Ez a szétnövekedés részben örökletes tulajdonságokkal, részben külső behatásokkal magyarázható. Kiderült továbbá az is, hogy épületben, akvárium-tartályokban a pontyivadéknevelés — eddig még ismeretlen tényezők hiánya miatt — nem lehetséges, mivel az állatok súlygyarapodása néhány hét múlva megáll.

2. táblázat

Csoport jelzés	Részesült hatóanyag	Kísérlet kezdete 1957. VIII. 1.			Kísérlet alatti mérés 1957. VIII. 18.			Kísérlet alatti mérés 1957. IX. 10.			Kísérlet vége 1957. IX. 28.				
		db	Össz-súly g	Átlag-súly g	db	Össz-súly g	Átlag-súly g	db	Össz-súly g	Átlag-súly g	db	Össz-súly g	Átlag-súly g	Legkisebb legnagyobb g-ban	Ellenőrzők-höz viszo-nyítva súly-gyarapodás %-ban
I.	—	40	48	1,2	36	52	1,44	28	34	1,21	19	24	1,26	0,50—2,36	100
II.	B_{12}-vitamin	40	48	1,2	38	68	1,79	35	61	1,74	27	45	1,66	0,50—2,90	131
III.	Terramicin	40	51	1,27	33	66	2,00	31	62	2,00	28	51	1,82	0,50—3,85	144
IV.	B_{12}-vitamin+ Terramicin	40	51	1,27	25	49	1,96	*							

* A halak ismeretlen okból néhány napon belül elpusztultak.

3. táblázat

Csoport jezés	Részesült hatóanyag	Kísérlet kezdete 1957. VIII. 1.			Kísérlet alatti mérés 1957. VIII. 10.			Kísérlet alatti mérés 1957. IX. 10.			Kísérlet vége 1957. IX. 28.			
		db	Össz-súly g	Átlagsúly g	db	Össz-súly g	Átlagsúly g	db	Össz-súly g	Átlagsúly g	db	Össz-súly g	Átlagsúly g	Indulási súlyt 100-nak véve %-ban
A	Injekcióban	25	281	11,2	25	290	11,6	25	344	13,7	25	373	14,8	132
B	Etetve	25	274	10,8	24	265	11,0	24	313	13,0	23	328	14,2	137

Összefoglalás

Egy gramm körüli elsőnyaras pontyivadékokkal, 48 m³-es betonmedencékben (4400 db hal) és 140 literes tartályokban (160 db) terramicint és B_{12}-vitamint etettünk. Megállapítottuk, hogy a két hónapon át tartó terramicin etetésnek a pontyivadékok súlygyarapodására volt némi kedvező hatása, (a medencékben 11%-os, a tartályokban a kísérlet elején 30%-os átlagsúlytöbblettel) az ellenőrző állatokhoz viszonyítva. A B_{12}-vitamin adagolása nem befolyásolta, nem segítette elő a terramicin hatását. Kiderült továbbá az is, hogy valamely hatóanyag vagy takarmány hatásának vizsgálatához az elsőnyaras pontyivadék nem a legalkalmasabb, mivel valamennyi kísérleti csoport egyedei között — a szélső értékeket véve alapul — tíztizenötszörös súlykülönbségek fordulnak elő. Ez a szétnövekedés részben örökletes tulajdonságokkal, részben külső behatásokkal magyarázható. A tartályokban nevelt pontyivadékok pedig, számunkra ismeretlen tényezők hiánya miatt, néhány hét múlva elpusztulnak.

IRODALOM

Engelhardt, H. und Mann, H. (1955): Fütterungversuche mit Antibiotika (Aureomycin und Penicillin) an Regenbogenforellen. *Der Fischwirt* **5**, 257—260.

Gruch, W. (1955): Vorläufige Mitteilung über Fütterungversuche mit Antibiotika an Karpfen, *Arch. f. Fischereiwiss. N. F.* **6**, 328—333.

Herald, F. S.—Dempster, R. P. and McCully (1954): The effect of aurofacenriched diet upon young king salmon. *Calif. Fish and Game* **40**, 415—421.

Wagner, F. D. (1954): The effects of antibiotics and Arsanilic Acid on the Growth of Rainbow Trout Fingerlings. *Prog. Fish-Culturist* **16**, 36—38.

Wolf, L. F. (1952): Experiments with antibiotics and vitamin B_{12} in the diets of brown trout fingerlings. *Prog. Fish-Culturist* **14**, 148—153.

EINFLUSS DES TERRAMYCINS UND DES VITAMINS B_{12} AUF DIE GEWICHTSZUNAHME DER EINSÖMMRIGEN JUNGKARPFEN

Harald Tangl—István Tölg.

Zusammenfassung

Einsömmrige, etwa 1 g schwere Jungkarpfen wurden in Zuchtbecken von 48 m³ (4400 Tiere) und in Aquarien von 140 l Inhalt (160 Tiere) gehalten. Es konnte festgestellt werden, dass die 2 Monate lang dauernde Fütterung der Karpfenbrut einen günstigen Einfluss auf ihre Gewichtszunahme ausübte (in den Zuchtbecken 11%, in den Aquarien 30% Durchschnitt-Gewichtsüberschuss am Anfang der Untersuchungen, im Vergleich zu den Kontrolltieren). Vitamin B_{12}-Gaben beeinflussten die Wirkung des Terramycins nicht. Es konnte weiterhin festgestellt werden, dass die einsömmerigen Jungtiere zur Untersuchung eines Wirkstoffes oder Futters nicht sehr geeignet sind, da zwischen den Individuen aller Untersuchungsgruppen — die Extremwerte als Ausgangspunkt betrachtet — ein zehn- bis fünfzehnfacher Gewichtsunterschied vorkommen kann. Diese Erscheinung kann teils mit vererbten Eigenschaften, teils mit äusseren Faktoren erklärt werden. Die in den Aquarien gezüchteten Jungkarpfen sind aber — aus uns unbekannten Gründen — nach ein paar Wochen eingegangen.

ÜBER EINE HÄUFIGE ABNORMITÄT DES BRACHSENBESTANDES IM BALATON-SEE

ISTVÁN TÖLG

Eingegangen am 10. Februar 1958

Die leicht präparierbaren unteren Schlundknochen *(ossa pharyngea inferiora)* sind wesentlich für die Bestimmung der zu der Familie der Karpfenfische (Cyprinidae) gehörigen Arten. In Ungarn leben 30 Arten dieser Familie, die wie ihre Bastarde (etwa 10 bis 11 Cypriniden-Bastarde sind bekannt) meistens auch ohne Berüksichtigung der Schlundknochen bestimmt werden können. Für die Untersuchung der einzelnen Fischpopulationen dürfte die Gestalt der Schlundknochen sowie die Kenntnis der Häufigkeit der diesbezüglichen Abnormitäten nicht ohne Interesse sein. Es wäre vielleicht möglich, aus diesen Angaben für andere fischbiologische Studien einen weiteren Schluss zu ziehen.

Die sich mit Fischsystematik beschäftigende Fachliteratur (Berg 1949, Bauch 1953, Carauşu 1952, Unger 1919) gibt die Schlundzahnformel bei der Gattung *Abramis* einheitlich als 5—5 an. Diese Formel ist für alle Arten dieser Gattung charakteristisch, Abweichungen kommen selten vor. Vásárhelyi (1956) fand bei der Untersuchung von 275 einheimischen Brachsen keine Abnormitäten, er teilt jedoch mit, dass Heinicke unter 18 Exemplaren eins mit 1,5—5, Jeitteles und Jäckel dagegen eins mit 6—5 gefunden hatten. Carauşu erwähnt aber in seiner zusammenfassenden Arbeit (1952) bei der Beschreibung des Brachsens nicht, dass eine Abweichung von der Schlundzahnformel 5—5 möglich wäre. Berg (1949) fand innerhalb der Gattung nur bei dem östlichen Brachsen *(Abramis brama orientalis* Berg) abweichende Schlundzahnzahlen. Er prüfte 92 Individuen und fand folgende Schlundzahnformeln bei 70 Exemplaren 5—5, bei 17 6—5 und in 5 Fällen 5—6.

In der Fachliteratur wird die häufige Bastardierung zwischen *Abramis brama* L. und *Rutilus rutilus* L. hervorgehoben. Dieser Bastard wurde durch Heckel (1858) als eine selbstständige Art, als *Abramis Leuckarti* Heck., beschrieben. Herman (1887) bemerkt, dass er den Bastard nicht auffinden konnte und dass man ihn, seiner Meinung nach, nicht als eine selbständige Art betrachten kann. Nach Vutskits (1895) ist der Bastard im Balaton-See sehr häufig. Er erwähnt, dass diese Brachsenart von den dortigen Fischern nicht unterschieden wird. In ichthyologischen Arbeiten wird für den Bastard übereinstimmend das häufige Variieren der Schlundzahnzahlen auf den beiden Seiten erwähnt. Es lässt sich durch die Schlundzahnformel 5—5 bei *Abramis*

und durch die wechselnde 6—5 (5—5) Schlundzahnbildung bei der Gattung *Rutilus* erklären. VUTSKITS bestätigt in seiner oben zitierten Arbeit dasselbe für »*Abramis Leuckarti*«.

Bei der Zusammenstellung einer Schlundzahnsammlung von Karpfenfischen des Balaton-Sees wurde eine bei den Brachsen auffallend häufige abnormale Schlundzahnformel beobachtet. Bei diesen Exemplaren waren auf dem linkseitigen Schlundknochen sechs, auf dem rechtseitigen nur fünf Schlundzähne vorhanden.

Zweihundert ohne Auswahl eingesammelte Brachsen wurden untersucht. Nach dem Herauspräparieren der beiderseitigen unteren Schlundknochen wurde die Anzahl der Strahlen der dorsalen und analen Flossen bestimmt. Es wurden ferner die Schuppen der auf der Seitenlinie und der über und unter dieser Linie laufenden Schuppenreihen gezählt. Das Gewicht und die Länge der Fische wurden ebenfalls gemessen. Schlundzahnformel 5—5 wurde bei 41% und 6—5 bei 59% der untersuchten Individuen beobachtet.

Anatomische Beschreibung des abnormalen Schlundzahnes: Der anomale Zahn ist hinter dem fünften Schlundzahn *(dens pharyngici V)* des linksseitigen unteren Schlundknochens *(os pharyngeus inferioris sinistrum)* zu finden. Er ist im Vergleich zu den anderen Zähnen kleiner und im Querschnitt mehr zylindrisch und durch seine zugespitzte Form und durch seine in grösserem Masse cranial gebogene Gestalt gekennzeichnet. Er kommt in der Zahnreihe immer dorsal und niemals ventral vor *(Tafel Abb. 1—2)*.

Die anderen an den 200 untersuchten Individuen festgestellten Befunde wurden mit den von CARAUȘU (1952) in seiner Beschreibung des Brachsens angegebenen Flossen- und Schuppenformeln verglichen.

Formel der Rückenflosse: D 3/(8)9(10)

Formel der Afterflosse: A 3/(22)23—28(29)

Schuppenformel: $(49)50\ \frac{11—14}{6—8}\ 56\ (59)$

Von diesen Formeln wurden in keinem Falle Abweichungen gefunden. Es ist jedoch zu bemerken, dass bei Individuen mit einer Schlundzahnnummer 5—5 nur in zwei Fällen 2,45% die selten vorkommende Strahlenformel der Rückenflossen D 3/10 zu finden war. Dagegen kam sie bei Individuen mit abnormen Schlundzahnzahlen in 16 Fällen (13,55%) vor. Die Literatur erwähnt in der Afterflosse des Bastardes *Abramis brama x Rutilus rutilus* 15 16—18 Weichstrahlen. (Vgl. »*Abramis Leuckarti*« ap. VUTSKITS 1895.) In unseren Individuen hatten die Afterflossen in keinem Fall weniger als 23 oder mehr als 29 Weichstrahlen.

Wir fanden die folgenden Flossen- und Schuppenformeln:

Mit Schlundzahnformel 5—5	Mit Schlundzahnformel 6—5
D 3/9(10), A 3/(23)25(29);	D 3/9(10), A 3/(23)25(29);

Schuppenformel:

$$(49)\ \frac{13\,(14)}{(6)\,7\,(8)}\ 52\,(54) \qquad (50)\ \frac{(13)\,14}{(6)\,7\,(8)}\ 52\,(54)\ .$$

(Die extremen Werte sind in Klammern gesetzt.)

Ein Vergleich der obigen mit den von CARAUȘU angegebenen Formeln macht deutlich, dass die Individuen mit normaler oder abnormer Schlundzahnformel in ihren äusseren Bestimmungsmerkmalen keine Abweichungen untereinander oder von den für Brachsen charakteristischen Merkmalen zeigen.

VÁSÁRHELYI (1956, 122) beschreibt eine neue Methode zur genauen Untersuchung der Fischschlundzähne wie folgt (aus dem ungarischen übersetzt): »Man legt das auspräparierte getrocknete, unverletzte Schlundknochenpaar, mit seiner Fläche nach unten gekehrt, in einen seinem weitesten Durchmesser entsprechenden Kreis so, dass sein unterer Rand überall den Kreis berührt. Auf diese Weise bekommt man ein Bild, welches für die einzelnen Arten charakteristisch ist.« Die untersuchten Schlundknochen wurden von uns nach dieser Methode miteinander verglichen. Beide Formen der Schlundknochen verhielten sich zum Umfang des Kreises gleich, obwohl leicht zu sehen war, dass die Schlundknochen mit der Schlundzahnformel von 6—5 stets kräftiger waren als die anderen *(Tafel Abb. 5, 6)*.

Um das Wachstum der Brachsen mit verschiedenem Schlundzahnformeln vergleichen zu können, haben wir die Individuen in drei Gewichtsgruppen geteilt (100—200 g, 200—300 g und 300—400 g). In die erste Gruppe fielen 51% der Individuen mit Schlundzähne 5—5, und 41% mit Schlundzähne 5—6, in die zweite Gruppe 41% der beiden Schlundzahnkategorien und in die dritte Gruppe 8% der Individuen mit Schlundzahnformel 5—5 und 18% mit 6—5. Es wäre natürlich nicht richtig, ohne exakte Untersuchungen daraus weitgehende Schlüsse zu ziehen, doch scheint das Wachstum der Individuen beider Schlundzahngruppen kaum wesentlich verschieden zu sein.

Als Ursache für die häufig abnorme Schlundzahnformel könnte eine einmalige Artkreuzung mit der Plötze *(Rutilus rutilus* L.) betrachtet werden. Darauf weist die Ähnlichkeit der Form und der Lage des abnormen linksseitigen sechsten Schlundknochens mit dem der Plötze *(Rutilus rutilus* L.) *(Tafel Abb. 4)*. Eine andere, obwohl weniger wahrscheinliche Möglichkeit wäre noch eine Rückkreuzung der oben erwähnten F_1-Generation mit *Abramis brama*. Deshalb wären diese Exemplare dem Brachsen ähnlich, wobei der Plötzencharakter nur in dem Knochengerüst zum Vorschein kommt.

Es gibt aber noch eine dritte Erklärung, nämlich dass in dem ziemlich geschlossenen Wassersystem des Balaton-Sees sich ein isolierter Brachsenbestand entwickelt hat mit der Neigung zur Ausbildung dieser Abnormität. Zur Beantwortung dieser Frage sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich.

Das häufige Vorkommen dieser Abnormität sowie der Verdacht einer derart umfangreichen Kreuzung benötigen viele eingehende Studien. Vom Gesichtspunkt der Fischerei wäre es nämlich nicht gleichgültig, ob diese Tatsache eine Wirkung auf die Biologie, bzw. auf das Wachstum und die Vermehrung usw. der Fische ausübe oder nicht.

Ich bin Herrn György Fehér für die Klarstellung einiger anatomischer Probleme und meinem Kollegen Ernő Szabó für die schönen photographischen Aufnahmen zu Dank verpflichtet.

Zusamenfassung

1. Die Schlundzahnformel des Brachsens *(Abramis brama* L.) ist in der Literatur mit 5—5 angegeben.

2. Bei *Abramis brama x Rutilus rutilus*-Bastarden kann die Anzahl der Schlundzähne 5—5 oder 6—5 betragen.

3. Neben der Schlundzahnformel 5—5 ist 6—5 sehr häufig (bei 59% der untersuchten 200 Individuen) in der Brachsenpopulation des Balaton-Sees.

4. Die Individuen mit abnormer Schlundzahnformel sind nach Strahlenzahl der Rücken und Afterflossen und Schuppenzahl dem Brachsen ähnlich.

5. Es kann angenommen werden, dass für die Ausbildung der beschriebenen Abnormität eine Kreuzung mit *Rutilus rutilus* L. eine Rolle spielt oder dass es sich hier um eine eigene Varietät des Balaton-Sees handelt. Die Klärung dieser Frage benötigt weitere Untersuchungen.

LITERATUR

Bauch, G. (1953): Die einheimischen Süsswasserfische. *Neumann Verl. Radebeul* und *Berlin* 1—187.

Berg, L. Sz. (1949): Rübü presznüh vod SzSzSzR i szopregyelejnüh stran. *Izd. Akad. Nauk. SzSzSzR Moszkva* 1—1382.

Carauşu, S. (1952): Tratat de Ichtiologie. Fd. *Acad. Rep. Pop. Romîne Bucuresti* 1—802.

Heckel, J. (1858): Die Süsswasserfische der Österreichischen Monarchie. Verl. von *W. Engelman, Leipzig* 1—388.

Herman O. (1887): A magyar halászat könyve. Handbuch der ungarischen Fischerei. *Term. tud. Társ. Budapest* 1—860. (ungarisch).

Unger F. (1919): Magyar édesvízi halhatározó. (Bestimmungsschlüssel der ungarischen Süsswasserfische) *Halászati Egy. Budapest* 1—80. (ungarisch).

Vásárhelyi, I. (1953): Beiträge zur Bestimmung der Karpfenarten mit Hilfe der Schlundknochen. (Ung. mit deutscher Zusammenfassung) *Borsodi Szemle* **1**, 122—135.

Vutskits Gy. (1895): Adatok a Balaton halfaunájához. (Angaben zur Fischfauna des Balaton-Sees.) *Term. tud. Közl. Pótf.* **34**, 109—113. (ungarisch).

GYAKORI GARATFOGRENDELLENESSÉG A BALATON DÉVÉRKESZEG *(ABRAMIS BRAMA* L.*)* ÁLLOMÁNYÁBAN

István Tölg

Összefoglalás

A szerző megállapítja, hogy a balatoni dévérkeszegek között feltűnően sok a rendellenes garatfogszámú egyed. A baloldali alsó garatcsonton *(os pharyngeus inferioris sinistrum)* az öt normálison kívül egy hatodik garatfog helyezkedik el. Ez mindig dorzálisan jelentkezik, hengeresebb átmetszetű, mint az első öt fog és azoktól eltérően hegyben végződik *(Tábla 1—2. ábra)*.

A külső határozóbélyegekben (úszósugarak, pikkelysorok) a rendellenes garatfogú egyedeknél nem volt eltérés a dévérkeszegre jellemző adatoktól. A szerző a vizsgált kétszáz egyed átlagos hát- és alsóúszóképletét az alábbiakban adja meg:

5—5 garatfogúak	6—5 garatfogúak
D 3/9(10), A 3/(23) 25 (29)	D 3/9(10), A 3/(23 25 (29)

A pikkelyképletek

(49) $\frac{13\,(14)}{(6)\;7\;(8)}$ 52 (54) (50) $\frac{(13)\;14}{(6)\;7\;(8)}$ 52 (54)

(A szélső értékeket zárójelben tüntette fel.)

A normális és a rendellenes garatfogszámú egyedek garatcsontjait VÁSÁRHELYI (1956) módszerével is összehasonlította. Ennek alapján az egymás mellé fektetett garatcsontokat az alsó csontív mentén meghúzott körben helyezi el *(Tábla 5—6. ábra)*. A felső szárak és a kör kerületének viszonya döntik el a kérdéses egyed faji hovatartozóságát. Ezen a téren sem mutatkozott különbség a kétféle garatcsont-pár között, bár a 6—5 garatfogú csontok vaskosabb volta feltűnő.

A rendellenes garatfogszámú egyedek zömökebb garatcsontjai, a hatodik garatfog alakja és elhelyezkedése a göndérre emlékeztetnek *(Tábla 4. ábra,* fénykép) és feltehetően egy távoli széleskörű, a külső határozóbélyegekben már nem észlelhető göndér *(Rutilus rutilus* L.*)* keresztezésre engednek következtetni, vagy pedig a Balaton meglehetősen zárt vízrendszerében egy speciális bélyegeket felmutató dévérkeszegállomány alakult ki.

ЧАСТО ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ АНОМАЛИИ ГЛОТОЧНЫХ ЗУБОВ В НАСЕЛЕНИИ ЛЕЩА (Abramis brama L.) ОЗЕРА БАЛАТОН

Иштван Тэлг

Резюме

Автор устанавливает, что среди лещей озера Балатон обнаруживается заметно много особей с неправильным количеством глоточных зубов. На левой нижней глоточной кости (os pharyngeus inferioris sinistrum) размещается, кроме пяти нормальных зубов, еще шестой глоточный зуб. Появляется он всегда дорсально, с более цилиндрическим пересечением, чем пять первых зубов, и в различие от них, он заостряется (таблица 1, рисунок 2).

В отношении внешних определительных признаков (укрепляющих частей плавника и чешуйчатых рядов) у особей с ненормальными глоточными зубами не наблюдалось различия от характерных для леща данных. Среднее соотношение спинального и нижнего плавника рассмотренных 200 особей автор определил следующим образом:

5—5 глоточных зубов	6—5 глоточных зубов
D 3/9(10) A 3/(23)25(29);	*D* 3/9(10), A 3/(23)25(29);

Соотношения чешуи:

(49) $\frac{13\,(14)}{(6)\,7\,(8)}$ 52 (54) (50) $\frac{(13)\,14}{(6)\,7\,(8)}$ 52 (54)

(Предельные значения намечены в скобках).

Глоточные кости особей с нормальным и ненормальным количеством глоточных зубов автор сравнил и по методу, Вашархельи (1956). Согласно этому методу положенные рядом глоточные кости размещаются кругообразно вдоль нижней костной дуги *(таблица 5. рисунок 6)*. Видовая принадлежность данной особи зависит от соотношения верхних ножек и окружности круга. Разницы между двумя различными парами глоточных костей и в этой области не наблюдалось, хотя плотность костей 6—5 глоточных зубов была весьма поразительна.

Более плотные кости, форма и расстановка шестого глоточного зуба, напоминают плотву *(таблица 4. рисунок)*; это же позволяет, предположительно, сделать вывод о далеком широком скрещивании с плотвой *(Rutilus rutilus L.)*, которое во внешних определительных признаках уже нераспознаваемо; возможно и то, что в довольно закрытом водном режиме озера Балатон образовалось население плотвы со специальными признаками.



Fig. 1.

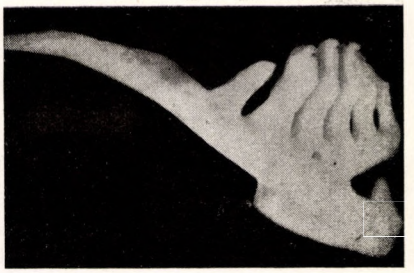


Fig. 2.

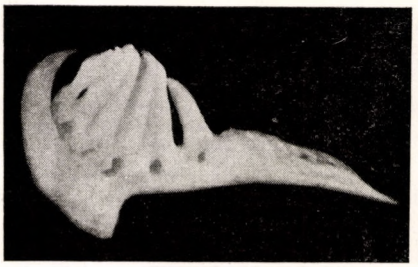


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

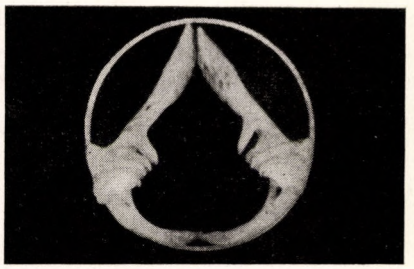


Fig. 6.

Tafel 1.

Fig. 1. und *2.:* Beiderseitige Aufnahme eines linken unteren Schlundknochens *(os pharyngeus inferioris sinistrum)* mit abnormaler Schlundzahnnummer

Fig. 3.: Normal gestalteter linkseitiger Schlundknochen des Brachsens *(Abramis brama* L.)

Fig. 4.: Linkseitiger unterer Schlundknochen der Plötze *(Rutilus rutilus* L.) mit 6 Zähnen

Fig. 5.: Schlundknochenpaar mit Schlundzahnnummer 5—5 im Kreise geordnet (nach der VÁSÁRHELYI-Methode)

Fig. 6. Schlundknochenpaar mit Schlundzahnnummer 6—5 im Kreise, nach der selben Methode geordnet

1. tábla

1. és *2. ábra:* A rendellenes garatfogszámú alsó bal garatcsont *(os pharingeus inferioris sinistrum)* kétoldali képe

3. ábra: Normálisan alakult baloldali dévérkeszeg *(Abramis brama* L.) garatcsont

4. ábra: Baloldali alsó göndér *(Rutilus rutilus* L.) garatcsont 6 foggal

5. ábra: 5—5 garatcsontpár körben elhelyezve (VÁSÁRHELYI)

6. ábra: 6—5 garatfogszámú garatcsontpár körben elhelyezve

Таблица 1.

Рисунок 1 и 2. Двусторонний вид нижней левой глоточной кости (os pharyngeus inferioris sinistrum) с неправильным количеством глоточных зубов.

Рисунок 3. Нормально развитая левая глоточная кость леща (Abramis brama L.).

Рисунок 4. Левая нижняя глоточная кость плотвы (Rutilus rutilus L) с шестью зубами.

Рисунок 5. Кругом размещенная пара глоточных костей, каждая с пятью глоточными зубами (по методу Вашархельи).

Рисунок 6. Кругом размещенная пара глоточных костей, каждая с 6—5 глоточными зубами.

A *DAPHNIA MAGNA* STRAUS PRODUKCIÓSBIOLÓGIAI JELLEMZÉSE

WOYNÁROVICH ELEK

Érkezett: 1958. március 1.

A *Daphnia magna* egyike azon vízi gerinctelen szervezeteknek, melyet leggyakrabban találhatunk meg a biológus laboratóriumában, mellyel igen sok, különböző célkitűzésű kísérletet végeztek el (NAUMANN, EDLEN, GREEN, DUNHAM, FLÜCKIGER, FLÜCKIGER és FLÜCK, RODINA, FOX és MITCHELL, RYTHER és sokan mások). A *Daphnia magna*val sokoldalúan foglalkozó gazdag irodalom könnyen meggyőzhet bárkit ezen állítás helytállóságáról. Ezt a „népszerűséget" állatunk elsősorban annak köszönheti, hogy rendkívül plasztikus, nagy ökológiai valenciájú faj, szinte ubiquista és laboratóriumi feltételek mellett is könnyen eltartható, tenyészthető, gyorsan szaporodik stb., tehát megvannak mindazon jó tulajdonságai, melyek eredményes kísérletezésre alkalmas labor-állattá teszik.

Kísérleteimhez azonban nem a könnyű tenyészthetőség miatt választottam a *Daphnia magnát*. A *Daphnia magna* hazánkban a legelterjedtebb és legnagyobb számban előforduló alsóbbrendű rák a sekélyebb tavak és az év folyamán kiszáradó, asztatikus vizek tavaszi, nyári és őszi planktonjában (Velencei-tó, számos szikes tavunk, Alföldünk kiszáradó vizei, rizsföldek stb.). Ugyanilyen, vagy talán még fontosabb szerepet tölt be a mesterséges halastavak zooplanktonjában is. Viszonylag tekintélyes nagysága következtében a tógazdasági ponty tápláléka túlnyomórészt belőle állhat egész élete folyamán. Számos tógazdaságban tett megfigyelés kétségtelenül bebizonyítja, hogy a *Daphnia magna* a halasvizeink plankton-társulásainak egyik legfontosabb haltáplálék állata.

A pellérdi tógazdaságban a nyáreleji (1955. VI. 16.) *Daphnia* inváziókor a kb. félkilós súlyú pontyok bélcsatornájában több mint félmillió felismerhető *Daphnia magnát* találtunk. He elfogadjuk WUNDER (1936, 233) megállapítását, mely szerint a ponty-béltartalom megújulásának ideje 6 óra, ez a mennyiség csak igen sűrű *Daphnia*-állomány esetében kerülhetett a pontyok bélcsatornájába. A tó szélárnyékos részében, a béltartalom-vizsgálattal egyidőben hatalmas *Daphnia* rajokat figyeltünk meg.

De megtalálható a *Daphnia magna* az organikus szennyezőanyagokkal (házi- és cukorgyári-szennyvíz stb.) szennyezett vizek planktonjában, ahol algák mellett, baktériumokkal, vízigombákkal és organikus detrítusszal táplálkozik (vö. LESTER, WOOD és BANTA 1937; DUNHAM 1938; SALIMOVSZKAJA—RODINA 1940; RODINA 1950. A kizárólagos detrítusz-táplálék alkal-

matlanságával kapcsolatban l. SCHARFENBERG 1914, HARNISCH 1949). Ilyen vizekben a tömeges előfordulásával kapcsolatos megfigyelések bizonyították, hogy állatunkat rentábilisan fel lehetne használni állati fehérje előállítására is (WOYNÁROVICH 1956).

Vizeink lebegő életközösségében ezt az előkelő szerepet a *Daphnia magna* rendkívüli szaporaságával érte el (BOURGUILLANT DE KERHERVÉ 1926; ANDERSON 1932; DECKSBACH 1936; EDLEN 1938; GREEN 1955). Rövid idő alatt olyan tömegpopuláció léphet fel, mely óriási szervesanyag-készletet képvisel, amit a halállomány könnyűszerrel átvehet és saját testének gyarapítására felhasználhat.

Hazánkban tehát a vizek zooplankton életközösségének tagjai közül, eddigi tudásunk szerint, a *Daphnia magna* tölti be az egyik legfontosabb produkciósbiológiai szerepet, ezzel jelentős kihatással van a szóban forgó víz gazdasági (halhús) termelésének nagyságára. Számos halastavunkban a zooplankton szervezetek közül talán a legtöbb szervesanyagot közvetíti az alsóbbrendű növényi- és baktérium-táplálékforrástól a gazdasági terméket biztosító halakhoz.

Mielőtt vizsgálataink célkitűzésére rátérnénk, kívánatos tisztázni azt a kérdést, hogy valamely vízi szervezet népességdinamikai jellemzéséből (MARSHALL és ORR 1952, ELSTER 1954), minden további nélkül megfogalmazható-e a produkciósbiológiai jellemzés. A népességdinamikai vizsgálatokat — ha kísérletes körülmények között is —, de egy meghatározott környezet és főként az ott megtalálható táplálék biztosításával végezzük, akkor ezek csak a szervezet és a környezet viszonyát tárják fel adott esetre vonatkoztatva és ebből, általános érvényű produkciósbiológiai jellemzés csak az adott környezeti feltételek vonatkozásában vonható le. Ezzel szemben, ha a kísérleteket olyan feltételek között végezzük el, melyek között maximális növekedést és maximális szaporodást érhetünk el, tehát a szóban forgó faj potenciális termelésére, vagy ha jobban tetszik, maximális biológiai produkciójára kapunk feleletet, akkor a népességdinamikai vizsgálat adataiból megszerkeszthető a produkciósbiológiai jellemzés is. A maximális népességdinamizmus egyben mutatja azt, hogy optimális feltételek mellett, milyen maximális növekedésre és szaporodásra képes a szóban forgó faj.

Joggal felvetődik az a kérdés, miért kell ismernünk a produkciósbiológiai jellemzéshez a maximális teljesítmények adatait. A szervezetek teljesítménye a környezeti feltételektől függ. Állatunk esetében, de legtöbb más állatfajnál is elsősorban a hőmérséklet és a mindenkor rendelkezésre álló táplálék minősége és mennyisége a döntő (DEHN 1930, ANDERSON 1932, RODINA 1950, SCHULZE—RÜBECKE 1951, MARSHALL és ORR 1952, SLOBOTKIN 1954, ELSTER 1954). A szűkös táplálék az élettartam meghosszabbodására vezethet (LESTER, WOOD és BANTA 1937, DUNHAM 1938, STERBA 1956). Mivel a táplálék mennyisége az élettérben rövid időn belül is nagymértékben változhat, meghatározása pedig mai módszereinkkel nehéz és bizonytalan, hamarabb jutunk célhoz akkor, ha a szóbanforgó szervezet felől tisztázzuk a kérdést. Meg kell keresnünk a vizsgált állatnak azokat a jellemzőit (testnagyság, peteszám, öregek és fiatalok aránya), melyekből határozottan következtethetünk annak arra a térre és időszakra vonatkozó biológiai produkciójára. A vizsgálat eredményét összevetve a maximális teljesítménnyel és ismerve az ezt biztosító, laboratóriumban megállapított környezeti feltételeket, határozottabb, esetleg számszerűen kifejezhető adatot kapunk a vizsgált élettér kedvező vagy kedvezőtlen voltára.

ELSTER (1954) megállapítja, hogy a kvantitatív planktonpróbákból, a produkciósbiológiai szempontból oly fontos szervesanyag-forgalom hányadosa (Umsatz Koeffizient) nem határozható meg. Ezek csak sztatikus pillanatképek a szaporodás és veszteség egyensúlyáról. Ő a kvantitatív népességdinamizmust egy fajra vonatkozólag (*Eudiaptomus gracilis* SARS) a következő képletből kívánja megadni:

(Abszolút) szaporodás = állományváltozás + veszteség.

Az állományváltozás szerinte számos, egymás után vett planktonmintából, az (abszolút) szaporodás pedig a próbákban talált állatok átlagos peteszámából, továbbá a peteképzés és a kikelés időtartamából állapítható meg az adott környezeti feltételekre vonatkozólag. A próbák alapján talált és az átlagos peteszámból kiszámított elméleti állomány különbsége adja meg a veszteséget. A veszteség egy lefolyással rendelkező tóban a természetes úton elpusztult, más szervezetek által megevett és a tóból az elfolyó vízzel kijutott egyedek mennyiségéből összegződik.

A halastavakban — ahol nyáron át elfolyás nincs — ELSTER számítása lényegesen egyszerűbb. A *Daphnia magna* csak kedvezőtlen viszonyok között pusztul jelentős számban. Szaporodó állomány esetében a természetes pusztulás elhanyagolható. A veszteség jelentős részét a halak által elfogyasztott állományrész adja.

Gyakori időközökben (4—7 naponként) végzett peteszám-meghatározásokból felbecsülhető az is, hogy a *Daphnia* állomány mennyi szervesanyagot forgalmazott a szóban forgó tóban.

Lehetséges, hogy a *Daphnia magnát* a halasvizek — halászati értelemben vett — jósági fokának megítéléséhez indikátorként is felhasználhatjuk. Kísérleti úton meghatározott maximális szaporodása és a vizsgált környezetben talált szaporodása közötti különbség %-osan kifejezve egy relatív, de jellemző értéket adhat a *Daphnia magna* mennyiségi népességdinamizmusán keresztül a szóban forgó víz halgazdasági értékelésére.

A vizsgálatok célkitűzése

A laboratóriumi tenyésztési kísérletnek kettős célkitűzése volt.

1. Megállapítani a *Daphnia magna* produkciósbiológiai értékmérő tulajdonságait.

2. Kísérleti bizonyítékot szerezni a hidrobiológiai irodalomban igen elterjedt — véleményem szerint helytelen — felfogás ellen, mely a biomassza számszerű adataiból kívánja a szóban forgó víz termelését és termelésbiológiai értékét megítélni.

Az első kérdéssel kapcsolatban, egy szekundér termelő, vagy ahogyan MAUCHA nevezi, raktározó szervezet produkciósbiológiai értékének megítéléséhez meg kell ismernünk annak fejlődési és növekedési ütemét, szaporaságát és élettartamát, továbbá ezen produkciósbiológiai szempontból jellemző élettevékenységeinek a hőmérséklet szerint való változását. A produkciósbiológiai jellemzéshez elengedhetetlen a maximális teljesítőképességnek (maximális növekedés, maximális szaporodás, leggyorsabb növekedés, leggyorsabb szaporodás) és ezek környezeti feltételeinek az ismerete. Meg kell tehát határoznunk a szóban forgó állatfaj potenciális termelését.

A következő lépés a produkciósbiológiai jellemzéshez a szervezet ökológiai jellemzése, elsősorban az, hogy a növekedés és szaporodás milyen környezeti feltételek mellett bontakozhat ki maximális mértékben, illetőleg melyek azok a környezeti feltételek, melyek a produkciósbiológiai tevékenységet (növekedés és szaporodás) fékezik, illetőleg teljesen meg is akadályozzák.

A kísérletek módszerei és anyaga

120 C°-on sterilizált szűrt balatonvízzel készített Knop-oldathoz 1—1 arányban steril Balatonvizet adtunk. Az így elkészített tápoldatba friss, baktériummentes tenyészetből származó *Chlorella vulgaris*t tettünk. A *Chlorella* sejt sűrűsége a tápoldatban 1,4—1,6 millió/ml volt. 1—1 liter így előkészített tápoldatba 5, 10, 15, 25 vagy 5, 10, 20, 30 példány fiatal, petésedés előtt álló, lehetőleg egy állományból származó egykorú *Daphnia magnát* tettünk 2 párhuzamban. A fiatal *Daphniákat* már kikelésüktől kezdve a fenti tápoldatban együtt neveltük. Az első szaporulat megjelenése után az állományt 2—3 naponként megszámoltuk és a párhuzamos próbák egyikéből a szaporulatot eltávolítottuk, a másikba a szaporulat visszakerült. Esetleges tenyészállat-elpusztulás esetében (mely ritkán fordult elő) azt hasonkorúakkal pótoltuk. Egy-egy kísérlet 13—15 napig tartott, mialatt az állatok 4—5-ször szaporodtak. Kísérleteinket ötször ismételtük meg a számos előkísérleten kívül. A kísérleti edényekben a hőmérséklet 18—22 C° volt. Ezenkívül egy-egy egyedet maximális táplálékot tartalmazó (1,5 millió/ml *Chlorella* sejt), 3 naponként cserélt tápoldatban tartottunk, a maximális szaporulat és szaporodási élet-teljesítmény megállapítása céljából.

Külön kísérletet állítottunk be a táplálék-koncentráció és a szaporulat összefüggésének megállapítására.

Bár Rodina (1950) a *Daphnia magna* táplálékának pontos, minőségi vizsgálata során a *Chlorellát* nem a legjobb tápláléknak találta és tenyészeteiben a *Chlorellával* táplált *Daphniák* peteszáma csupán 3—10 db volt, mi ezzel ellentétes megállapításra jutottunk. A tiszta, baktériummentes tenyészetben nevelt friss *Chlorella* szuszpenzió megfelelő koncentrációban a *Daphnia magna* maximális növekedését és szaporodását biztosíthatja *(4. táblázat)*. Megjegyezzük azt, hogy nyers, nem baktériummentes *Chlorella* és *Scenedesmus* tenyészetben tartott *Daphniákkal* maximális szaporodást nem sikerült elérnünk.

Itt mondok köszönetet Dr. Felföldy Lajos osztályvezetőnek, aki a baktériummentes *Chlorella vulgaris* törzset előállította és kísérleteinkhez nagy mennyiségben szíves volt rendelkezésre bocsátani.

A *Daphnia magna* törzs a Velencei-tóból származott 1956. I. 28-i gyűjtésből, melyet azóta laboratóriumban parthogenetikusan szaporítottunk.

A kísérletek eredményei

I. A *DAPHNIA* PRODUKCIÓSBIOLÓGIAI JELLEMZÉSE

a) *Maximális testnagyság, szaporodóképes kor elérése, egyedi életkor*

A *Daphnia magnánál* élesen elkülöníthetők a juvenilis, egyszer petés és az öreg, többször petés egyedek még akkor is, ha a költőüregük üres. A maximális növekedés megállapításához az öreg példányok testméretét vettük. Tenyészedényeinkben a 4—5-ször szaporított példányok testhosszúsága

4,6—5,1 mm volt (tüske nélkül). Az irodalomban DADAY (1888, 121) 2,5—3,8, RYLOV (1935, 113) 3—6 mm testhosszúságot említ meg. Bár részletes összehasonlító analízist a testnagyságra vonatkozólag nem végeztünk, minden valószínűség szerint tenyészedényeinkben — hazai viszonyok között — a maximálisra növekedett Daphnia magna példányokat sikerült felnevelni *(4. táblázat)*.

A szaporítás kezdetének időpontja az egyed születésétől az első utódok megszületéséig 18—22 C° hőmérsékleten, maximális táplálkozási feltételek mellett 8—10 nap. Ezt a különbséget nem a táplálék okozza, hanem valószínűleg a hőmérséklet. A sötétben tartott *Daphniák* nálunk is hamarabb szaporodtak (vö. EDLEN 1940). A petefészek petével való megtelése már a 6—7. napon megfigyelhető. A költőüregben a pete és embrió tartózkodási ideje közel 3 nap. A peteképzés nagymértékben függ a megadott hőmérsékleten a táplálék koncentrációtól és minőségétől (vö. SCHULZE—RÜBECKE 1951). Egy bizonyos táplálékkoncentráció alatt a peteképzés határozottan elhúzódik (ANDERSON 1932). Gyenge tápértékű organikus detrítuszon tartott fiatal egyedek több hétig, sőt hónapokon túl is, fiatal testformájúakként maradnak életben anélkül, hogy petét képeznének (RODINA 1950). Úgy látszik, hogy a *Daphnia magna* ebben a peteképzés előtti stádiumban a legszívósabb, ilyen példányok érik el a legmagasabb kort gyenge táplálkozás mellett. Táplálékszegény környezetben a zsenge fiatalok, születésük után közvetlenül, nagy számban pusztulnak el. Szívósság szempontjából a többször petézett öregek is figyelemre méltóak, melyek hetekig képesek, szaporodáshoz elégtelen táplálékon tengődni.

EDLEN (1943) szerint a *Daphnia magna* életkora „rendkívül változó", 40—130 nap. A fent elmondottakból kitűnik, hogy a produkció (növekedés, szaporodás) mentes életszakasz rendkívüli mértékben elhúzódhat, valószínűleg azért, mert a test igénybevétele kisebb mértékű. EDLEN (1940) ezzel kapcsolatban egy konstans energia mennyiséget „életerőt" említ. Hosszabb élettartamot, nagyobb test és nagy utódszám kompenzál. A maximális szaporodást biztosító egyedek élettartama ezek szerint rövidebb. Ennek megállapítására beállított kísérleteink tanúsága szerint a maximális szaporodást biztosító időszak is elérheti a 35—44 napot. Kísérleti viszonyok között, ahol e természetes pusztulás erőszakos okai ki vannak zárva, maximális növekedés és szaporodás mellett is a *Daphnia magna* teljes élettartama 43—52 nap volt. Bár STERBA (1956) véleménye szerint, a laboratóriumi viszonyok az élettartam megállapítására nem alkalmasak, más módon aligha lehet megállapítani a végelgyengülés idejét, a szervezet elöregedését, és a teljes élettartamot.

b) *A Daphnia magna szaporasága, a táplálék és szaporodás kapcsolata*

A korlátolt növekedésű *Daphnia magna* utódaiba kerül annak a szervesanyagnak legnagyobb része, melyet az állat élete folyamán testében felhalmozott. A petés *Daphnia magna* szárazanyagtartalmának 40—70%-át tehetik ki a peték (GREEN 1956).

A produkciósbiológusnak igen tetszetős K. E. VON BAER megállapítása, aki a szaporodást testen kívüli növekedésnek fogja fel (HESSE—DOFLEIN 1943, 334). Mindenesetre egy kifejlett szervezet legtöbb esetben szervesanyagtermékeit utódaiban adja le a környezetnek, termelésbiológiai értékét tehát a növekedés intenzitásán kívül a szaporodása és szaporasága fejezheti ki

megfogható módon. A gyorsan szaporodó *Daphnia* utódaival szinte elárasztja a környezetet, lehetőséget adva ezzel arra, hogy a populáció szervesanyag raktározása maximális mértékben bontakozhassék ki. A parthenogenetikusan szaporodó *Daphnia* esetében egyéb megkötöttség (pl. ivarok találkozása) nem akadályozhatja a szaporodást.

A *Daphnia magna* esetében is igazolódik az a sokszor bebizonyított törvényszerűség, mely a táplálék mennyisége, minősége és a szaporodás között fennáll (vö. SCHULZE—RÜBECKE 1951, SLOBOTKIN 1954). *A produkciósbiológia egyik törvényeként kimondhatjuk, hogy megfelelő energetikai alap nélkül sem növekedés, sem szaporodás nem képzelhető el.* Az is magától értetődő viszont, hogy igényen túli táplálék-koncentrációnak további termelésbiológiai hatása az egyedre nincs, tehát az egyed növekedése és szaporodás intenzitása egy bizonyos fajra, illetve populációra jellemző maximumon túl nem fokozható.

Legtöbb kísérletünk során optimumon felüli mennyiségű és a *Daphnia magnának* megfelelő minőségű *Chlorella* táplálékot (DEHN 1930, DUNHAM 1938, RYTHER 1954) adtunk. Feltételezhető tehát, hogy kísérleti állataink maximális szaporodást értek el. GREEN szerint a *Daphnia magna* eddig ismert maximális peteszáma 108 (GREEN 1955). Ezt a peteszámot a tenyésztett *Daphniáink* 11. szaporodásuk alkalmával megközelítették, illetve túlhaladták *(4. táblázat)*.

Kísérleteket állítottunk be az algaszám és szaporulatszám közötti összefüggés konkrét megállapítására. Az 1 literes edényekben meghatározott *Chlorella* koncentrációt létesítettünk és 10—10 db peteképzés előtt álló *Daphniát* helyeztünk. Az edényeket sötétben tartottuk, hogy a *Chlorellák* száma ne növekedjék. Az utódokat leszámolás után eltávolítottuk.

1. táblázat

Az algaszám és a szaporulat közötti kapcsolat

edény szám	I.	II	III	IV	datum
Chlorella sejtszám/ml	1000.000	500.000	250.000	125.000	
Egy egyed első szaporulata (átlag)	19,3	14,6	13,0	10,8	I. 29.
Második szaporulata (átlag)	37,9	29,8	19,6	8,5	II. 1.
Harmadik szaporulata (átlag)	51,3	31,7	8,6	2,1	II. 5.
Negyedik szaporulata (átlag)	29,4	5,4	1,7	—	II. 7.

Az utódok száma az algakoncentráció változásával érzékenyen változik.

Több egyeddel végzett kísérleteink során időnként meghatároztuk a *Chlorella* sejtszámot is. Ezekből a következőket állapíthattuk meg.

A *Chlorella*-számra az egyidejűleg meghatározott szaporulatból nem lehet visszakövetkeztetni. A *Chlorella*-szám lecsökkenése 1—3 nappal korábban következik be, mint a szaporodás intenzitásában beállott változás. Ez nyilvánvalóan azzal függ össze, hogy a költőüregben 3 napot tartózkodik a pete és embrió, amely már ott az anyától semmi táplálékot nem kap, a petefészekben pedig a peteérés folyamata 1—2 napot vesz igénybe. Tulajdonképpen tehát a költőüregben talált peték és embriók száma a 2—4 nappal megelőző táplálkozási viszonyokat tükrözi. Friss koncentrált tápoldatba tett meddő öreg példányok költőüregében 6—7 nap múlva jelennek meg a peték.

Az erősen kiéhezett példányoknál tehát jelentős idő szükséges ahhoz, hogy a bő táplálékban szaporodási kondíciójukat elérjék. Kísérleteink során ugyan azt is megfigyeltük, amit FLÜCKIGER (1951) írt le. Nevezetesen az üres költőüregű egyedek közül néhány friss algaszuszpenzióba téve nem lett petés, csupán testének elzsírosodása volt megfigyelhető.

c) *Az első szaporulat száma*

Az utódok száma az először petés egyedek esetében jelentősen kisebb, mint a már többször szaporító egyednél. Ez a jelentős nagyságbeli különbséggel is összefügg. Elsőpetés egyedek maximális utódszáma 16—17 db. A külön tartott egyedek első szaporulata átlagban 18,9 (16—20 db). Tehát a népességsűrűség, ami a táplálékkoncentrációt befolyásolja, kismértékben kihat az első szaporulat egyedszámára *(2. táblázat)*.

2. táblázat

Az első szaporulat és az 1 literes tenyészedényekben tartott anyaállatok száma közötti összefüggés (Kiindulási Chlorellaszám 1,5 millió/ml)

Kísérletek száma	6	6	4	3	4	4
Daphnia anyák száma a tenyészedényben.....	5	10	15	20	25	30
Első szaporulat db.....	16,8	16,9	16,1	15,7	15,4	15,2
szélső értékek egy kísérleten belüli átlaga	15,8— 18,8	14,7— 17,9	15,4— 16,8	14,5— 16,9	14,5— 16,9	14,2— 15,9

d) *Maximális napi szaporulat*

A *Daphnia magna* költőüregébe jutott peték kb. 3 nap alatt fejlődnek ki 18—22 C° hőmérsékleten. A napi szaporulat kiszámításakor a költőüregben talált pete-, illetve embriószámot tehát 3-mal kell osztani. A 14 napos kísérlet időtartama alatt állataink átlagosan 5-ször szaporodtak. A maximális napi szaporulatot a tenyészedényekben a második és harmadik szaporodáskor érték el *Daphniá*ink. Napi szaporulatuk átlaga ekkor 27,1 db/nap (21, 6—31, 6 db/nap) volt. A későbbi szaporodásokkor a szaporulat száma a csökkent táplálék miatt kevesebb volt.

Különbség mutatkozott az egyedül tartott és 5—25-ös népességben együtt-tartott egyedek maximális szaporasága között, amire egyelőre még magyarázatot nem találtunk. A táplálékkoncentráció optimálison túli volt minden esetben, mégis az egyedül tartott egyedek kimagasló rekordszaporulatot értek el *(4. táblázat)*.

Arra a kérdésre, hogy természetes viszonyok között mi lehet a maximális szaporulat — illetőleg ennek meghatározásához szükséges a költőüregben található maximális pete-, ill. embriószám —, a kísérletek felvilágosítást adnak. Folyamatosan bőséges táplálék mellett, minden vedlés után testnagyobbodás és ezzel költőüregnagyobbodás figyelhető meg. Az egyedi élet folyamán a legnagyobb szaporulatok a 8-tól 12-ig szaporodások során figyelhetők meg *(4. táblázat)*. Természetes viszonyok között azonban — főként halasvízben —

ilyen magas kort csak az állomány kivételes példányai érhetnek el. Helyesebbnek látszik tehát, ha a maximális peteszámot az első 5 szaporodás peteszám átlagából számítjuk ki. Mintegy 280 példány *Daphnia magna* első 5 szaporulata során a költőüregben található peteszám (feltehetően optimális táplálkozási feltételek mellett) 42 db volt. Ha az első szaporulatot nem számítjuk, akkor viszont 53-ra emelkedik az átlagos peteszám. Jelenlegi vizsgálataink alapján tehát maximális szaporodásban levő állomány kifejlett példányainak költőüregében átlagosan 42 db petét találhatunk. A viszonylagos szaporodás kiszámításához tehát ezt vehetjük 100%-nak.

Jól táplált, szaporodásban levő *Daphniák* költőüregе csak igen rövid időre ürül ki. A költőüreget elhagyó fiatalok helyét 56—180 percen belül elfoglalják a petefészekből kilépő friss peték. A két aktus között az állat megvedlik. A természetes állományban tehát, maximális szaporodás mellett is, a kifejlett példányok 2—3%-ának költőüregе üres.

Meghatároztuk a 14 napos szaporodási teljesítményeket is. Különösen érdekes az az összefüggés, ami a 14 napos időszak napi teljesítménye és az 1 literes edényben levő tenyészállatok száma között van *(3. táblázat)*. A tenyészetekből a szaporulatot azonos időszakban, 2—3 naponként eltávolítottuk.

3. táblázat

14 napos szaporodási időszak 1 napra eső szaporulatának db-száma a különböző kísérletsorokban

Kísérletsor	tenyészállatok száma az 1 literes tenyészedényben db					
	5	10	15	20	25	30
I.	17	13,8	—	11	—	7,75
II.	22,6	20,5	15,5	—	10,45	—
III.	21,1	19,7	15,2	—	10,45	—

A tenyészállatok számának emelkedésével a 14 napos szaporulat 1 napra számított átlaga csökken. A csökkenés nyilvánvalóan a táplálék eltűnésével magyarázható, mert a kísérlet kezdetén a szaporulatszámok közelítőleg egyformák voltak, rohamos csökkenés csak a 6—8 naptól következett be. A 2—5-szörös anyaállat többletnépesség és a hosszabb-rövidebb ideig ott-tartózkodó szaporulat csökkenti a *Chlorella* koncentrációt, ami lecsökkentette a további szaporulatot.

Azt, hogy a kísérleti edényekben a 14 napos kísérlet utolsó harmadában mutatkozó szaporodáscsökkenést valóban a táplálék mennyiségi és valószínűleg minőségi (chlorellin felszaporodás, vö. Ryther 1954) lecsökkenése okozza és nem a szaporodóképesség kimerüléséről van szó, a következő kísérlettel bizonyítottuk be. Tíz edényben kb. 100 ml *Chlorella* szuszpenzióban (1,5 millió/ml) 1—1 *Daphnia magnát* tettünk, a tápoldatot minden harmadik napon frissen készítettel cseréltük ki. Az így mindig jó minőségű és mennyiségű tápoldatban tartott *Daphnia magnák* utódainak száma csak a 14. — szaporulat (42 nap) után kezdett csökkenni. Tehát a 14. napos kísérletek során nem a szaporodóképesség kimerülése, hanem a táplálék minőségi és mennyiségi csökkenése okozta a szaporulat csökkenését *(4. táblázat)*.

4. táblázat

A külön tartott és 3 naponként friss tápoldatba tett Daphnia magnák szaporulata (Chlorella-szám 1,5 millió/ml)

Szaporodás ideje	1958 I/12	I/15	I/17	I/20	I/24	I/27	I/30	II/2	II/5	II/7	II/10	II/13	II/15	II/18	II/21	II/24	Összes szaporulat db	1 napra eső átlagos szaporulat	Szaporodási időtartam, nap	Testhosszúság (tüske nélkül) elpusztuláskor mm
Szaporodások száma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
egyedek száma																				
I.	20	44	57	73	73	65	92	101	84	93	100	86	88	64	80	*	—1120	27,3	41	
II.	20	37	54	67	64	59	86	98	81	91	110	104	66	+	—	—	937	26,8	45	
III.	20	41	52	67	74	68	84	88	89	96	107	97	97	100	92	+	1172	28,6	41	
IV.	20	44	57	65	70	55	77	92	79	92	107	94	88	71	26	+	1037	25,3	41	5,98
V.	20	41	48	59	65	67	82	95	76	91	77	82	58	43	+	—	904	23,9	38	5,94
VI.	16	41	50	61	62	60	85	84	81	96	92	94	92	91	+	—	1005	26,4	38	5,98
VII.	18	31	60	68	70	64	94	98	75	90	79	83	97	70	85	+	1082	26,4	41	6,23
VIII.	20	36	55	70	69	68	76	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IX.	17	35	54	63	62	58	83	85	79	90	83	91	100	94	88	35	1117	25,4	44	6,39
X.	18	41	47	60	63	66	77	82	82	90	91	94	91	93	65	59	1119	25,4	44	6,31
Átlag	18,9	39,1	53,4	65,3	67,2	63,0	67,6	91,4	80,7	92,1	94,0	91,7	86,3	78,2	72,7	47	1055	26,1	—	

* A VIII. sz. egyed kivételével mind végelgyengülésben pusztult el.

A *4. táblázat*ból kitűnik, hogy jó minőségű friss táplálék biztosítása esetén a *Daphnia* egyed szaporulat-életteljesítménye igen nagy lehet. Egy egyed élete folyamán 904—1172, átlagosan 1055 utódot reprodukálhat. (A *Daphnia magna* produkciósbiológiai megítéléséhez ez az adat nem sokat mond, mivel ez a tulajdonság csak ott bontakozhat ki, ahol az egész élettartam alatt optimális marad a táplálékkoncentráció és *Daphnia*-fogyasztás nincs jelen, tehát azok természetes halálukig maximális ütemben szaporodhatnak.)

e) *A fiatalok megmaradása*

A természetes halandóság a születéstől a szaporodóképes kor eléréséig optimális táplálkozási viszonyok mellett igen jelentéktelen. Erre vonatkozólag beállított több kísérletünk tanúsága szerint a megszületett egyedek 90—97%-a elérheti a szaporodóképes kort. Ha tehát jelentős mértékű szaporodás észlelése esetében nem találunk fiatal egyedeket kellő számban, akkor elsősorban a szaporulat nagyobb mértékű elfogyasztására lehet következtetnünk. Úgy látszik ugyanis, hogy az a táplálék *(Chlorella, Scenedesmus)*, amivel az idős példányok táplálkoznak, a frissen születettek részére is megfelelő. A fiatalok nagyobb halandósága csak akkor volt a tenyészedényekben megfigyelhető, ha már a peteképzésben is csökkenést találtunk, tehát nyilvánvalóan alacsony értékű volt a táplálékkoncentráció és ez okozta a kevésbé szívós fiatalok pusztulását.

f) *Szaporodás és a hőmérséklet kapcsolata*

Ma még nincs megfelelő felszerelésünk annak a kísérleti bebizonyítására, hogy milyen kapcsolat van a hőmérséklet és a *Daphnia magna* produkciósbiológiai tevékenysége között. Csupán azt sikerült megállapítani, hogy 4 C° körüli hőmérsékleten a kifejlett *Daphniák* petefészkében nem képződik pete, a költőüreg üres annak ellenére, hogy a szaporodás energetikai feltételei megvannak. Szobahőmérsékleten ezeknek az állatoknak petefészke 24 órán belül megduzzad, költőüregük pedig 48 óra alatt petével telik meg.

Minden bizonnyal a hőmérséklet a VAN'T HOFF törvény értelmében gyorsítja vagy lassítja a növekedést és a petefejlődést is. PRECHT stb. (1955, 19) a hőmérséklet csökkenésével a szívverés lassulását figyelte meg, lehet hogy hasonló ütemben lassúbbodik a produkciósbiológiai szempontból is fontos élettevékenység is.

A maximális szaporodásra legmegfelelőbb a 18—20 C° körüli hőmérséklet. Melegebb vízben, 22—24 C° a *Daphnia* szaporodása, dacára az optimális táplálkozási feltételeknek, kismértékű és sokszor figyelhető meg meddőség.

II. A *DAPHNIA MAGNA* BIOMASSZA ÉS TERMELÉSE KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS

A *Daphnia magná*val végzett kísérletek második célkitűzése szerint, kísérleti bizonyítékot kívántunk szerezni arra vonatkozólag, hogy biomassza számszerű adataiból a szóban forgó állat termelésbiológiai tevékenységének az intenzitására következtetni nem lehet. Azt is sikerült bebizonyítani, hogy abban a kísérleti edényben volt nagyobb a produkció, ahonnan a szaporulatot folyamatosan eltávolítottuk, tehát a biomassza nem növekedhetett meg.

Módszer

1 liter meghatározott *Chlorella*-népességsűrűségű tápszuszpenzióba (l. előbb) 5, 10, 15, 25 db szaporodóképességéhez közel álló egykorú fiatal *Daphnia magnát* tettünk. A párhuzamos népesítésű edények egyikéből a szaporulatot eltávolítottuk számolás után. A másik edényben a szaporulat, számolás után, visszakerült.

Kapott eredmény

Az 5 és 10 példánnyal népesített edényekben az 1 egyedre eső szaporulat 7—9 napig emelkedett, azután pedig hirtelen lecsökkent. A 15—25 egyeddel népesített edényekben 5 nap alatt tapasztaltuk a maximális szaporulatot. A maximális szaporulatot kifejező maximális egyedszám esetében azonban a behelyezett anyaállatok már mind vagy üresek voltak, vagy pedig csak néhány pete volt a költőüregükben jeléül annak, hogy az állatok további szervesanyagraktározása, mely a szaporodásban is kifejezésre jutott volna, megállt. A pillanatnyi helyzetkép alapján tehát az edényekben akkor volt a maximális egyedszám (maximális biomassza), amikor az ott levő *Daphniák* produkciósbiológiai szempontból oly fontos szervesanyagraktározási tevékenysége megszűnt. Ez esetben tehát a maximális biomassza semmiképpen sem utalhat a termelésre.

Ezekben az edényekben a következő volt a táplálékkoncentráció és a *Daphnia* koncentráció közötti összefüggés. Szaporodást biztosító táplálékkoncentráció volt az edényekben 6—8 napig. Az első szaporulat egyedei jelentős részének költőüregében kevés pete képződött, ez a szaporulat a költőüreg elhagyása után akkor adta a maximális egyedszámot, amikor már megelőzőleg 2—3 nappal a további szaporulatot biztosító táplálékkoncentráció sem volt meg.

Hamarabb lehet sikeres valamely állat produkciósbiológiai tevékenységének megítélése akkor, ha a biomassza vizsgálatot elejtve, a kvalitatív próbákból a szóban forgó állat termelésére utaló jelenségeket és tulajdonságokat (testnagyság, peteszám) rögzítjük le és összevetve a kísérletileg megállapítható maximális produkciót jelző adatokkal, fejezzük ki annak termelésbiológiai szerepét a vizsgált élőhelyen.

A biomassza jelenlegi módszerrel történő megállapításával (fajszám, ez alapján térfogat stb.) csak abban az ideális esetben vonhatunk következtetést a faj termelésére, ha a népességsűrűséghez viszonyítva a táplálék bőséges és a vizsgált élettérben a szóban forgó faj képezi a legmagasabb táplálékszintet (tehát nincs fogyasztója). Ez esetben 2 biomasszamérés különbözőségéből következtethetünk az időegységre vonatkoztatott termelésre. Ez az ideális eset a természetben aligha található meg.

A pillanatnyi táplálkozási feltételeket, melyek a természetben nem változnak olyan gyorsan, mint a tenyészedényben, a testnagyság és a peteszám adataiból állapíthatjuk meg és a termelésbiológiai szerepét akkor is megítélhetjük, ha a szaporulat egy része már magasabb táplálékszintbe inkarnálódott.

Végezetül köszönetet mondok Tölg István munkatársamnak, aki sok aprólékos munkával, a kísérletek sikeres levezetésénél és az időt rabló állományszámolások során segítségemre volt.

Összefoglalás

1. A *Daphnia magna* hazánk számos természetes vizében és halastavában a zooplanktonnak halgazdasági szempontból legfontosabb tagja.

2. Valamely zooplankton szervezet produkciósbiológiai értékének megítéléséhez ismerni kell a növekedési ütemét, új peték képzésének és kikelésének időtartamát és az egyidőben képzett maximális peteszámot.

3. A *Daphnia magna* parthenogenetikus peteszáma és a felvett táplálék mennyisége (tápértéke) között határozott összefüggés van. Valamely vízben talált példányok költőüregében talált pete- (embrió-) számból visszakövetkeztethetünk az ott levő *Daphnia* táplálék bőséges vagy elégtelen voltára. A kísérletileg megállapított maximális peteszám összevetve a talált peteszámmal, a halastó jósági fokának indikátoraként szerepelhet.

4. A *Daphnia magna* táplálékául adott *Chlorella vulgaris* baktériummentes tenyészetéből készített friss szuszpenzióval (1,5—0,15 millió sejt/ml) maximális szaporodást értünk el. A 7K jelzésű *Chlorella vulgaris* törzs magában is teljesértékű tápláléka a *Daphniá*nak.

5. A kikelt *Daphnia magna* 18—22 C° hőmérsékleten maximális táplálék mellett 8—10 nap alatt új utódokat szaporít. A jól táplált *Daphnia* 3 naponként újra szaporít, eközben költőürege 1—3 óráig marad csak üres.

6. Az életkor maximális szaporodás mellett (átlagos összes ivadékszám 1055 db) 45—55 nap kísérleti viszonyok között. Ez idő alatt a kísérleti állatok 13—15 alkalommal szaporítottak.

7. A táplálék mennyisége és a szaporulat száma között határozott összefüggés állapítható meg. 0,15 millió/ml sejtszám fölött folyamatos és nagyszámú szaporodás. Az 1055 db összes utódszámot kb. 1,5—1 millió/ml *Chlorella* sejtszámmal értük el.

8. Az első szaporulat folyamatosan jól táplált állomány esetében is mindig a legkisebb (16—17 fiatal). A különösen bőven tápláltaké 18,9 (16—20) db.

9. A maximális napi szaporulat a 3—5. szaporulatból számítva 27,1 db. A különösen bőven táplált *Daphniá*k 14—15 szaporulatának 1 napra eső mennyisége 26,1 db. A költőüregben egyszerre található peték (embriók) maximális száma, olyan tenyészetben, melyben mindig több (5—10 db) anyaállat volt, az első 5 szaporulat átlagából számítva 42 db. Ezt tekinthetjük tehát maximális, átlagos peteszámnak (100%).

10. Bőséges táplálék mellett a kikelt fiatalok 90—97%-a elérheti a szaporodóképes kort.

11. Maximális szaporodást 18—20 C°-on értünk el.

12. Kísérletileg bebizonyítható a *Daphnia magná*val, hogy a biomassza jelenlegi meghatározásából (fajszám, abból számított térfogat, súly víztérfogatra számítva) a szóban forgó fajok produkciójára nem lehet következtetni. A kísérleti edényekben akkor volt a legnagyobb a biomassza, amikor ott már szaporodás nem volt, tehát a faj produkciója már szünetelt. Az egyes fajok termelését mutató jelzők (testnagyság, peteszám) alapján biztosabban következtethetünk a szóban forgó környezetben annak produkciósbiológiai értékére.

IRODALOM

ANDERSON, G. (1932): The number of preadult instars, growth, relative growth and variation in Daphnia magna. — *Biol. Bull.* **63,** 81—98.

BOURGUILLANT DE KERHERVÉ, R. (1926): La descendance d'une Daphnie (Daphnia magna) ou ses millions de germs en une saison. — *Ann. Biol. Lacustre* **15,** 63—75.

DADAY J. (1888): A magyarországi Cladocerák magánrajza. — *Budapest* 1—128.

DEHN, M. (1930): Untersuchungen über die Verdauung bei Daphnien. — *Z. vergl. Physiol.* **13,** 334—358.

DECKSBACH, N. K. (1936): Chironomiden und Daphnia Gewinnung in der Umgebung einer Grossstadt. — *Arch. f. Hydrobiol.* **30,** 582—588.

DUNHAM, H. H. (1938): Abundant feeding and longevity in Daphnia. — *Physiologic Zool.* **11,** 399—407. (*Ber. wiss. Biol.* **50,** 92. 1939.)

EDLEN, A. (1938): Geburt, Geschlechtsreife und Vermehrung in Beziehung zur Wachstumverlauf bei Daphnia magna. — *Roux. Arch.* **137,** 804—807. (*Ber. wiss. Biol.* **48,** 577. 1939.)

EDLEN, A. (1940): Biologisches Verhalten der Daphnia magna in Licht und Dunkel. *Fysiogr. Sällsk. Lund Förh.* **9,** 112—134. (*Ber. wiss. Biol.* **58,** 688. 1942.)

EDLEN, A. (1943): Wachstum und Milieu bei Daphnia magna LUND.

ELSTER, H. J. (1954): Über die Populationsdinamik von Eudiaptomus gracilis Sars und Heterocope borealis Fischer in Bodensee Obersee. — *Arch. f. Hydrobiol./Suppl.* **20,** 546—614.

GREEN, J. (1955): Studies on a population of Daphnia magna. — *J. Animal. Ecol.* **24,** 84—97.

GREEN, J. (1956): Growth, size and reproduction in Daphnia. — *Proc. Zool. Soc. London* **126,** 173—204.

FLÜCKIGER, E. (1951): A case of disturbed metabolism in Daphnia magna. — *Nature (London)* **168,** 211.

FLÜCKIGER, E. und H. FLÜCK (1949): Ein künstliches Milieu für das Züchten von Daphnien im Laboratorium. — *Experientia* **5,** 486.

FOX, H. M. and Y. MITCHELL (1953): Relation of the rate of antennal movement in Daphnia to the number of eggs carried in the brood pouch. — *J. exper. Biol.* **30,** 238—242.

HARNISCH, O. (1949): Vergleichende Beobachtungen zum Nahrungserwerb von Daphnia und Ceriodaphnia. — *Zool. Jb. Abt. System.* **78,** 173—192.

HESSE, R. und DOFLEIN, E. (1943): Tierbau und Tierleben. — II. *Jena.* 1—828.

LESTER, I., TH. R. WOOD and A. M. BANTA (1937): A study of longevity, growth reproduktion and heart rate in Daphnia longispina influenced by limitations in quantity of food. — *J. exper. Zool.* **76,** 325—352.

MAC ARTHUR, J. W. and W. H. T. BAILLIE (1929): Metabolic activity and duration of life I. Influence of temperature on longevity in Daphnia magna. — *J. exper. Zool.* **53,** 221—242.

MARSHALL, S. M. and A. P. ORR (1952): On the biology of Calanus finmarchicus. VII. Factors affecting egg production. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **30,** 527—548.

NAUMANN, E. (1934): Über die Anwendung von Daphnia magna Straus als Versuchstier für experimentelle Klarlegung der Lebensverhältnisse im Wasser. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **31,** 421—431.

PRECHT, H., CHRISTOPHERSEN, I. und HENSEL, H. (1955): Temperatur und Leben. — *Berlin* 1—514.

RAMNER, K. (1929): Über periodische Erscheinungen am Cladoceren individuum (Häutung, Fortpflanzung, Wachstum). — *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **21,** 402—420.

RODINA, A. G. (1950): Experimental'noj iszledovanie pitania dafnij. — *Trudü Vszeszojuznogo Gidrob. Obscseszlva* **2,** 169—193.

RYLOV, W. M. (1935): Das Zooplankton der Binnengewässer. — *Die Binnengewässer* **15,** Stuttgart. 1—272.

RYTHER, J. H. (1954): Inhibitory effects of Phytoplankton upon the feeding of Daphnia magna with reference to growth, reproduction, and survival. — *Ecology* **35,** 522—533.

SALIMOVSZKAJA—RODINA, A. G. (1940): Bakteria and yeasts as food for Cladocera (Daphnia magna). *C. R. Acad. Sci. Moscou* 248—252. (*Ber. wiss. Biol.* **57,** 155. 1941).

Scharfenberg, U. (1914): Weitere Untersuchungen an Cladoceren über die experimentelle Beeinflussung des Geschlechtes und der Dauereibildung. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Suppl.* **6,** 1—34.

Schulze—Rübecke, G. (1951): Untersuchungen über Lebensdauer, Altern u. Tod bei Arthropoden. (Daphnia magna, Dixippus morosus, Melolontha melolontha). — *Zool. Jahrb.* **62,** 366—370.

Slobotkin, L. B. (1954): Population dynamics in Daphnia obtusa Kurz. — *Ecol. Monogr.* **24,** 6., 88. (*Ber. wiss. Biol.* **90,** 391. 1954).

Sterbá, G. (1956): Beobachtungen über die Lebensdauer von Daphnia pulex (de Geer) unter natürlichen Bedingungen. — *Zool. Anz.* **157,** 179—184.

Woynárovich E. (1956): Halastavi szervestrágyázás jelentősége II. Állati fehérjetermelésünk egyik lehetősége. — *MTA Agr. Oszt. Közl.* **10,** 308—309.

Wunder, W. (1936): Physiologie der Süsswasserfische Mitteleuropas. — *Handbuch d. Binnenfisch. — Mitteleuropas.* 2. B, 1—340.

PRODUKTIONSBIOLOGISCHE CHARAKTERISTIK DER *DAPHNIA MAGNA* STRAUS

Elek Woynárovich

Zusammenfassung

In seinen Untersuchungen erörtert der Verfasser ein doppeltes Ziel:

A) Die Untersuchung der für produktionsbiologische Probleme (Wachstum, Vermehrung) wichtigen Eigenschaften der *Daphnia magna*, im Zusammenhang mit diesen Problemen die Feststellung der maximalen Eizahl, woraus auf die potentielle Produktion von *Daphnia* Folgerungen gezogen werden können.

B) Die Gewinnung solcher experimentellen Resultate gegen jene, in der hydrobiologischen Literatur sehr verbreitete, nach der Meinung des Verfassers nicht haltbare Auffassung welche den produktionsbiologischen Wert eines Gewässers aus zahlenmässigen Angaben der Biomasse zu beurteilen wünscht.

1. *Daphnia magna* ist in vielen natürlichen Gewässern und Fischteichen unserer Heimat das vom fischwirtschaftlichen Gesichtspunkte aus wichtigste Mitglied des Zooplanktons.

2. Zur Beurteilung des produktionsbiologischen Wertes eines Organismus des Zooplanktons ist es notwendig, den Rhythmus seines Wachstums, die Dauer der Neubildung und des Ausschlüpfens der Eier sowie die zur selben Zeit gebildete Eizahl zu kennen.

3. Zwischen der parthenogenetischen Eizahl der *Daphnia magna* und der Menge bzw. dem Nährwert der aufgenommenen Nahrung ist ein bestimmter Zusammenhang festzustellen. Aus der Anzahl der im Brutraum eines irgendwelchem Gewässer entnommenen Individuums befindlichen Eier (Embryonen) kann man auf die Reichlichkeit oder Unzulänglichkeit des dortigen Nahrungsangebotes für *Daphnia magna* schliessen. Die experimentell festgestellte maximale Eizahl kann im Verein mit der im Freiland gefundenen Eizahl als Indikator der Güte des betreffenden Fischteiches gelten.

4. Mit der den *Daphnien* als Nahrung zugeteilten, einer bakterienfreien Zucht entnommener *Chlorella vulgaris*-Suspension (1,5—0,15 Millionen Zellen pro ml) konnten wir eine maximale Vermehrung erreichen. Der *Chlorella vulgaris*-Stamm (Zeichen: 7K) bildet allein schon vollwertige Nahrung für *Daphnia*.

5. Die ausgeschlüpfte *Daphnia magna* vermehrt sich bei 18—22° C Temperatur und bei maximalem Nahrungsangebot in 8—10 Tagen. Die gut genährte *Daphnia* vermehrt sich alle drei Tage von Neuem, in der Zwischenzeit bleibt ihr Brutraum bloss 1 bis 3 Stunden leer.

6. Die Lebensdauer ist bei maximaler Vermehrung (durchschnittlich gesamte Wurfzahl 1055 Stück) unter experimentellen Bedingungen 45 bis 55 Tage. Während dieser Zeit haben die Versuchstiere sich 13 bis 15 mal vermehrt.

7. Zwischen der Nahrungsmenge und der Wurfzahl kann unbedingt ein bestimmter Zusammenhang festgestellt werden. Über eine Zellenzahl von 0,15 Millionen pro ml hinaus ist die Vermehrung fortlaufend und reichlich. Die Gesamtzahl von 1055 Stücke haben wir mit 1,5 bis 1 Millionen pro ml *Chlorella*-Zellenzahl erreicht.

8. Der erste Wurf ist selbst bei einem fortlaufend wohl genährten Bestand stets der geringste (16 bis 17 Juvenile); bei besonders reichem Nahrungsangebot beträgt diese Zahl 18,9 (16 bis 20) Stück.

9. Die maximale Tagesvermehrung, aus dem 3. bis 5. Wurf errechnet, beträgt 27,1 Stück. Die auf einen Tag entfallende Vermehrungszahl der besonders stark gefütterten *Daphnien* beträgt 26,1 Stück. Die maximale Zahl der im Brutraum gleichzeitig befindlichen Eier (Embryonen) beträgt in einer Zucht, in welcher stets mehrere (5 bis 10 Stück) Muttertiere enthalten sind — aus dem Durchschnitt der ersten 5 Würfe errechnet — 42 Stück. Wir können also diese Zahl als maximale, durchschnitt Eizahl (100%) annehmen.

10. Bei reichlichem Nahrungsangebot können 90—99% der ausgeschlüpften Jungen das vermehrungsfähige Alter erreichen.

11. Eine maximale Vermehrung wurde bei einer Temperatur von 18 bis 20 ° C erreicht.

12. Mittels *Daphnia magna* lässt sich beweisen, dass man aus der gegenwärtig üblichen Bestimmung der Biomasse (Artzahl, daraus errechnetes Volumen, Gewicht auf Wasservolumen gerechnet) nicht auf die Produktion der betreffenden Art schliessen kann. In den Versuchsgefässen war die Biomasse gerade dann zugegen, wenn es dort keine Vermehrung mehr gab, wenn also die Produktion der Art bereits ausgesetzt hatte. Auf Grund der die Produktion der einzelnen Arten anzeigenden Daten (Körpergrösse, Eizahl) können wir bestimmter auf deren produktionsbiologischen Wert im betreffenden Lebensraum schliessen.

AZ ASZÓFŐI SÉD HIDROGRÁFIAI VISZONYAI*

LUKACSOVICS FERENC

Érkezett : 1958. május 4.

A Balaton-felvidék vízrendszerének vízgyűjtőterülete (Fűzfőtől Keszthelyig) három nagyobb medencére tagolódik : a Pécselyi-, Kállai- és Tapolcai-medencékre (CHOLNOKY 1918, 54). A Pécselyi-medence szintén hármas tagolódást mutat, amelyek mindegyike önálló lefolyású a Balaton felé futó Dobogó-patak, az Aszófői Séd és a Pécsely-patak útján.

Jelen munkában csak az Aszófői Séddel foglalkozunk, mely egy része annak a nagyobb munkának, amelyet több tagú kutatócsoport végzett az elmúlt években a Balatonba ömlő patakok sokoldalú vizsgálatával (ENTZ, KOL, SEBESTYÉN, STILLER, TAMÁS, VARGA 1954).

Módszer

A geológiai adatokat a LÓCZY-féle geológiai térképről (LÓCZY 1920), valamint saját megfigyeléseink alapján adjuk meg. A hosszméreteket és tengerszint feletti magasságokat az 1 : 25 000 és 1 : 50 000-es térképekről vettük. A vízhozamot és az áramlási sebességeket a terepen mértük, több éven keresztül, egyes gyűjtések alkalmával.** A mérések azonos módon történtek. A vízhozamot és áramlási sebességet stopperórával mértük szélcsendes időben, különféle tárgyak úsztatásával (falevél, fadarabok stb.), vagy metilénkék festéssel. Vízinövényekkel erősen benőtt patakszakaszokban a vizet zavartuk fel. Mérőhelyül 2—5 m hosszú, kb. egyenletes mederrészeket választottunk ki. Minden megadott érték 5—10 mérés átlagértéke. Olyan területeken, ahol méréssel nem lehetett a vízhozamot megállapítani (pl. rétegszivárgás, dús növényzet stb.), az értékeket becsléssel állapítottuk meg.

Topográfia

Az Aszófői Séd egyik ága a Vázsonyi-plató peremén, a Nagygella *(3. ábra)* D-i lejtőjén ered. Nagypécsely és Balatonszőllős községek közötti határban folyva átfolyik Aszófő községen, majd Tihany-félsziget „nyaka"

* A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biológiai viszonyai. II. Az Aszófői Séd munkaközösségben végzett tanulmány részlete.

** Az 1953. és 1954. évi mérések eredményeinek szíves átengedéséért Dr. Entz Béla igazgatóhelyettesnek ezúton fejezem ki köszönetemet.

előtt K-nek fordulva a Balatonba ömlik. A Séd völgye ÉNy—DK-i irányú. Vízválasztó-vonalát É-on a Nagygella (416 m), Kisgella (378 m), K-en a Nyergeshegy (241 m), Csite erdő (223 m), Szénégetőhegy, Alsó erdő (241 m), Ny-on az Újhegy (292 m), Kiserdő (219 m), Meggy-hegy (226 m), Ágas hegy (264 m) és az Öreghegy (238 m) jelölik meg. A vízgyűjtőterülete 13,91 km² (CHOLNOKY 1918, 54). Ez a Balaton-felvidék Balaton felé lejtő vízgyűjtőterületeinek mindössze 1,28%-a, nagyságrendileg 32 vízgyűjtőterület közül a 14. Az összes Balatonba ömlő patakok és sédek (49) közül ez a 29. A Séd völgyének alakja — a többi balaton-felvidéki patakvölgyek alakjától eltérően — a platón keskeny és a beömlés területén szélesedik ki (CHOLNOKY 1918). A Séd hosszát RIGLER 7,5 km-nek vette 75 000-es méretarányú térkép alapján (RIGLER 1928, 124). Újabbkeletű, módosított 25 000-es térképen mi 8,5 km-ben állapítottuk meg. A Vekeny-ág hossza 1800 m, a Köbölkúti-ág hossza 0,975 km *(4. ábra)*.

Geológiai rész

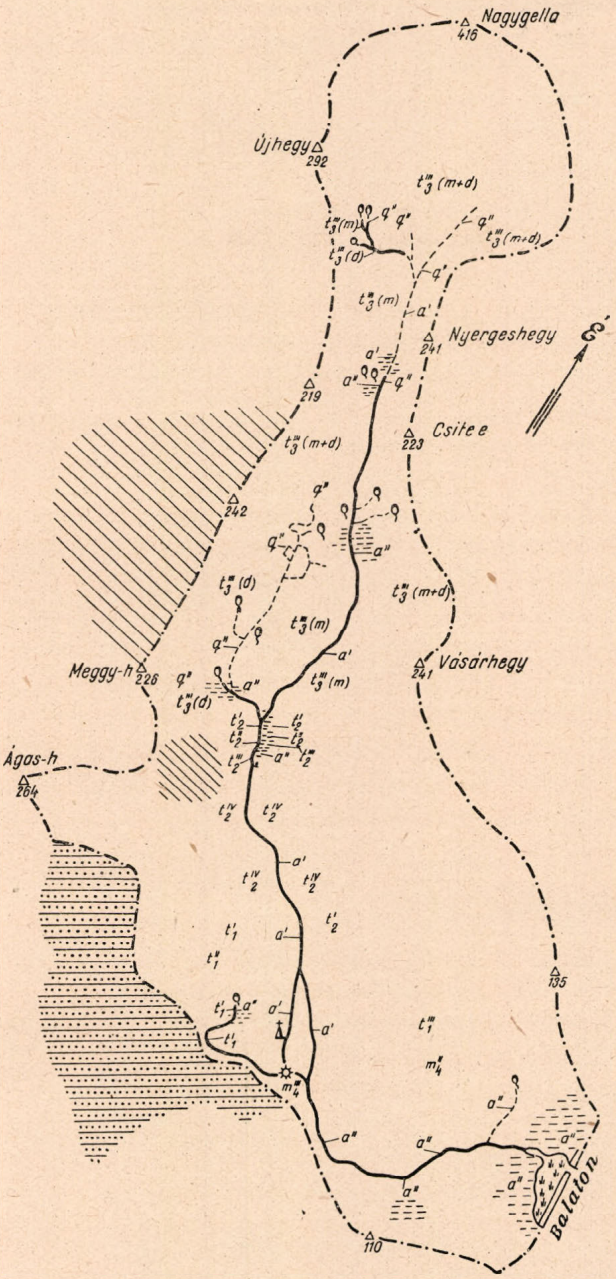
Az Aszófői Séd felső forrásai *(2. ábra*, a Lázárkút- és Lázár-források) a közép- és felső-triászkorú mészkő, dolomitból és márgából fölépülő Nagygella D-i lejtőjén erednek *(1. ábra)*. A Lázár-források löszből, a Lázárkút pedig dolomit rétegekből tör a felszínre. A Vekeny-ág betorkolásáig a Séd medre váltakozva holocén patakallúviumon és jégkori löszön fut tovább. A meder feküje, valamint a völgyet két oldalról kísérő dombocskák ugyancsak felső-triász márga és dolomit képződmények. A sötétréti források pleisztocén löszborításból jutnak ki. A Vekeny-ág forrásai közül a Vekeny-forrás márgából eredve ismét lösztalajon fut, fölvéve a Bozóti-kút dolomit rétegekből előtörő vizét. A Séd-ág és Vekeny-ág a Csengőhegytől D-re egybefolyik és ebből a keskeny holocén patakallúviummal erősen feltöltött völgyből kiérve

1. ábra. Az Aszófői Séd vízgyűjtőterülete a patakmeder és közvetlen környéke geológiai viszonyainak feltüntetésével

Fig. 1 Wassersammelgebeit des Aszófői Séd-Baches und die geologische Stuktur der Umgebung.

a′	holocén	patakallúvium
a″	holocén	berekföld (mocsárföld) és tőzeg
q″	pleisztocén	lösz
m''_4	pliocén	pontusi emelet, agyag
t'''_3 (m)	felső-triász	márga
t'''_3 (d)	felső-triász	dolomit
t'_2	közép-triász	tűzköves mészkő (Wengeni rétegek)
t''_2	közép-triász	tűzköves mészkő (Buchensteini rétegek)
t'''_2	közép-triász	Alpi kagylósmészkő
t^V	közép-triász	Megyehegyi dolomit
t'_1	alsó-triász	lemezes mészkő
t''_1	alsó-triász	lyukacsos dolomit
t'''_1	alsó-triász	triolites márga
a'_1		agyagos tófenék

Egyéb jelzések mint *2. ábrán.*


Nagygella
416
Újhegy
292
Nyergeshegy
241
219
Csitea
223
242
Meggy-h
226
Ágas-h
264
Vásárhegy
241
135
110
Balaton

néhány száz méter után, három közép-triász mészkőréteget tör át. Így a tűzköves mészkőnek Wengeni és Buchensteini rétegeit, és egy Alpi-kagylósmészkő réteget szel át. A negyedik közép-triász korú réteg Aszófő községtől É-ra húzódik (Megyehegyi dolomit), utána alsó-triász korú lemezes mészkő és lyukacsos dolomit rétegek következnek. Ezeken át jut a patak Aszófő községbe. Aszófőtől Ny-ra lemezes mészkőből tör elő a Köbölkút bővizű forrása és a főágba torkolás előtt a pliocén kornak pontusi emeletéhez tartozó agyagot vág át. Az Aszófői-Séd Aszófő községet elhagyva már holocén berekföldön (mocsárföld) és tőzegen fut a Balatonba.

———→

2. *ábra.* Az Aszófői Séd vízgyűjtőterülete a mért területek, gyűjtőhelyek, valamint a források feltüntetésével

Arabs számok a források és a Séd mentén mért vízhozam (l/sec) és víz áramlássebességet (cm/sec) jelentik; pl. 37—47. (18—26.), az első számok a különböző időpontokban mért áramlási sebességek min-max értékei. A zárójelben lévő számok a különböző időpontokban mért vízhozamok min-max értékei.

Körben levő latin nagybetűk a gyűjtőhelyek nevei. Így: A = Lázárkút környéke. B = Balatonszőllősi út, C = Sötétrét, D = Faiskola, E = Vekeny-ág és Séd-ág egybefolyása a Pogánypincétől É-ra, F = Vekeny-ág, G = Katonafürdő, H = Nyilasrétek, I = Köbölkúti-ág.

Források neve, típusa és hozama.

I = Lázárkút, 2 L; II—III = Lázárforrások 0,25 H; IV = Jábodi-kút 0,7 L; V = Vekeny-kút 1,5 HL; VI = Váradi-kút 0,7—1,5 L; VII = Csengőforrás 0,2* H; VIII = Vekenyforrás 0,8* L; IX = Csengőkút 0,3* L; X = Bozóti-kút 18 L; XI = Tordaréti-kút 0,2* H; XII = Köbölkút 10—17 L; XIII = Nyilaskút (?) L; Elnevezések utáni számok a vízhozamot jelentik l/sec-ben, *-gal jelölt értékek becsült értékek, L = limnokrén típusú, H = heleokrén típusú források, HL = átmeneti típus Limnokrén és heleokrén között. Q = forrás, ⌖ = malom, — · — · — = a vízgyűjtőterület határa — — — = száraz patakmeder

= lefolyástalan terület

= önálló lefolyással bíró terület

△ = magassági pont

Fig. 2 Das Wassersammelgebiet des Aszófői Séd-Baches mit den gemessenen Gebieten, Sammelstellen und Quellen.

Die arabischen Ziffern bedeuten die bei den Quellen und dem Bach entlang gemessenen Werte der Wasserzufuhr (l/sec) und Wasserströmungsgeschwindigkeit (cm/sec). Sammelstellen von A bis I. (S. *Abb.*)

Namen, Typ und Wasserzufuhr der Quellen. I—XVII. Quellen-Namen (S. an der *Abb.*). Die hinter den Quellen-Namen stehenden Ziffern bedeuten die Wasserzufuhr in l/sec H = Heleokrene, L = Limnokrene, HL = Übergangstyp zwischen H und L.

Q = Quellen,

⌖ = Mühle,

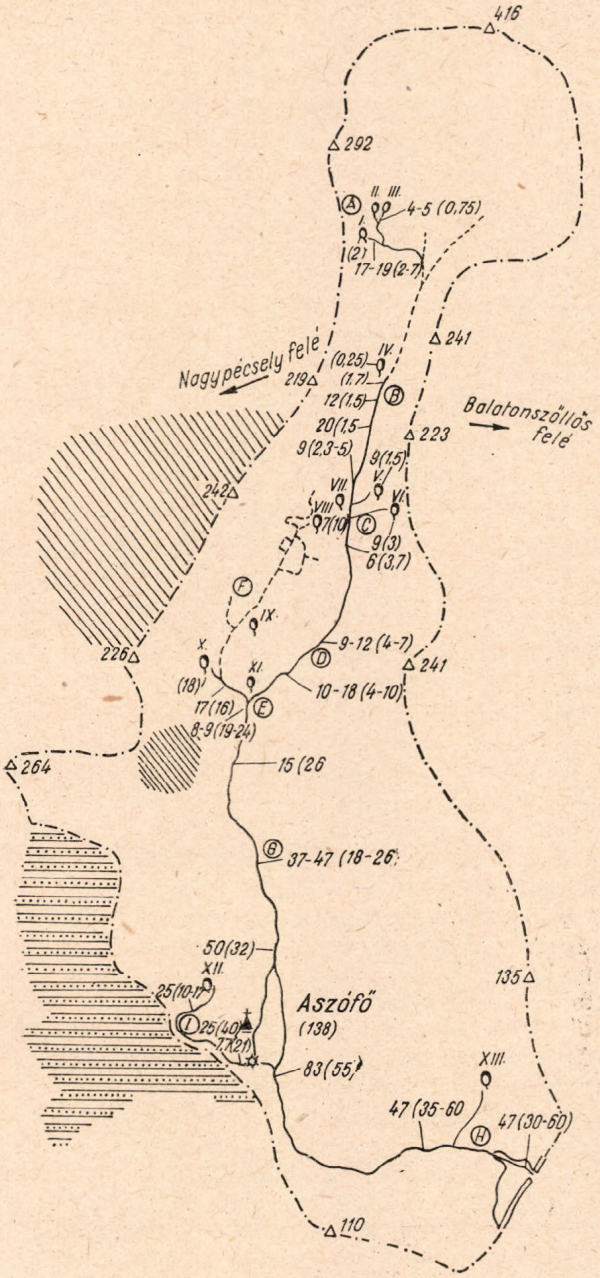
— · — · — · — = Grenze des Wassersammelgebietes

— — — — — — — — = trockener Bachboden

= Gebiet ohne Abfluss

= Gebiet mit selbständigem Abfluss

△ = Triangel


416
292
II. III.
4-5 (0,75)
(2)
17-19 (2-7)
241
Nagypécsely felé
219
(0,25)
IV.
(1,7)
12 (1,5)
20 (1,5
9 (2,3-5)
223
Balatonszőllős felé
9 (1,5)
V.
VII.
VIII.
VI.
7 (10)
9 (3)
6 (3,7)
242
IX.
226
X.
(18)
XI.
9-12 (4-7)
241
10-18 (4-10)
17 (16)
8-9 (19-24)
264
15 (26
37-47 (18-26)
50 (32)
XII.
25 (10-17)
25 (40)
7,7 (21)
Aszófő
(138)
135
83 (55)
XIII.
47 (35-60
47 (30-60)
110

Hidrográfia

Források: A Sédet tápláló forrásokat három csoportba osztottuk tengerszintfeletti magasságuk szerint (CHOLNOKY 1918, 71—72), ENTZ módosításával (ENTZ 1954, 69), amennyiben elsőrendű forrásoknak a plató peremén, másodrendűeknek a középrészen, harmadrendűeknek az alsó szinten fakadó forrásokat minősítjük. Előbbiek szerint *(3. ábra)*:

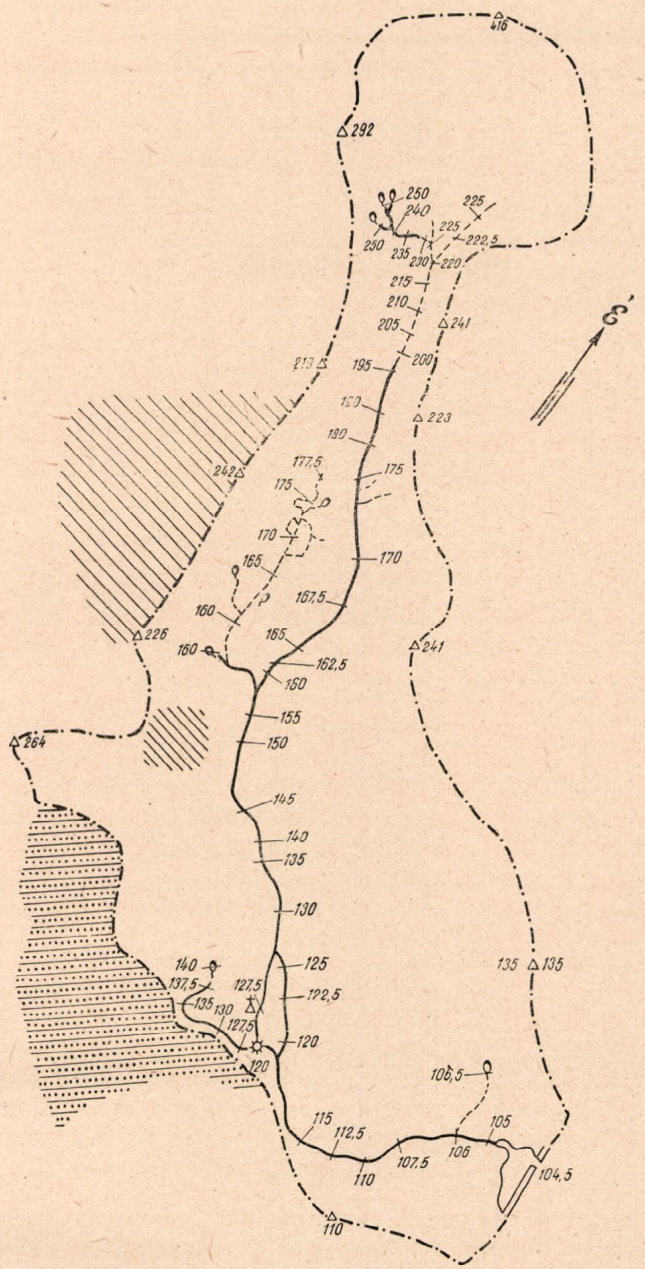
1. Lázárkút, Lázár-források ..... 250 m tszf.
2. Sötétréti források, Jábodi-kút ..... 178—200 m ,,
3. Bozóti-kút, Köbölkút ..... 140—160 m ,,

Az elsőrendű források össz-vízhozama* *(2. ábra)* mintegy 2—7 l/sec, és kb. 250 m-es út után vizük teljesen elszivárog a kaszálók között. A Lázárkút limnokrén, a Lázár-források heleokrén típusú források. A CHOLNOKY szerinti másodrendű források közül a limnokrén típusú Jábodi-kút vizének mennyisége nem annyira jelentős (0,25 l/sec), mint a környékén több helyen felfakadó apró szivárgások vize (1,7 l/sec). Nagyjából hasonló képet mutatnak a Sötétrét heleokrén forrásai, valamint a számos kisebb nagyobb vizenyős gödörből felszínre jutó vizek is. Össz-vízhozamuk 4,5—5 l/sec. A limnokrén Vekeny-forrás hozama 1,5—2 l/sec, vize azonban nem táplálja a Vekeny-ág medrét, mert az elsőrendű források vizéhez hasonlóan, rövid út után elszivárog. A harmadik csoportba tartoznak a Bozóti-kút és Köbölkút. Mindkettő limnokrén típusú. Eddig tárgyalt források közül e kettő a legbővizűbb, és átlagban összesen 35 l/sec a vízhozamuk. Vizük beleömlik a Vekeny-ágba és a Séd főágába. A nem említett Csengőkút, Tordaréti-kút és Nyilaskút jelentéktelen mennyiségű vizet szállítanak a Sédbe (összesen mintegy 0,5—1 l/sec).

Ha az Aszófői Séd medrének vízellátottságát és vízmennyiségét vizsgáljuk, kitűnik, hogy a Lázár-források és Lázárkút által szállított 2—7 l/sec víz teljesen elszivárog az altalajba, a meder víztelen *(2. ábra* ----- jelzése), és csak a Jábodi-kút magasságában találunk ismét folyó vizet. A Balatonszőllősi út alatt még 1,5 l/sec víz halad át, de ebből a mennyiségből a felszínen rendesen semmi sem jut a Sötétrétre. A Sötétrét forrásaitól kezdve viszont már állandó a patak medrének vízellátottsága egészen a beömlésig. Sötétréten 6 l/sec, Faiskola előtt 4—7, a Vekeny-ág beömlése előtt 4—10 l/sec hozamokat mértünk. A Vekeny-ág 16 l/sec hozammal gyarapítja a Séd-ágat és hozamuk az egybefolyás után a Pogánypincénél 19—24 l/sec. Előbbi érték csak Aszófő község fölött nő 32 l/sec-re. A község alatt tovább emelkedik a vízhozam, mert a Köbölkút beleömlik és a Séd itt már 55 l/sec vizet szállít. A Nyilasréteken 35—60, és a torkolatnál ez az érték 30—60 l/sec-nek mutatkozik. Ha a torkolatnál mért vízhozam-értékeinket egybevetjük CHOLNOKY 1894, 1895, 1896 (CHOLNOKY 1918), és RIGLER 1928-as adataival, akkor nagyságrendileg értékeink azonosoknak vehetők, bár azoknál valamivel alacsonyabbak.

A következőkben vizsgáljuk meg az Aszófői Séd és mellékágainak esésviszonyait *(4. és 3. ábra)*. A legmeredekebb esés a Lázárkút és Lázárforrások összefolyásáig (6,66%), valamint a felső forrásvidék patakjának K—Ny irányú szakasza D-re fordulásánál van (4,44—5,00%), ahol a 220 m-es

* Mérések időpontja: 1953 III. 16, VII. 23. 1954 IX. 27, 28. 1958 II. 26. 1958 III. 10, 11, 14.



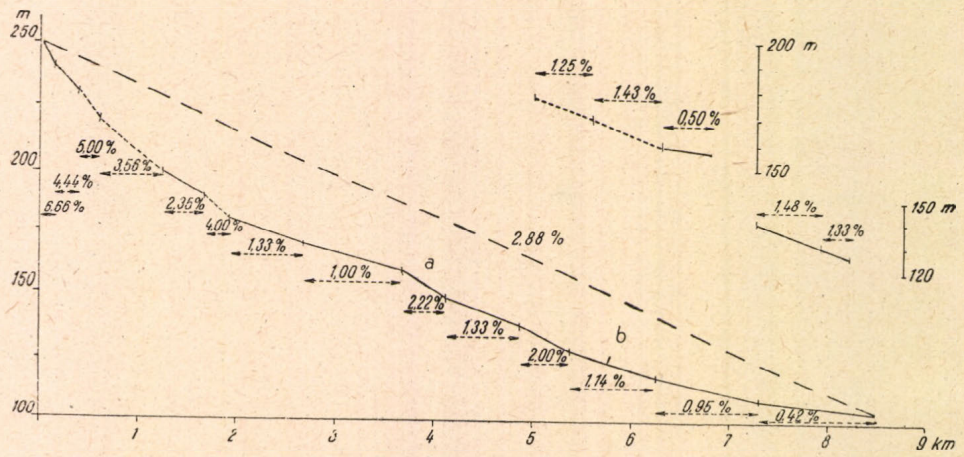
3. ábra. Az Aszófői Séd vízgyűjtőterülete a tengerszint feletti magasságok feltüntetésével, pl.: 180 = a Séd medrét metsző szintvonal. Egyéb jelzések mint *2. ábrán*

Fig. 3 Wassersammelgebiet des Aszófői Séd-Baches mit Bezeichnung der Höhen über dem Meeresniveau

szintvonal metszi a patakvölgyet. E vonaltól D-re csökken az esés a 200 m-es szintvonalig (3,56%). A Balatonszőllősi út fölött és alatt 2,35%-os, majd a Sötétrétre való kiérésénél még egy nagyobb esés mutatkozik (4,00%). A Sötétréttől a Kaszavölgyig 1,33—1,00%, innét a Pogánypincéig ismét meredekebb a lejtő (2,22%). A Katonafürdő környéki 2,00%-os szakaszt már csak menedékesedőbb lejtők követik (1,14—0,95%), a Nyilasréteken pedig csak 0,42% lejtőértéket mértünk.

A mellékágak közül a Vekeny-ág medre É-ról D-re 1,25—1,43—0,50%-os lejtésű, a rövidebb Köbölkúti-ág ennél valamivel meredekebb (1,48—1,33%).

Az esési szög változásával együtt a víz folyássebessége is szeszélyes.



4. ábra. Az Aszófői Séd vízrendszere három ágának hosszmetszete a meder valódi lejtésének %-os feltüntetésével. Függőleges kicsinyítés úgy aránylik a vízszintes kicsinyítéshez, mint 50 : 1. a = Vekeny-ág és Séd-ág egybefolyási helye, b = Köbölkúti-ág és Sédág egybefolyási helye.

Fig. 4 Längsschnitt des Wassersystems mit der realen Neigung (Hang) des Bachbettes in % ausgedrückt. Vertikales Mass-Horizontales Mass : 50 : 1. a—b Zuflusstellen der Hauptarme

A Séd medrének egész éven át vízzel borított részei közül a torkolattól a Katonafürdőig 37—50 cm/sec a sebesség, nagyobb értékeket csak Aszófő község alatt mértünk, amely egyúttal a Séd legélénkebb vízmozgású szakasza is (83 cm/sec). Utóbbi rész vize a község elektromos és vízerővel hajtott malma alól fut ki. A Katonafürdőtől Sötétrétig terjedő szakaszban általában már jóval csendesebb a víz mozgása (9—15 cm/sec), természetesen ebben a szakaszban is vannak közben rövid, gyorsabb vízmozgású részek.

Összefoglalás

Az Aszófői Séd a Balaton-felvidék Pécselyi-medencéjének önálló lefolyású, Balatonba ömlő vize. Vízgyűjtőterülete 13,91 km² (Cholnoky 1918, 54), a Séd hossza 8,5 km. A főágnak két mellékága van : a Vekeny- és a Köbölkúti-ág *(2. ábra)*.

Medrének vizét 13, változó hozamú forrás táplálja *(2. ábra)*. A források zömmel heleokrén típusúak, de a jelentékenyebb vízhozamú források több-

nyire limnokrének (Lázárkút, Jábodi-kút, Vekeny-forrás, Bozóti-kút és Köbölkút). A forrásokat CHOLNOKY nyomán (1918) három csoportra osztottuk, tengerszintfeletti magasságuk szerint. Így első csoportba tartoznak a Séd felső szakaszán, a plató peremén eredők (250 m), második csoportba a középszinten (178—200 m), harmadik csoportba a pannóniai abráziós szinten eredő (140—160 m) források.

A Séd medre váltakozva pleisztocén löszön és feltöltött allúviumon fut, áttörve három közép-triász és egy alsó-triász korú mészkő és lemezes mészkő réteget. Balatonba való torkolása előtt holocén berek-, illetőleg mocsárföldön halad.

Az Aszófői Séd forrásvidékről induló szakasza meredek esésű (4,44—6,66%), vize azonban néhány száz méter után elszivárog a környező altalajba. Az év egészében csak a középső, a Sötétréti forrásoktól táplált patakszakasztól kezdve van víz a mederben. A meder esése átlagosan 1,3% *(3. és 4. ábra)*.

A Séd össz-vízhozama CHOLNOKY (1918), RIGLER (1928),-valamint saját méréseink alapján átlagosan 70 l/sec értéket mutatott. A két mellékág vize jelentékeny mennyiségben járul a főág vízhozamához *(2. ábra)*.

A víz áramlássebessége szempontjából Aszófő község alatti sédszakasz érdemel említést, amennyiben a víz sodra itt a legélénkebb (83 cm/sec), a Sötétréttől a Katonafürdőig 9—15 cm/sec, a Nyilasréteken és a torkolatban 37 cm/sec.

IRODALOM

CHOLNOKY I. (1918): A Balaton hidrográfiája. *BTTE*, Budapest **I. 2,** 1—316.

ENTZ B., KOL E., SEBESTYÉN O., STILLER J., TAMÁS G., VARGA L. (1954): A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata. I. A Pécsely-patak. *Annal. Biol. Tihany.* **22,** 61—174.

ENTZ B. (1954): A Pécsely-patak hidrográfiai viszonyai. *Annal. Biol. Tihany.* **22,** 65—81.

ENTZ B. (1958): Az Aszófői Séd, továbbá a Pécsely-patak és az Aszófői Séd torkolata közt a Balatonba ömlő patakok hőmérsékleti és vízkémiai viszonyai. A pataki elsődleges termelésről. *Annal. Biol. Tihany.* **25,** 109—136.

LÓCZY L. sen. (1913): A Balaton környékének geológiája és morfológiája. *BTTE.* Budapest **I. 1,** 1—617.

LÓCZY L. sen. (1920): A Balaton-tó környékének részletes geológiai térképe. Magyar Földrajzi Társaság Balaton Bizottsága kiadv. *Budapest* 1 : 75 000.

RIGLER G. (1930): A Balaton északi partjának forrás- és patakvizei Tihanytól Füzfőig. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **3,** 120—146.

DIE HYDROGRAPHIE DES ASZÓFŐI SÉD-BACHES

Ferenc Lukacsovics

Zusammenfassung

Der Aszófői Séd-Bach gehört zu dem Wassersystem des Pécselyi-medence-Beckens. Er hat einen selbstständigen Abfluss und ist ein charakteristisches Mitglied der in den Balaton-See mündenden Gewässer vom Balaton-Felvidék (Balaton—Oberland). Seine Länge beträgt 8,5 km, die Ausdehnung seines Sammelgebietes macht 13,91 km² aus (CHOLNOKY 1918, 54). Der Hauptbach besitzt zwei Nebenbäche, den Bacharm von der Sötétrét-Wiese und den von der Köbölkút-Quelle *(Fig 2)*.

Der Bach wird von 13, wechselnde Wasserzufuhr aufweisenden Quellen *(Fig. 2)* gespeist. Die Quellen sind in ihrer Mehrzahl Heleokrene, jedoch sind jene Quellen, welche die grössten Wassermengen liefern, meistens Limnokrene. Diese Quellen sind die folgenden: Lázárkút-Quelle, Jábodi kút-Quelle, Váradi kút-Quelle, Vekeny-Quelle,

Bozóti kút-Quelle und Köbölkút-Quelle. Die Quellen wurden nach der Methode von CHOLNOKY (1918) ihrer Meereshöhen entsprechend, in drei Gruppen geteilt. Die erste Gruppe (250 m) wird von jenen Quellen gebildet, welche im oberen Abschnitt des Séd-Baches, am Rand der Hochebene von Veszprém entspringen, die zweite Gruppe befindet sich im Inneren des Pécselyi-medence-Beckens in mittlerer Höhe (178—200 m). Zu der dritten Gruppe gehören jene Quellen, welche in dem pannonischen Abrasionsniveau entspringen (140—160 m).

Das Bett des Baches läuft abwechselnd durch pleistocänen Löss und durch angeschwemmtes alluviales Gelände. Während seines Laufes durchschneidet er drei der mittleren Trias und eine der unteren Trias angehörenden Kalksteinschichten. Vor seiner Mündung überquert er ein holocenes sumpfiges Gebiet.

Der hochgelegene, steile Anfangsabschnitt des Baches (Rinnsal der Lázárkút-Quelle) versickert nach einigen Hundert Metern in den Boden. Während des ganzen Jahres ist im allgemeinen nur in dem Abschnitt ab Sötétrét-Wiese im Bachbett Wasser zu finden. Das Gefälle des Baches beträgt durchschnittlich 1,3% *(Fig. 3, 4)*.

Die gesamte Wasserzufuhr des Séd-Baches weist nach CHOLNOKY (1918), RIGLER (1928) und nach unseren Messungen einen Wert von 70 l/sec auf. Die Wasserzufuhr der beiden Nebenarme ist im Verhältnis zum Hauptbach beträchtlich *(Fig. 2)*. Die Wassergeschwindigkeit ist im Abschnitt unter dem Dorfe Aszófő am grössten (83 cm. sec) Vom Sötétrét bis zum Katonafürdő-Abschnitt fliesst der Bach mit 9—15 cm/sec; bei den Nyilasrétek-Wiesen und bei der Mündung wurde ein Wert von 37 cm/sec bestimmt.

AZ ASZÓFŐI SÉD TOVÁBBÁ A PÉCSELY-PATAK ÉS AZ ASZÓFŐI SÉD TORKOLATA KÖZT A BALATONBA ÖMLŐ PATAKOK HŐMÉRSÉKLETI ÉS VÍZKÉMIAI VISZONYAI — A PATAKI ELSŐDLEGES TERMELÉSRŐL*

ENTZ BÉLA

Érkezett: 1958. február 25.

A Balatonba ömlő vizek rendszeres tanulmányozása során a Tihanyi-félszigettől északkeletre, az Aszófői-öbölbe torkolló Aszófői Séd vízrendszerét vizsgáltuk részletesen a hidrográfiai és hidrokémiai viszonyok, valamint ezeknek az élővilággal való kapcsolatai megismerésére. Már eddig több, a patak biológiai viszonyaival foglalkozó tanulmány jelent meg (KOL 1957, KOVÁCS—FELFÖLDY 1958, LUKACSOVICS 1958, STILLER 1957, TAMÁS 1957, VARGA 1957).

Jelen munkánkban a Sédet a vízgyűjtőterületéhez tartozó patakokkal együtt tanulmányoztuk. Így a vizsgálatok kiterjednek a Pécselyi-medence északi peremén fakadó forrásokra (Lázár-kút, Lázár-forrás), a medence közepetáján fakadó vizekre (Jábodi-kút, sötétréti források stb.) és azok lefolyására, tehát azokra a vizekre is, melyek a „főpatakkal", vagyis a Bozóti-kút—Vekeny-forrás-ággal időszakosan nem állanak közvetlen összeköttetésben, ui. vizük néha elapad, mielőtt az alantabb eredő vízfolyást elérné. Ezeken kívül külön vizsgáltuk a Tihanyi-félszigettől délnyugatra a Bozsai-öbölbe ömlő apró patakokat, melyek az Aszófői Séd és a Pécsely-patak közötti önálló lefolyású területen erednek (Romforrás, Kiskút I., Kiskút II. és azok vízrendszere).

A gyűjtőterület ismertetése

A gyűjtőhelyeket (**1—94**) az *1. ábra* és a *táblázat* tünteti fel. A helyszínen mértük meg a vízhőmérsékletet, továbbá ott végeztünk néhány vízhozam meghatározást. A fiziográfiai és hidrográfiai viszonyokról LUKACSOVICS FERENC tanulmánya nyújt részletes képet (LUKACSOVICS 1958). Néhány idevágó kérdést azonban itt is meg kívánok tárgyalni.

Az Aszófői Séd teljes patakrendszerét a vizsgálatok során történt megfigyelések alapján a következő 8 részre *(A, B, C, D, E, F, G, H)* célszerű tagolni:

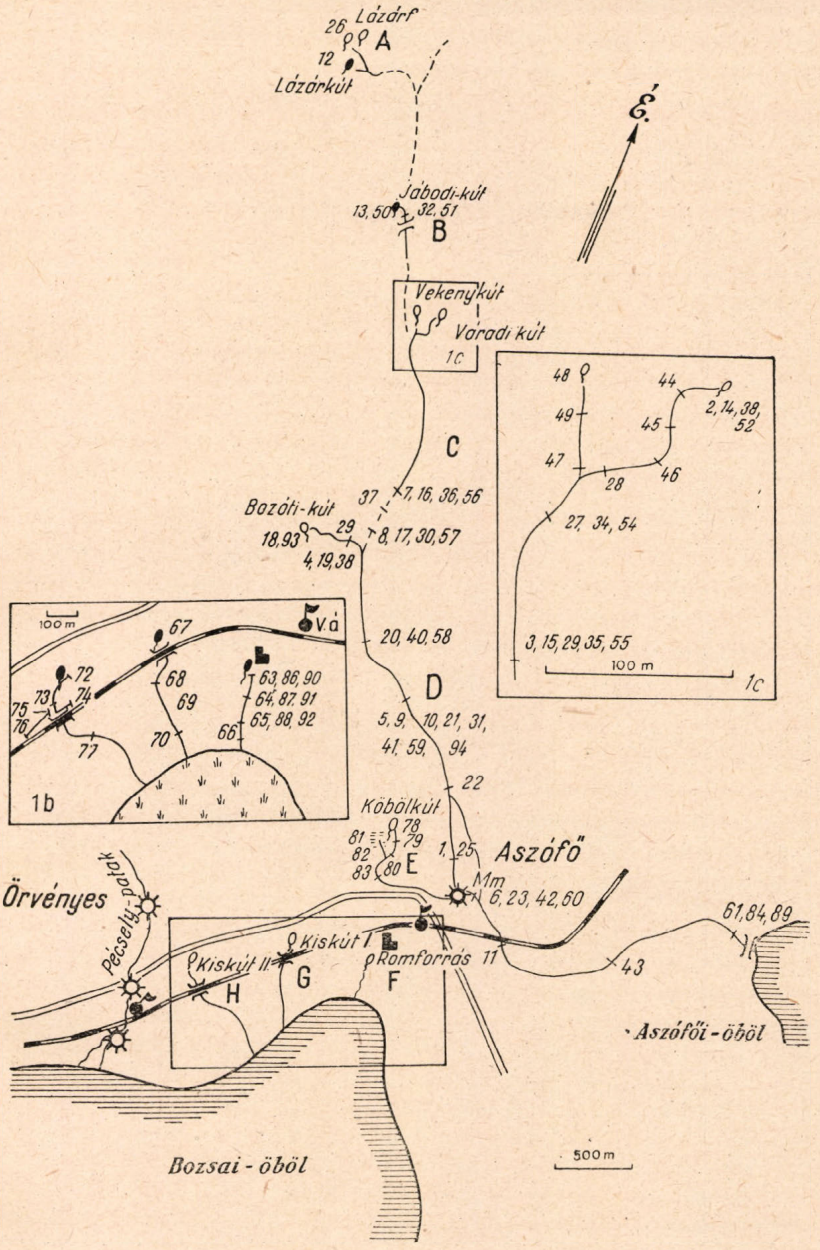
* A tihanyi intézet munkaközösségben végzett, „A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata II. Az Aszófői Séd" c. tanulmány részlete.

Magyarázat az *1. ábrá*hoz és a *táblázat*hoz. A mintavételi helyek **1—94**-ig.

1. Aszófő község, főpatak (Séd); **2.** Váradi-kút (Sötétrét); **3.** Csillárkás (Sötétrét); **4.** Főpatak (Séd) a Tordaréten; **5.** Katonafürdő; **6.** Aszófő község határában a malom alatt; **7.** Faiskola a Kasza-völgy bejárata előtt; **8.** Kaszavölgy; **9.** Katonafürdő; **10.** Katonafürdő; **11.** Vasúti híd alatt Aszófő határában; **12.** Lázár-forrás; **13.** Jábodi kút; **14.** Váradi-kút; **15.** Csillárkás (Sötétrét); **16.** Faiskola; **17.** Kaszavölgy; **18.** Bozóti-kút, a Séd főforrása (főpatak forrása); **19.** Tordaréti főpatak; **20.** Pogánypince (rákos hely); **21.** Katonafürdő; **22.** Áteresz Aszófő község felett; **23.** Malom alatt Aszófő határában; **24.** Hó a Csengő-hegy oldaláról a felszínről; **25.** Hó ugyanonnan 5 cm mélyről; **26.** Lázár-kút; **27.** Cianoficeás a Sötétréten; **28.** Ér a Sötétréten kékmoszattömegvegetáció nélkül; **29.** Csillárkás a Sötétréten; **30.** Kasza-völgy; **31.** Katonafürdő; **32.** Jábodi-kúti ág az országút felett; **33.** Váradi-kút; **34.** Cianoficeás; **35.** Csillárkás; **36.** Faiskola; **37.** Erdő széle a bozótos eleje a Kasza-völgy bejáratában; **38.** Tordaréti főág; **39.** Forrásér a Tordaréten; **40.** Pogánypince; **41.** Katonafürdő; **42.** Malom alatt Aszófő határában; **43.** Nyilas rétek; **44.** Váradi-kút ere a forrástól 20 m; **45.** Ua. a forrástól 60 m-re; **46.** Ua. a forrástól 120 m-re; **47.** Vekeny-kút ere a forrástól 100 m-re a Váradi-kúti-ággal való egyesülés előtt; **48.** Vekeny-kút a Sötétréten; **49.** Vekeny-kút ere a forrástól 60 m; **50.** Jábodi-kút; **51.** Jábodi-kút ere az országút felett; **52.** Váradi-kút a Sötétréten; **53.** Sötétréti lápvíz; **54.** Cianoficeás; **55.** Csillárkás; **56.** Faiskola; **57.** Kasza-völgy; **58.** Pogánypince; **59.** Katonafürdő; **60.** Aszófő alatt; **61.** Sédtorkolat; **62.** Balatonvíz eróziós partról a tihanyi Remetebarlangok alatt; **63.** Romforrás a Szőllősi Romnál Aszófő—Tihany v. á. alatt; **64.** Romforrás ere a mohapárnák közepén, a forrástól 40 m; **65.** Romforrás ere — Csillárkával, mohával és zsurlóval benőtt folt, a forrástól 60 m; **66.** Csillárkás, zsurlós, szittyós rész, a Romforrástól 90 m, ezelőtt 10 m-re a patak szétterül a mocsáros réten; **67.** Kiskút I.; **68.** Kiskút I. patakja a forrástól 80 m-re *Sium* és szittyó között; **69.** Májmohás rész Kiskút I-forrástól 250 m-re; **70.** Kiskút I-forrástól kb. 300 m szétterülés előtt mocsaras réten; **71.** Balatonvíz parti kövekről Biológia előtt (Tihany); **72.** Kiskút II. **73.** Kiskút II-ág mohapárnák között; **74.** Mohás forrásláp nádasban; **75.** Kiskút II. patak a vasúti töltés felett; **76.** Déli ág igen sekély vízben dús csillárkás; **77.** Csillárkás a töltés alatt, torkolat felett 250 m; **78.** Köbölkút forrás Aszófő ÉNy-i határában; **79.** Kákás a Köbölkút alatt 10 m-re; **80.** Köbölkút forrástól 50 m-re *Sium* között; **81.** Lejtős forrásláprét Aszófő ÉNy-i határában; **82.** *Sium*mal rendkívül dúsan benőtt gyűjtőcsatorna az aszófői láprét aljában; **83.** A Köbölkúti-ág malomárka kertek között a község határában; **84.** Sédtorkolat reggel 5 órakor, a meder kikotrása után; **85.** Aszófő község a templom alatt reggel 5 órakor; **86.** Romforrás reggel 5 óra; **87.** Romforrás-patak mohapárnák közt reggel 5 óra; **88.** Romforrás-patak csillárkás, reggel 5 óra; **89.** Sédtorkolat mint **84**, du. 4 órakor; **90.** Romforrás du. 4 órakor; **91.** Romforrás-patak, mint **87**, du. 4 órakor; **92.** Romforrás-patak mint **88**, du. 4 órakor; **93.** Bozótikút du. 5 órakor; **94.** Katonafürdő du. 5 órakor.

Erklärung von *Tabelle 1.* (Sammelstellen **1—94**) und *Fig. 1.*

1. Aszófő Dorf, Hauptbach; **2.** Váradi-Kút Quelle; **3.** Charawiese; **4.** Hauptbach an der Tordarét-Wiese; **5.** Katonafürdő-Bad; **6.** Wie **1.**); **7.** Anfang von Kaszavölgy-Tal; **8.** Kaszavölgy-Tal; **9.** Wie **5.**; **10.** Wie **5.**; **11.** Wie **1.**; **12.** Lázár-Quelle; **13.** Jábodi-kút-Quelle; **14.** Wie **2.**; **15.** Wie **3.**; **16.** Wie **7.**; **17.** Wie **8.**; **18.** Bozóti-kút-Quelle; **19.** Wie **4.**; **20.** Pogány-pince Sammelstelle; **21.** Wie **5.**; **22.** Wie **1.**; **23.** Wie **1.**; **24.** Schnee am Csengő-hegy-Berg; **25.** Wie **24.**; **26.** Wie **12.**; **27.** Cyanophyceen Massenvegetation an der Sötétrét-Wiese; **28.** Rinnsal an der Sötétrét-Wiese; **29.** Wie **3.**; **30.** Wie **8.**; **31.** Wie **5.**; **32.** Jábodi-Rinnsal über die Landstrasse; **33.** Wie **2.**; **34.** Wie **27.**; **35.** Wie **3.**; **36.** Wie **7.**; **37.** Wie **7.**; **38.** Wie **4.**; **39.** Rinnsal an der Tordarét-Wiese; **40.** Wie **20.**; **41.** Wie **5.**; **42.** Wie **1.**; **43.** Nyilas-rét-Wiese; **44.** 20 m von **2.**; **45.** 60 m von **2.**; **46.** 120 m von **2.**; **47.** Rinnsal von Vekenykút-Quelle 100 m von der Quelle; **48.** Vekenykút-Quelle; **49.** Wie **47.** 60 m von der Quelle; **50.** Wie **13.**, **51.** Wie **13.**; **52.** Wie **2.**; **53.** Moorwasser an der Sötétrét-Wiese; **54.** Wie **27.**; **55.** Wie **3.**; **56.** Wie **7.**; **57.** Wie **8.**; **58.** Wie 20.; **59.** Wie **5.**; **60.** Wie 1.; **61.** Bachmündung; **62.** Balaton-Wasser; **63.** Romforrás-Quelle; **64.** Rinnsal von **63**, zwischen Moospolster; **65.** Chara im Rinnsal von **63.**; **66.** Rinnsal vom Romforrás-Quelle; **67.** Kiskút I-Quelle; **68.** Rinnsal von Kiskút I-Quelle; **69.** Wie **68.**; **70.** Wie **68.**; **71.** Wie **62.**; **72.** Kiskút II-Quelle; **73.** Rinnsal von Kiskút II-Quelle; **74.**, **75.**, **76.** und **77.** Wie **73.**; **78.** Köbölkút-Quelle; **79.**, **80.**, **81**, **82.** und **83.** Rinnsal von Köbölkút-Quelle; **84.** Bachmündung in der Nacht; **85.** Wie **1.** in der Nacht; **86.** Romforrás-Quelle in der Nacht; **87.** Romforrás-Rinnsal bei Nacht; **88.** Wie **87.**; **89.** Bachmündung bei Tag; **90.** Wie **63.**; **91.** und **92.** Wie **64.**; **93.** Bozótikút-Quelle; **94.** Wie **5.** Vergleiche noch *Fig. 1.*


26 Lázárf
A
12
Lázárkút
É.
Jábodi-kút
13, 50
32, 51
B
Vekenykút
Váradi kút
1c
C
Bozóti-kút
18, 93
4, 19, 38
37
7, 16, 36, 56
29
8, 17, 30, 57
20, 40, 58
D
5, 9, 10, 21, 31,
41, 59, 94
22
Köbölkút
78
81
82
83
79
80
E
1, 25
Aszófő
Mm
6, 23, 42, 60
61, 84, 89
43
11
Örvényes
Pécsely-patak
Kiskút II
Kiskút I
Romforrás
H
G
F
Aszófői-öböl
Bozsai-öböl
500 m
48
49
47
44
45
2, 14, 38,
52
46
28
27, 34, 54
3, 15, 29, 35, 55
100 m
1c
100 m
Vá
67
72
73
74
75
76
77
68
69
70
66
63, 86, 90
64, 87, 91
65, 88, 92
1b

1. ábra. — Fig. 1

A) Lázár-kút, Lázár-forrás és a belőlük táplálkozó kis, gyorsfolyású forráscsermely, amely szántóföldek között folyva, kb. 100—150 m-es folyás után elapad.

B) Jábodi-kút (= Jaboda-forrás) és ennek kb. 200—300 m hosszú, rétek között folydogáló ere, mely lassanként szintén elapad, mesterséges beavatkozás következtében (öntözés), néha azonban közvetlenül csatlakozik a *C)* szakaszhoz, a Sötétréti-ághoz.

C) Az ún. Sötétréti-ág. Magán a Sötétréten több forrás fakad. Ezek közül részletesen vizsgáltuk a rét északkeleti, Szénafüggő-hegy felőli oldalán fakadó Váradi-kút, továbbá az északnyugati oldalon fakadó Vekeny-kút vizét, a belőlük eredő forráscsermelyekkel. E források erei dús mohapárnák közt folynak kb. 100, ill. 140 m távolságon a lápos, szittyós réten, mesterségesen mélyített árokban. A forráserek egyesülése alatt 100 m-es, rendkívül érdekes dús kékmoszat-tömegvegetációs szakasz, majd újabb kb. 100—150 m hosszú csillárkával *(Chara hispida)* dúsan, gyakran valósággal zátonyszerűen benőtt szakasz következik (Kol 1957, Tamás 1957). A patak vize e szakaszon kaszálók között folyik, ahol medrét időnként mesterségesen mélyítik, ami által a helyenként igen erősen lelassuló áramlás kissé meggyorsul. A csermely vize a csillárkás szakasz alatt enyhe lejtésű szántóföldek közé jut. Az egész patakszakaszt a középhegységi mészkőalzatú patakok jellemző növényasszociációja, a *Glycerieto-Sparganietum neglecti* különböző fáciesei kísérik (Kovács—Felföldy 1958). A csermely folyása a Sötétrét alsó részén, a Faiskola környékén igen lelassul, és vize gyakran stagnáló jellegű. Lejjebb, a meredekebb lejtésű Kasza-völgybe jutva, az erecske egyszerre vígan csörgedező „hegyipatakocskává" alakul, majd a Tordaréten vagy közvetlenül beleömlik a főágba (D) vagy — különösen szárazabb időszakban — vize elvész a kasza-völgyi köves, kavicsos mederben. E szakasz összhossza kb. 800 m.

D) A Vekeny-patak („főpatak", Aszófői Séd sensu stricto) a Bozóti-kút, Vekeny-forrás és Tordaréti-források táplálta ág, a tulajdonképpeni patak a Tordarétet elhagyva erdős völgyön keresztül folytatja útját. Erdei szakaszában (Pogány-pince, Katonafürdő) egészen olyan jellegű, mint a Pécsely-patak, a Szakadék-völgy felső részében. Ez állandó és bővízű, sebes folyású (11—60 l/sec), szemben a felső patakrészek (A, B, C) lassabban folydogáló, el-elapadó vizű (10—0 l/sec) szakaszaival. E patak Aszófő község területén egyesül a Köbölkúti-ággal, majd a falu alatt réteken át (Nyilas-rétek) folyik a Balaton felé. A vizet itt is számos helyen öntözésre használják fel. Ezért kivételesen száraz időjárás esetén néha e patakrész vize is elapad — csak a legalsó szakaszon a Nyilas-réteken — és a meder kiszárad. Ilyenkor a torkolatnál a Balaton vízállásától függően csupán a tóból visszaáramló lápos, berkes víz található. E patakszakasz teljes hosszúsága mintegy 4 km.

E) A Köbölkúti-ág az Aszófő község nyugati oldalán fakadó Köbölkút bő forrásvizéből, továbbá a forrástól délnyugatra levő lejtős lápréteken felszivárgó vizekből táplálkozik. Hozama mintegy 10 l/sec. E patakág eredetileg a Szőllősi-rom mellett elfolyva, a Bozsai-öbölbe torkollt. Újabban azonban vizét malomárokkal mesterségesen duzzasztották és a községi malomnál a Vekeny-patakba vezették.

F) Az Aszófői Séd és a Pécsely-patak vízgyűjtőterülete között önállóan a Balatonba siető három kis patak (F, G, H) közül az elsőhöz legközelebb esik az Aszófő-Tihany vasútállomás alatt, a Szőllősi-romnál fakadó Romforrás, melynek vize eredetileg a Köbölkúti-patak vizével egyesülve ömlött a Bozsai-

öbölbe. Ma a forrás vize (F) mintegy 100 m-es lefolyás után szétterül a kissé ingoványos réten és elvész a Balaton nádrengetégében.

G) A következő kis ér a Kiskút I. vize (G), mely a vasút feletti kis nádas forrásban (Kiskút I.) fakad. Az előbbinél valamivel hosszabb (kb. 270 m) lefutás után terül szét a lápon, a Romforrás vizéhez hasonlóan.

H) A harmadik kis patak a Kiskút II-ből ered, mely a három utóbb említett kis csermely közül a legbővízűbb. A vízrendszere is ennek a legkiterjedtebb. A főág (nyugati ág) forrásától (Kiskút II.) a torkolatig a patak összes hosszúsága mintegy 600 m. Ha a vasúti töltés mentén felfakadó északi ágat (ennek hossza kb. 130 m) és a déli ágat (kb. 90 m) is hozzászámítjuk, a patak teljes vízrendszerének hossza több mint 800 m. Ebből kb. 500 m jut a vasúti töltéstől (ahol a három ág egyesül) a torkolatig terjedő szakaszra, és 300 m a három felső forrásére (1b ábra).

Az utóbb említett három kis patak (F, G, H) sok tekintetben hasonlít a C szakaszhoz (Sötétréti-ág). A források körül és a csermelyek felső részében a víz itt is gyakran dús lombosmoha-párnák közt csörgedezik, míg lejjebb májmohás, csillárkás, vízitormás majd szittyós és magassásos részek követik egymást, mígnem belevesznek a Bozsai-öblöt szegélyező nagy kiterjedésű nádasba.

*

A vizsgált patakon belül — SHELFORD (1913) nyomán — megkülönböztethetünk prae-eróziós, eróziós és alsó, lassú szakaszokat. A Sötétréten levő kékmoszatos és csillárkás szakasz (C) prae-eróziós jellegűnek tekinthető, a D patakban a Nyilas-réteken folyó szakasz, valamint az F, G és H csermelyek legalsó, közvetlen torkolat előtti rövid néhány m-es szakasza alsó folyás jellegű. A többi patakszakasz leginkább eróziós jellegűnek minősíthető. (Vö. Lastochkin 1943.).

A patakszakaszok nagyrésze a gyors folyás, de elsősorban a hőmérséklet évi alakulása alapján, leginkább a pisztráng-régióhoz tartozik, elsősorban halászati biológiai szempontból (BREHM 1930, 69). Eme felfogásunkat az a tény is alátámasztja, hogy több környékbeli hasonló jellegű patakban sikerrel telepítettek meg pisztrángot.

A patakrendszeren belül azonos típusú szakaszok különböztethetők meg. Ezek a kis földrajzi távolságok miatt (ILLIES 1955) várhatóan igen hasonló kémiai és valószínűleg hasonló biológiai viszonyokat tüntetnek fel. A vizsgált szakaszok tipizálásában fontos szerep jut a magasabbrendű növényzet mellett a GAMS (1955) szerint is jól felhasználható moháknak, továbbá a csillárkaféléknek, különféle algatömegvegetációknak stb.

*

Metodika

A vízmintákat közel teljes analízisnek vetettük alá. A legtöbb alkatrész vizsgálata (O_2, pH, szabad CO_2, CO_3^{--}, HCO_3^-, SiO_3^{--}, Fe^{++}, Cl^-, NO_2^-, NH_4^+, proteidammónia és oxigénfogyasztás) a MAUCHA-féle félmikro módszerekkel (MAUCHA 1945) történt. A K^+ és Na^+-ot lángfotometriás úton határoztuk meg. A Ca^{++}, Mg^{++} és az összeskeménység (ÖK) meghatározására a CSAJÁGHY—TOLNAY-féle módszert (CSAJÁGHY—TOLNAY 1952), a SO_4^{--}-ra a WINKLER-féle időmódszert alkalmaztuk. A PO_4^{---}, Al^{+++} és

NO_3^- meghatározása az általam módosított módszerekkel (Entz 1957, 1958) történt.

A vízmintákat általában délelőtt és kora délután, 10 és 15 óra között merítettük. Kivételt képeznek az utolsó vízminták, melyek közül a **84—88.** mintákat hajnalban, csaknem teljes éjszakai sötétségben (5 óra), míg a **89—94.** mintákat napnyugta előtt, a délutáni órákban (16—17 óra) merítettük.

A vízmintákat 250 ml térfogatú csiszoltdugós üvegekbe gyűjtöttük és a feldolgozást a gyűjtést követően a lehető legrövidebb időn belül végeztük el. Általában az O_2, CO_2, pH, ÖK, Ca^{++}, NO_2^- és oxigénfogyasztási vizsgálatokat 24 órán belül, a többi vizsgálatot 2—3 napon belül fejeztük be.

Különösen részletesen tanulmányoztuk a hőmérsékleti, oxigéntelítettségi, pH, szabadszénsav, HCO_3^- és Ca^{++} viszonyokat, hogy az asszimilációs és disszimilációs életfolyamatok, valamint a patak kémiai viszonyai közötti kapcsolatokat közelebbről megismerjük.

Lenz már 1930-ban rámutatott arra, hogy édesvíz-kutatásokban elsősorban az a törekvés nyilvánul meg, hogy az élőhelyek és életközösségek kölcsönös funkcionális függőségét felismerjük és ezen az alapon a vizek általánosan alkalmazható tipológiáját kidolgozzuk. A geológiai-földrajzi, fizikai-kémiai és biológiai vizsgálatok segédeszközei és előmunkálatai ennek a szintézisnek (Lenz 1930, 2).

Ez az elv ma is követendő. Vizsgálatainkat mi is hasonló elgondolások alapján végeztük.

Az édesvízű folyóvizeket illetően az utóbbi években számos hasonló témájú dolgozat látott napvilágot. A szerzők részint nagyobb folyóvizekkel foglalkoznak (Berg 1943, Czensny 1957, Kühl és Mann 1957, Nietzke 1938, Schmidt-Ries 1957), és igyekeznek a folyók általános kémiai és biológiai jellegzetességeit megismerni, miközben különösen a zavarosság, szennyezettség, az oxigénviszonyok valamint a torkolati hatások kérdését taglalják egy-egy szakaszra, vagy az egész folyóra kiterjedően, egy alkalommal, vagy több évszakon át végzett adatgyűjtéseik alapján. Mások kisebb patakokkal foglalkoznak ugyan (Illies 1955, Rigler 1930, Höll 1955), azonban tanulmányaikban e vizek élővilága és kemizmusa közötti kölcsönös hatásokra nem térnek ki részletesen. Két amerikai szerző (Odum 1957 és Sloan 1956) foglalkozik leginkább a mienkhez hasonló problémákkal: rendkívül alapos dolgozataikban nagy víztömeget a felszínre hozó szubtrópusi források és azok forrásfolyói kémiai és biológiai viszonyait mutatják be. A pécsely-pataki tanulmányon kívül (Entz et al. 1955) az Aszófői Sédhez és a vízrendszeréhez tartozó patakokhoz hasonló *kis* vizekkel foglalkozó, fentebb említett irányú és célkitűzésű tanulmányokat a számomra elérhető irodalomban nem találtam.

Hőmérsékleti viszonyok

A források hőmérséklete 9,5—15,5 C° között ingadozott. Szembetűnő, hogy a források hőmérsékletében az évszakok hatása bizonyos eltolódással jelentkezik. A legalacsonyabb hőmérsékletet márciusban, közepeset júliusban, a legmagasabbat szeptember—novemberben mértük. Így például a Váradi-kút (Sötétrét) hőmérséklete márciusban 9,5 C°, júliusban 11,0 C° volt, míg szeptember végén elérte a 12—13 C°-ot. Ez a jelenség megnyilvánulásában és hatásaiban emlékeztet a tavak és tengerek hőháztartásában

megfigyelhető hasonló évszakeltolódásra (melegvíz, illetőleg hidegvíz időszaka, ennek biológiai hatásai). A sötétréti források elég jelentős hőmérsékleti ingadozása arra utal, hogy ezek a vizek nem mélyről fakadnak, és így valósággal a felszínre jutó talajvíznek tekinthetők. A többi forrás vize évszakosan is csak kis hőingadozásokat mutatott.

A források hőmérsékleti és kémiai viszonyok szempontjából kiegyensúlyozott, többé-kevésbé állandó jellegű élőhelyek. A nagyobb vízhozamú forrásokban a konstans jelleg természetesen jobban kidomborodik, ezért a kiegyensúlyozott viszonyok is hosszabb ideig, vagyis a forráspatak mind hosszabb szakaszán érvényesülnek. Nagy, „folyószerű" források, ODUM szerint kitűnő alkalmat nyújtanak arra, hogy egy teljes életközösséget, meghatározott (± állandó) külső körülmények között vizsgáljunk. E források valóságos természetes biológiai laboratóriumoknak tekinthetők (ODUM 1957). Bár olyan konstans viszonyokkal (hőmérséklet, vízkemizmus stb.), mint az ODUM által feldolgozott Silver Springs és a SLOAN által feldolgozott Homosassa Springs (SLOAN 1956) forrásaiban vizsgálataink során megközelítőleg sem találkoztunk, mégis a források és a belőlük közvetlenül táplálkozó forráscsermelyek kisebb méreteik ellenére számos hasonló jellegű vizsgálat és terepkísérlet végrehatására nyújtanak megfelelő lehetőséget.

Míg a források és forráserek egyenletes viszonyaikkal tűnnek ki, az ezek folytatásában levő patakok már gyakran nem nagy távolságon igen szélsőséges viszonyokat tüntetnek fel.

A legerősebb hőmérsékleti ingadozás a lassú folyású, vagy szinte áramlásmentes szakaszokon volt megfigyelhető. Így a sötétréti csillárkásban napsütötte meleg nyári napon 26,5, a Faiskolánál csaknem teljesen stagnáló vízben 29,0 C°-ot is mértünk. Erdős területen a lombozat mérséklő, szinte kiegyenlítő hatása erősen megnyilvánul. Így a Pogány-pince és a Katonafürdő gyűjtőhelyeken tavasszal 10—16 igen meleg nyári napon 16—19,5, ősszel 13—15 és februárban 9 C°-ot mértünk.

A bővebb vízhozam és a nagyobb áramlási sebesség csökkenti a külső környezeti tényezőknek a víz hőmérsékletére gyakorolt hatását.

Oxigénviszonyok

Források. Ismeretes, hogy a források vize a talajban lejátszódó életfolyamatok következtében szegény oldott oxigénben és relatíve gazdag szabad szénsavban (vö. RUTTNER 1940 és GROTE 1956). THIENEMANNnak a holsteini forrásokban végzett tanulmányai szerint a vizsgált források oxigéntelítettsége szintén mindig alacsony volt (3,6—44%) (THIENEMANN 1950, 93). Az oldott oxigén mennyisége legtöbbször jellemző az egyes forrásokra és egész éven át csaknem állandó (SLOAN 1956).

A vizsgált vízrendszerben található források vize — hasonlóan a Pécselypatak forrásaihoz (ENTZ et al. 1955) — sohasem volt telítve oxigénnel. A telítettség 28 és 92% között, zömmel azonban 30—70% között ingadozott. A Váradi-kút magas értéke (83,2%, 1953 március) valószínűleg azzal magyarázható, hogy e mintavétel nem közvetlenül a kútból, hanem a forrás közvetlen közelében, a kifolyó eréből történt. A Jábodi-kút még kiugróbb értékét

(92,1%, 1953 július) valószínűleg az okozhatta, hogy az igen kis vízhozam következtében mutatkozó lassú kifolyás és a kútban magában található növényzet miatt a víz csaknem stagnált.

Forráserek, patakok. A nyílt, napsütötte területeken (rétek, pl. Jábodidűlő, Sötétrét, Tordarét, Aszófő körüli kertek és kaszálók stb.) csordogáló forráserekben a víz oxigéntelítettsége rohamosan emelkedik. Ezzel kapcsolatban a következőket kell megjegyeznünk. THIENEMANN kimutatta, hogy a forráserekben már néhány méteres folyás után 50—70%-os oxigéntelítettség következhet be (THIENEMANN 1950, 93). Maga a patak olyan biotóp, melyben magas — éspedig fiziológiailag magas — az oxigéntartalom és relatíve alacsony a hőmérséklet (THIENEMANN 1950, 80). Általánosan ismert, hogy a vízben oldott oxigén túlnyomórészt a légköri levegőből származik (LINDROTH 1957). A források oxigénben szegényebb vizének oxigénnel való telítődése elsősorban diffúzió révén megy végbe. A diffúzió sebessége annál nagyobb, minél nagyobb a telítettségi hiány (telítetlenség) az egyik fázisban. A diffúzió nappal kevésbé aktív, minthogy a növényi szervezeteket tartalmazó élő vizekben ekkor az O_2 tenzió magasabb (PHELPS 1944, ODUM 1957).

Az oxigénviszonyok végső kialakulásában az a döntő, hogy milyen az adott vízben a disszimilációs és asszimilációs folyamatok mértéke. SCHMASSMANN szerint :

1. A poliszaprób vizekben az O_2 háztartást disszimilációs folyamatok befolyásolják, amikor maximális oxigéntelítettség éjjel, minimális szennyezés idején lép fel. E vizekben az NH_4^+ tartalom ≥ 2 mg/l.

2. Az α-mezoszaprób vizekben az oxigénháztartást disszimilációs és asszimilációs folyamatok közösen szabályozzák. Itt az NH_4^+ tartalom $\geq 0{,}1$ mg/l.

3. A β-mezoszaprób vizekben az oxigénháztartást döntően az asszimiláció befolyásolja, így maximális oxigéntelítettség nappal, minimális pedig éjjel lép fel. Ha e vizekben az O_2 amplitúdó nagyobb, mint 50%, ez a víz a 31-es altípusba tartozik, ha viszont kisebb, mint 50%, a víz a 32-es altípusba tartozik. Az NH_4^+ mennyisége mindkét altípusban $\leq 0{,}1$ mg/l.

4. Oligoszaprób ak azok a vizek, melyeknek kifejezett oxigénperiódusuk nincsen, vagy ha van, ez abiogén okokon alapul. Itt az NH_4^+ tartalom $\leq 0{,}1$ mg/l (SCHMASSMANN 1951, 308).

Ugyancsak SCHMASSMANN munkájából tudjuk, hogy a természetes vizek oxigéntípusa ugyan néha változik, gyakran azonban napokig, hónapokig, sőt évekig is azonos marad.

A fentieket összevetve táblázatunk adataival, világosan kitűnik, hogy az Aszófői Séd patakrendszere az egész vizsgálati idő alatt a SCHMASSMANN-féle β-mezoszaprób típusba volt sorolható. E típuson belül a sötétréti csillárkás szakasz (C) a kékmoszatos résztől a Kasza-völgy előtti Faiskoláig a 31-es, az összes többi patakszakasz viszont a 32-es altípusba tartozott. A víz oxigéntelítettségét a patakban élő szervezetek asszimilációja és légzése mellett a fenéküledékben levő autochton és allochtón eredetű szervesanyag korhadása-bomlása szabályozzák.

Mint említettük, a forráserekben és patakokban, a forrásoktól távolodva, az oxigéntelítettség egyre emelkedik. A telítettség elérheti, sőt meg is haladhatja a 100%-ot.

LINDROTH vizsgálataiból tudjuk, hogy az oxigéntelítettség növekedésének, illetőleg az oxigéntúltelítettség bekövetkezésének abiotikus és biotikus

okai lehetnek. Ezeket LINDROTH a következő négy csoportba foglalja össze (LINDROTH 1957, 589):

1. Magasabb atmoszférikus nyomáson bekövetkező telítés után előálló nyomáscsökkenés (pl. 75 mm légnyomástöbblet = 1 m-es vízoszlop nyomása, 10%-os) túltelítettséget okoz.

2. A hőmérséklet 4—5 C°-kal való emelkedése kb. 10%-os túltelítettséget idéz elő.

3. Túltelítettség akkor is előállhat, ha különböző hőfokú, oxigénre telített víztömegek összekeverednek (kisfokú túltelítettség).

4. Oly gázkeverékkel való érintkezés esetén, mely magasabb %-ban tartalmaz oxigént, mint a vízben oldott levegő. Ez az eset főként az asszimilációs folyamatoknál következik be és tekintélyes túltelítettségre vezethet. Ez a biogén túltelítettség.

WELCH nyomán mint ötödik, az oxigéntelítettségre ható tényezőt, a mederalkatot is fel kell említenünk (WELCH 1953).

A biogén túltelítettség igen magas értékeket érhet el, aminek az a magyarázata, hogy a vízben oldott levegő esetében a 100%-os fizikai telítettségnek 160 mm-es O_2 és 600 mm-es N_2 nyomás felel meg. Ebből viszont következik, hogy buborékkiválás 475%-os O_2 telítettség vagy 125%-os N_2 túltelítettség esetén következik csupán be (limnológiai telítettség). Biogén túltelítettség főként nappal, napsütésben, meleg időben áll elő (EBELING 1954, 84).

Ismeretes, hogy mérsékelt folyási sebesség mellett könnyen jöhet létre 110—119%-os túltelítettség, mely gyors folyás mellett hamarosan lecsökken mintegy 104%-ra (NIETZKE 1938, 14).

A vizsgálatunk tárgyát képező csörgedező apró erecskékben, patakokban a sekély és folyton keveredő, kavargó patakvíz, térfogatához képest nagy felületen érintkezik a légköri levegővel. Ezáltal a víz oxigéntelítettsége hamarosan, sokszor már az 50—100 m távolságban eléri, vagy túl is haladja a 100%-ot. Vízi növényzetben szegény helyeken, különösen erdőborította területeken (pl. Kasza-völgy, Pogány-pince, Katonafürdő) azonban — részben talán a sok korhadó szervesanyag (belehullott falevelek, gallyak stb.) következtében — a víz oxigéntelítettsége általában csupán 90—100% között ingadozik, annak ellenére, hogy e szakaszon gyakoriak az apró sellők és vízesések és a víz áramlási sebessége is olyan, hogy 110—115%-os telítettség könnyen előállhatna.

Aránylag szegény oxigénben a Séd torkolata is, ahol a nádasban szétterülő mocsaras lapályon erősen lecsökkenhet az oxigéntelítettség (pl. 1955. szept. 29-én 57%).

A patak medrét a torkolatban időnként szabályozzák. Ekkor vize a kiásott mederben töltések között haladva közvetlenül betorkollik a Balatonba, az Aszófői-öbölbe. Ilyenkor a víz oxigéntelítettsége is magas (pl. 1958. február 26-án 117%) és a kaszálók közt folyó forráserek értékeivel megközelítőleg egyezik.

Érdekes összehasonlítást tehetünk az oxigéntelítettség szempontjából, ha összehasonlítunk azonos időpontból származó éjszakai és nappali adatokat (táblázat **84—88**. és **89—94**). Éjjel 10, sőt 25%-kal alacsonyabb telítettségi értékeket kaptunk, mint nappal (1958. február 26-án). Tekintettel arra, hogy a vizsgált vizekben semmiféle lényeges oxigénelvonó szennyezésse (pl. ipari szennyvíz) nem kell számítanunk, a mért különbségek döntően a növényzet asszimilációs tevékenységére vezethetők vissza. Az is kitűnik

ezekből az adatokból, hogy a növényzetnek jelentős szerepe van a patak oxigénháztartásában és a kémiai viszonyok kialakításában.

A növényzet hatásának tanulmányozásánál hasonló megállapításra jutottunk, mint a külső tényezők vizsgálatánál. Minél kisebb valamely víz hozama és minél kisebb a sebessége, a növényzet hatása a víz kemizmusára annál erősebb. Mind a külső tényezők, mind a növényzet hatása maximálisan állóvizekben, éspedig kis víztömegekben érvényesülhet. Így természetesen ez utóbbiakban találjuk a legszélsőségesebb viszonyokat. Akkor azonban, amikor a vízi növényzetnek az élő vízre gyakorolt hatását kívánjuk vizsgálni, a folyóvizek, elsősorban a patakvizek hidrobiológiai kísérletek beállítására kitűnő objektumoknak bizonyulnak. *Különösen alkalmasak ilyen irányú vizsgálatokra a nem szennyezett kis patakok.* Ezekben a dús vegetáció következtében valósággal hatványozott gyorsasággal játszódnak le azok a folyamatok, melyeknek az élettel, az életmegnyilvánulásokkal való kapcsolatát keressük, és emellett e kísérletek a többé-kevésbé egyenletes vízutánpótlás következtében egymás után többször is megismételhetők.

Az oxigénviszonyok kialakításában a vízinövényzet fontos szerepet játszik (pl. *Sium*-gyepek, lombos és májmohapárnák, csillárka, kovamoszat és kékmoszattömegvegetációk stb.).

Így például 1954 őszén a Sötétréten végzett gyűjtések alkalmával (*táblázat* **33—37** és **44—49**) kitűnt, hogy a Váradi-kút és a Vekeny-kút erében a forrástól az oxigéntelítettség az alábbiak szerint változik:

	Forrás	20 m	60 m	100 m	120 m
Váradi-kút	6.8 (64)	9.4 (89)	9.7 (94)		10.10 (99)
Vekeny-kút	4.2 (39)	—	9.7 (97)	11.3 (115%)	—

Itt a számok az oldott oxigén mennyiségét fejezik ki mg/l-ben, míg a zárójeles értékek a telítettségi %-ok.

A vázolt telítődési folyamatban természetesen fizikai tényezők is szerepet játszanak (diffúzió), bár a telítettség növekedésével fordított arányban, vagyis egyre csökkenő mértékben (vö. Odum 1957, Phelps 1944).

A C szakasz mentén továbbhaladva, a Váradi-kúti-ág és a Vekeny-kúti ág egyesülése utáni rendkívül dús kékmoszat tömegvegetációban az oxigéntelítettség tovább emelkedik (11,11 mg/l, 110%). A kékmoszatos szakasz alatt a csillárka tömegvegetációban az oxigéntelítettség tovább fokozódik (14,4 mg/l, 144%), és közel ilyen magas szinten marad egészen a Faiskoláig, a napsütötte rétség végéig (14,3 mg/l, 139%). Az oxigéntelítettségnek ilyen arányú növekedése kizárólag biogén okokra vezethető vissza.

A Faiskola utáni típusos eróziós szakaszban, a Kasza-völgyben a patak folyása meggyorsul, és az eddigi iszapos medret kavicsos, köves meder váltja fel, a hőmérséklet csökken. A csermelyben apró vízesések szakítják meg a sima víztükröt. Mindezek a tényezők közvetlenül csökkentik az oxigéntúltelítettséget (Lindroth 1957, Nietzke 1938, Welch 1952). Ezeken kívül az árnyas-erdős környezetben az algatömegvegetáció elmarad, így hirtelen lecsökken a fotoszintetikus tevékenység is. Viszont a patakba hullott levelek, ágacskák korhadása szaporítja a disszimilációs folyamatokat, melyek mind oxigént vonnak el. Mindezek érthetővé teszik, hogy a Kasza-völgyben a

Faiskolánál mért 14,3 mg/l oxigéntartalom (139%-os oxigéntelítettség) 7,7 mg/l-re (73%) csökken. Ez annál plauzibilisabb, mert a csörgedező erecske vízhozama igen csekély, alig 0,2—0,3 l/sec, sőt a Kasza-völgy végéig, alig 100 m-es szakaszon, még gyakran ez a vízmennyiség is teljesen elapad — bizonyára földalatti elszivárgás következtében.

Ugyanakkor a főpatakban (D szakasz, **38—41.** minták) az erdős egyenletes vízfolyású szakaszon, melyben összefüggő tömegvegetáció sehol sem volt megfigyelhető, egyenletes oxigénviszonyok uralkodtak a Tordaréttől egészen Aszófő község határáig (9,3—10,9 mg/l O_2, 91—108%-os telítettség). Az erdős környezet kiegyenlítő hatásáról az irodalomban is ismeretes adatok (Höll 1955, 371).

A fenti adatokat 1954. szeptember 27—28-i napos időben végzett gyűjtések alkalmával nyertük, amikor a források és az egyes patakszakaszok hőmérséklete között (12,5—16 C°) lényeges eltérések nem voltak. Egy évvel később, azonos időpontban (1955. szeptember 28) hasonló hőmérséklet mellett, de borús időben végzett vizsgálat alkalmával a főpatak erdős szakaszán (*táblázat* **52—61**) az előbbiekkel teljesen analóg eredményeket kaptunk, csupán a telítettségi adatok abszolút értéke volt kisebb. Ekkor a maximális érték a csillárkásban csupán 10,8 mg/l O_2 volt (106%). Ugyanakkor viszont a Kasza-völgyben nem csökkent le az oldott oxigén mennyisége annyira, mint napsütéses napokon, tehát a viszonyok általában kiegyenlítettebbek voltak (*táblázat* **27—30** és **52—61**).

Ezzel szemben forró, napsütéses nyári napon a telítettségi értékek a csillárkásban és a Faiskolánál sokkal magasabbra emelkedtek (189—212%). A vízben oldott oxigén abszolút mennyisége szintén több volt, mint a napsütéses szeptemberi napon (15,2—16,2 mg/l), bár e különbség nem volt annyira kifejezett, mint a magas telítettségi %-ok, melyek viszont a magas hőmérséklettel magyarázhatók. Ugyanis — amint már említettük — ekkor a víz hőmérséklete elérte a 26 C°-ot, sőt helyenként a 29 C°-ot is (*táblázat* **14—17**).

Teljesen hasonló jelenségek voltak észlelhetők az Aszófő-Tihany vasútállomás alatt a Szőllősi-romnál fakadó Romforrás erében (F) és a többi kis patakban (G és H) is. Az oxigéntelítettség a kezdeti 30—60%-ról alig 100—200 m-es lefutás után 100—115%-ra emelkedett.

pH, szabad CO_2 és CO_3^{--} tartalom

A vizsgált patakrendszerben a hidrogénionkoncentráció messzemenően a szabad szénsavtartalom függvénye (Klut—Olszewski 1945, 50). A források pH-ja általában gyengén lúgos, bár néhány közel semleges kémhatásút is megfigyeltünk. A patakban a pH értéke növekszik. A forrásokban mért pH értékek általában 7,3—7,4 között ingadoztak. Csupán a Pécselyi-medence felső peremén a dolomitplató lábánál, valamint a pannóniai abráziós szintek mentén (Cholnoky 1918, 68) fakadó forrásokban mértünk ezeknél alacsonyabb értékeket (Lázár-kút 6,98, Lázár-forrás 7,08, illetőleg Romforrás 7,06 és Kiskút I. 7,04). A legalacsonyabb adataink a Jábodi-dűlőről gyűjtött olvadó hóból származtak (6,6 és 6,45 pH). A Váradi-kútból (**2**), illetőleg a Jábodi-kútból származó (**13**) magas adatok (7,96, ill. 7,80) bizonyára ugyanazokra az okokra vezethetők vissza, mint e minták magas oxigéntartalma.

A forrásokban az alacsony pH értékek magas szabad CO_2 értékekkel párosultak (140, sőt 190 mg/l). Véleményem szerint ezek olyan magas értékek, hogy csupán a talajban lejátszódó életfolyamatokkal (Grote 1956, 30) nem

magyarázhatók. Itt valószínűleg vulkánikus utóműködés (vö. CHOLNOKY 1918, 281) játszik szerepet, bár kisebb mértékben, mint a balaton-környéki híres „savanyúvizek"-ben. Érdemes megemlíteni, hogy az Aszófői Séd vízgyűjtő-területével határos Pécsely-patak vízgyűjtő-területén a mért legmagasabb CO_2 érték csupán 31,7 mg/l volt (ENTZ et al. 1955).

A magas parciális nyomás következtében a szabad CO_2 tartalom a forráserekben egészen hirtelen lecsökken (GROTE 1956, 31). Minthogy a levegőben a CO_2 parciális nyomása igen kicsi (0,04%), nagyobb mennyiségű szabad szénsav jelenléte a természetes élővizekben csak bizonyos körülmények között lehetséges. Ezek a feltételek BARTH szerint a következők: 1. Gyors folyású patak, ahol a CO_2 egyensúly a levegővel gyorsan beáll; 2. Lápos helyek; 3. Tavak partja; 4. Tavak mélye (BARTH 1954, 34).

Valóban, olyan helyeken, ahol a patak folyása lelassul, a szabad széndioxid fokozatosan eltűnik a vízből, sőt helyette néha CO_3^{--}-ok jelenléte is kimutatható (*táblázat* **76—84**).

Lehetséges, hogy csak matematikai érdekesség, de talán érdemes felemlítenünk, hogy a forrásokban, valamint az egyes patakszakaszokban az oldott oxigén telítettségi %-ának és a kimutatható szabad CO_2 mg/l értékének számszerű összege $\pm$ állandó és legtöbbször 100—110 körüli szám.

A szabad szénsav csökkenésével egyidejűleg a patakban a pH értéke növekszik. A pH napsütötte, vízinövényzetben szegény szakaszokon 7,7—8,1 között ingadozik. A patakban a legmagasabb értéket a Faiskolánál mértük (8,3). A *táblázat*ban szereplő legmagasabb értékek (**62** és **71**) a Balatonból származnak (8,33, ill. 8,42). Megállapítható tehát, hogy a patakrendszerben mért CO_2 és pH értékek — egyes források kivételével — közel azonosak a pécsely-pataki adatokkal.

Amint a *táblázat*ból kitűnik, karbonátion a patakrendszerben általában csak igen kis mennyiségben és csak a vegetáció hatására keletkezik. Egy esetben volt csak nagyobb mennyiségben (16,32 mg/l CO_3^{--}) kimutatható a Faiskolától származó vízmintában, csaknem stagnáló vízben, bizonyára a dús vegetáció hatására.

Ca^{++} és HCO_3^-

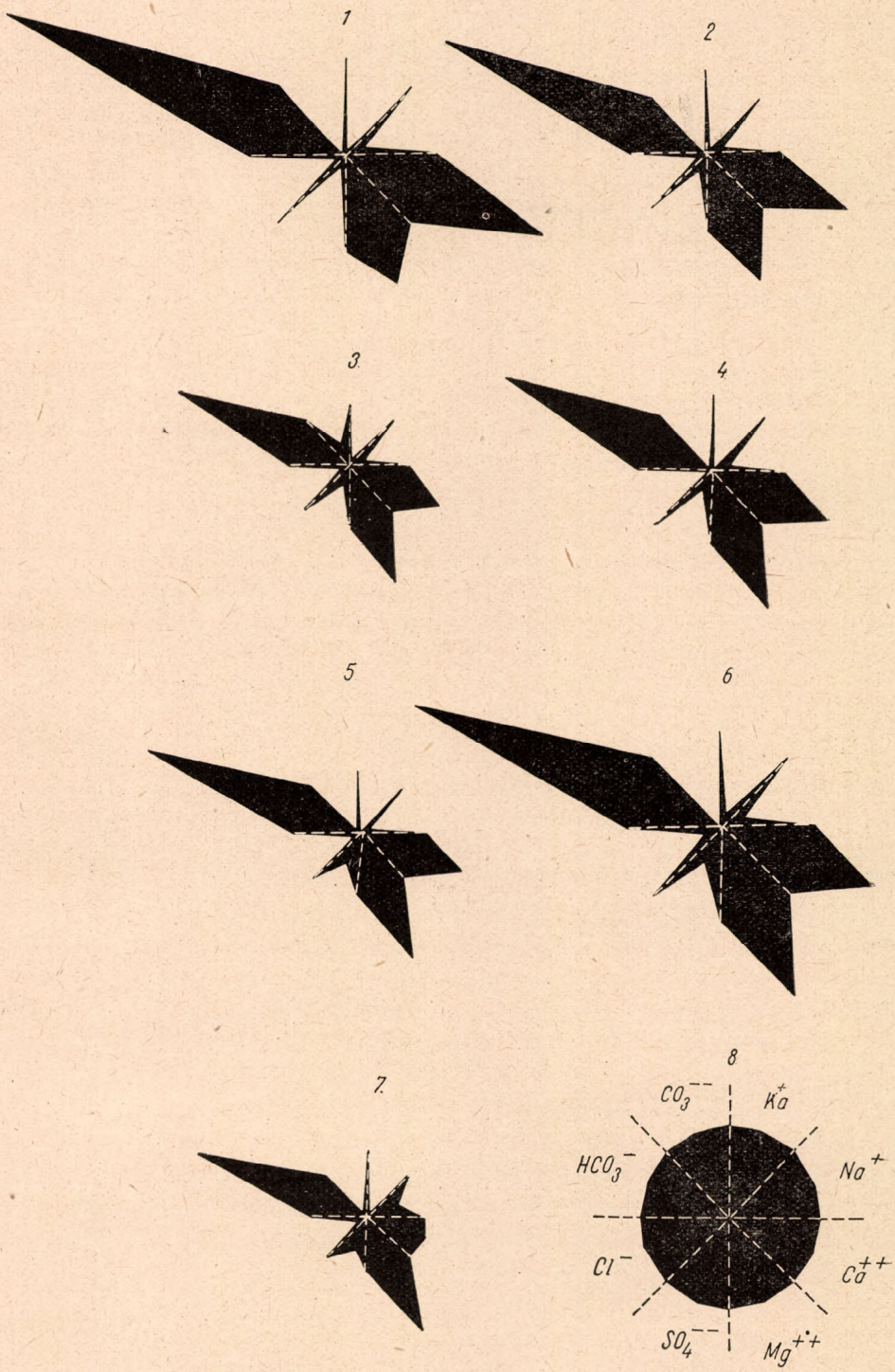
A természetes vizekben oldott ásványi anyagok elsősorban az alapkőzettől függnek, melyből a vizek fakadnak (THIENEMANN 1950, 80). Minthogy a források mészkőből, vagy magas mésztartalmú dolomitos és márgás kőzetekből fakadnak, a mésztartalom mindig magas, és így a vizek Ca^{++} szempontból a poli-típusba tartoznak (NAUMANN 1932, OHLE 1937).

MAUCHA osztályozása szerint a patakot tápláló forrásvizek a β-limnotípusba tartozó jellegzetes HCO_3^-—Ca^{++}-os vizek (MAUCHA 1949, 230a), melyek lefolyásuk mentén többé-kevésbé HCO_3^-—Ca^{++}—Mg^{++}-os vizekké alakulnak *(2. ábra)*. Ugyancsak MAUCHA szerint a hasznosítható széndioxid

→

2. ábra. Az Aszófői Séd kemizmusának változása a forrástól a torkolatig, a MAUCHA-féle csillagdiagrammokkal ábrázolva. 1. Lázárkút; 2. Váradikút; 3. Faiskola; 4. Pogány-pince; 5. Sédút; 6. Romforrás; 7. Balaton; 8. Alapdiagramm.

Fig. 2. Die Veränderungen im Chemismus des Aszófői Séd-Baches in Diagrammen nach MAUCHA dargestellt. 1. Lázárkút-Quelle; 2. Váradikút-Quelle; 3. Sammelstelle Faiskola; 4. Sammelstelle Pogány-pince; 5. Bachmündung; 6. Romkút-Quelle; 7. Balaton; 8. Grunddiagramm.


1
2
3
4
5
6
7
8
CO_3^{--}
K^+
HCO_3^-
Na^+
Cl^-
Ca^{++}
SO_4^{--}
Mg^{++}

alapján értékelve a vizeket, azokat kivétel nélkül eutrófaknak tekinthetjük. Ugyanis az R^2 érték — vagyis a MAUCHA-féle csillagdiagrammok sugarának négyzete — minden esetben nagyobb 2-nél, sőt legtöbbször 3-nál is (MAUCHA 1949, 234). Egyes források esetében ez az érték még a 7-et is meghaladta.

PEARSALL (1921) a vizeket a K + Na : Ca + Mg arány abszolút nagysága alapján csoportosítja. Ha az aránymutató magas, a vizet szegénynek, ha alacsony értékű, gazdagnak tekinti. Eszerint az Aszófői Séd vízrendszere az arány alacsonysága miatt (K + Na : Ca + Mg = 0,1) is a gazdag vizek közé sorolható.

A Ca^{++} tartalomnak igen nagy jelentősége van a vizek elsődleges termelése szempontjából, mert a Ca^{++} nélkül a víz CO_2 készlete gyakorlatilag teljes egészében kidiffundálna a vízből. A Ca^{++} ionok a szénsavat $Ca(HCO_3)_2$ alakban oldott formában visszatartják, és így az asszimilációhoz és a vízi élethez általában nélkülözhetetlen szenet biztosítják. A HCO_3^- ugyanis a légköri levegővel való érintkezés során közvetlenül már nem diffundál ki a vízből (GROTE 1956, 31). A vizsgált vizekben az asszimiláció szempontjából hasznosítható CO_2 tartalom mindig magasan 0,009% felett van, ami az asszimiláció lehetőségét messzemenően biztosítja (vö. BARTH 1957, 47).

A forrásokban mindig magas Ca^{++} és HCO_3^- tartalommal találkoztunk. Legmagasabb volt a Pécselyi-medence északi peremén fakadó Lázár-forrás Ca^{++} és HCO_3^- tartalma (106,7 mg/l Ca^{++} és 572 mg/l HCO_3^-). Általában a források Ca^{++} tartalma 70—90 mg/l, míg HCO_3^- tartalma 440—460 mg/l között ingadozott. Kivételesen alacsony volt igen forró nyári napon a napsütötte lapályon fakadó Váradi-kút HCO_3^- tartalma (384 mg/l), míg ugyanekkor (1953. július 22-én) az erdős hegyoldal északi lejtőjén feltörő Bozóti-kút vizének HCO_3^- tartalma igen magas volt (554 mg/l). Kora tavasszal viszont a Váradi-kút vizében szintén magas volt a hidrokarbonáttartalom (492 mg/l).

A forráserekben és patakokban a szabad CO_2 csökkenésével párhuzamosan általában csökken a Ca^{++} és HCO_3^- is. E jelenségnek egyrészt fizikai magyarázata van (MAUCHA 1930), másrészt viszont ez a növényzet élettevékenységének a következménye. A megfigyelések szerint olyan helyen, ahol a szabad (agresszív) szénsav mennyisége a folyás mentén lefelé haladva bizonyos értékhatár alá csökken, mészinkrusztációk jelennek meg. Ezek kezdetben gyakran borsó, dió, vagy esetleg még nagyobb gömbölyded képletekként jelentkeznek (pl. a Vekeny-kúti-ág a Sötétréten és a Kiskút II. patakja). Máshol — különösen mohapárnákban — a kivált mész szivacsszerű dermedt tömeg (pl. a sötétréti forráserek mohapárnái, a Romforrás erének mohapárnái stb.). Erdőkben a lehullott faleveleket, ágakat borítja be mészkéreg, néha szinte leheletfínom bevonattal, máskor több mm vastag szilárd burokkal, míg máshol a mederfenéken válik ki rétegszerűen a mésztufa (Pogány-pince, Kasza-völgy, Katonafürdő vöröses mészbevonata stb.). Mint érdekességet említhetjük meg, hogy ezen a környéken gyakran szép *Astacus fluviatilis* példányok kerültek elő, melyek páncéljának eredetileg gyakran kék vagy szürke szine az azt beborító mészinkrusztáció következtében vörösesbarna árnyalatú volt.

Olyan helyeken, ahol a szabad CO_2 tartalom még tovább csökken, gyakran iszapszerű, laza a kivált mész, amely megjelenésében igen hasonlít a balatoni iszaphoz.

Maga a mészkiválás anorganikus folyamat. Előidézésében azonban a növényi asszimiláció szénsavelvonása játszik döntő szerepet. Ezért e folyama-

tot biogén mészkiválásnak (biogene Entkalkung) nevezzük, mely arányos mértékben párosul oxigéntermeléssel.

A biogén mészkiválás kis vízben gyorsan következik be. SCHMASSMANN szerint álló vizekben az eredeti mésztartalomhoz viszonyítva, a biogén mészkiválás során 25%-os csökkenés következhetik be (SCHMASSMANN 1951). Az Aszófői Sédben végzett vizsgálatok szerint a mésztartalom itt is rendesen 10—20%-os csökkenést mutat csupán, bár egyes szakaszokban ennél nagyobb is lehet. A C és H szakaszon például 26, sőt 37%-os Ca^{++} csökkenést is megállapítottunk.

Általában az édesvizekben a biogén mészkiválásban egyaránt szerepet játszanak a legkülönbözőbb növénycsoportok tagjai, így a baktériumok, kékalgák, valódi algák, nyálkagombák, gombák, mohák és edényes növények, melyek közül PIA szerint a kékalgák játsszák a legfontosabb szerepet (BARTH 1957, ENTZ et al. 1955, GROTE 1956, PIA 1934).

Annak a kérdésnek a tisztázása, hogy a mészkiválasztásban az Aszófői Séd vízrendszerében mely növénycsoportok milyen arányú szerepet játszanak, még további feladat.

Általában megállapíthatjuk, hogy a Ca^{++} és HCO_3^- tartalom az erdős területeken átfolyó patakszakaszokon alig változik (**4—6**, **19—21**, **38—41**), míg a napsütötte, nyílt, növényzettel dúsan benőtt szakaszokban gyakran tekintélyes mértékben csökken (**14—16**, **33—35**, **44—46**, **63—66**, **67—70**, **78—83** stb.). A legalacsonyabb értékeket a főpatak torkolata előtt (65,91 mg/l Ca^{++} és 382 mg/l HCO_3^-), illetőleg a Kasza-völgy elején a Faiskolánál mértük (45,28 mg/l Ca^{++}, 313,0 mg/l HCO_3^-). Megjegyzendő, hogy még ezek az értékek is lényegesen magasabbak a Balatonban mért megfelelő értékeknél.

A Ca^{++} és HCO_3^- értékek közel azonosak voltak a Pécsely-patak hasonló jellegű szakaszain mért értékekhez.

Mg^{++} és összes keménység

A Mg^{++} mennyisége kisebb ingadozásokat tüntet fel, mint a Ca^{++} és a patak mentén lefelé haladva többnyire növekszik. Mg^{++} a vizsgált vízrendszerben általában 40—60 mg-os mennyiségben fordult elő literenként.

Az összes keménység megoszlása arányos volt a Ca^{++} megoszlásával. A legmagasabb értékeket itt is a Lázár-forrásban (28,34° német keménységi fokokban mérve), a legalacsonyabbakat pedig a Faiskolánál (15,52°) mértük.

A Mg^{++} és az összes-keménységi adatok hasonlítottak a Pécsely-patakban kapott adatokhoz (ENTZ et al. 1955).

Elsődleges termelés

Az eddigiek során többször utaltunk arra, hogy a vizsgált patakvizek kémiai összetételében bekövetkező változások és a növényzet élettevékenysége között milyen szoros kölcsönös kapcsolat figyelhető meg (p. 117, 120, 122). Kívánatosnak látszik e kérdést több szerző adatai alapján is közelebbről megvizsgálni.

ELLIS vizsgálataiból (1955) ismeretes, hogy a CO_3^{--} és HCO_3^- ionok mennyisége és aránya szerint más-más makrofiták népesítik be a különböző édesvizeket. Oly vizekre, melyekben CO_3^{--} nincs és csak kevés HCO_3^-

található, a *Myriophyllum* jellemző. CO_3^{--} mentes, de sok HCO_3^--ot (és szabad CO_2-ot) tartalmazó vizekben tömeges mohavegetációt találunk. Közepes CO_3^{--} és HCO_3^- tartalmú vizekben a legváltozatosabb a flóra *(Ceratophyllum, Potamogeton, Najas* stb.*)*. Kevés CO_3^{--} és közepes HCO_3^- tartalom esetén a flóra kevésbé változatos, mint az előbbi esetben (Ellis 1955, 76).

A vízinövények asszimilációjával Barth foglalkozott részletesen. Igen alapos, saját és mások eredményein alapuló összefoglalásából kitűnik például, hogy az algák jobban asszimilálnak, mint az edényes növények és szervesanyag termelésük már a délelőtti órákban eléri a maximális értékeket (Barth 1957, 35). Az is ismeretes Barth munkájából (o. c. 38), hogy a szabad CO_2 asszimilációja gyorsabban megy végbe, mint a HCO_3^- asszimilációja, de a $Ca(HCO_3)_2$ és a $NaHCO_3$ asszimilációja között lényegbeli különbség nincsen, noha $Ca(HCO_3)_2$ asszimilációjakor a pH gyorsabban emelkedik, mint $NaHCO_3$ esetében.

Ugyancsak Barth (1957, 48) összefoglalásából láthatjuk, hogy 0,009 CO_2%-nál kisebb CO_2 koncentráció esetén normális fényen asszimiláció nem lehetséges, viszont igen erős fényen ez a limitáló érték csak 0,007%-nál jelentkezik.

Általánosan ismeretes az a jelenség, hogy vízalatti asszimiláció folyamán, fény jelenlétében a közeg — vagyis jelen esetben a patakvíz — pH-ja emelkedik. Ez az emelkedés különböző növények esetében más-más értékig terjedhet. A csak szabad széndioxidot hasznosító *Fontinalis* esetében például hidroxil ionok nem képződnek. Így itt a pH a 8,6-os értéket sohasem lépi túl. *Elodea* asszimilációjánál viszont keletkeznek OH^- ionok, és például egy negyven órás kísérlet alkalmával a közeg pH-ja 10,6-ra emelkedett (Barth 1957, 27, Ruttner 1948). Arról, hogy a növényi asszimiláció következtében az oldott oxigéntartalomban patakrendszerünkben milyen mélyreható változások következnek be, már feljebb megemlékeztünk (p. 117).

Odum rámutatott arra (1957), hogy egy folyóvíz közösségének metabolizmusa könnyen meghatározható a közösség feletti és alatti oxigén és széndioxid koncentrációk különbségéből. Ugyancsak Odum hívta fel a figyelmet arra is, hogy a nappali és éjszakai értékek között kimutatható különbségek — természetesen nem szennyezett vizekben — nagyobbak dús növényzetben, mint gyér növényzetű szakaszokon. Potamoplankton nélküli vizekben (az Aszófői Séd vízrendszere ilyennek tekinthető) a termelésben csak szesszilis szervezetek játszanak szerepet.

Ezek figyelembevételével végeztünk néhány megfigyelést és mérést, továbbá számítást, hogy kiindulási támpontokat szerezhessünk a vizsgált vizek elsődleges termeléséről. Itt kell megjegyeznünk, hogy elsődleges termelés alatt Lastochkin nyomán (1945, 320), mindig a „primary production"-t értjük. Ezzel kapcsolatban két példát kívánunk bemutatni.

Az első számításokat az 1954. szeptember 27-én délben a C patakszakaszon napos időben vett vízminták alapján végeztük (*táblázat* **34** és **35**). Az első minta (**34**) a kékmoszatos szakasz közepéből, a második a csillárkás közepéből (**35**) származott. A **34**-es mintában 11,11, a **35**-ösben 14,44 mg/l oldott O_2 volt. Mindkét érték az adott azonos (15 C°) hőmérsékleten oxigéntúltelítettségre utal (110, illetőleg 143,6%). Következésképpen, miután a két mintavételi hely között sem vízbeömlés, sem hőmérsékleti különbség, sem más olyan fizikai jelenség nem volt megállapítható, ami a túltelítettség növekedését megmagyarázta volna, itt csakis b i o g é n o x i g é n t ú l t e l í -

tettségre gondolhatunk. Ez azt jelenti, hogy az oxigéntartalomban abszolút értékben és a telítettségben relatíve bekövetkezett változások kizárólag növényi asszimilációs tevékenységgel magyarázhatók (vö. LINDROTH 1957). ODUM kimutatta (1957, 88), hogy egy folyóvízben egy felső és egy alsó pont között észlelhető oxigénváltozás számtani összege az asszimilációnak, a légzésnek és a diffúziónak, amennyiben a két mérési pont között nincsen vízbeömlés. (N. B. légzés alatt természetesen az állati és növényi légzést, továbbá a vízben levő esetleges korhadó anyagok oxigénelvonását együttesen kell értenünk).

A fentieknek, továbbá a patak mederalkatának és folyási sebességének figyelembevételével a következő eredményre jutottunk. A két gyűjtőhely közötti patakszakasz felszínét mintegy 70 m^2-re becsülhetjük. A vízhozam e szakaszon mintegy 0,7 l volt másodpercenként, vagyis az alsó gyűjtőhelyen felvett patakkeresztmetszeten átfolyó vízben mutatkozó oxigéntöbblet 2,338 mg/sec volt. Tekintetbe véve a patak áramlási sebességét (7 cm/sec), kiszámíthattuk, hogy a vizsgálati területen az oxigénben megadott „nyersprodukció", vagyis a teljes oxigéntermelés a diffúzió és a légzés levonásával, 1 m^2 területen 1 sec alatt 33,4 γ O_2-t tett ki. Ezt az értéket az egész szóban forgó 100 m-es patakszakaszra és 1 másodpercre vonatkoztatva, 2,34 mg-ot kapunk. Ugyanez az érték azalatt az idő alatt, amíg a víz a felső mintavételi helyről (kékmoszatos közepe) az alsó mintavételi helyre (csillárkás közepe) jut, 3,27 g-ra becsülhető. A valódi elsődleges termelés ennél az értéknél feltétlenül magasabb az adott időpontban. Természetes, hogy ezekből az értékekből az oxigénviszonyok napi ciklusának ismerete nélkül még semmiféle messzebb menő következtetést nem vonhatunk le.

Abból a célból, hogy a napi termelés értékébe is nyerhessünk némi bepillantást, 1958. február 26-án két ízben végeztünk analíziseket. Hajnali 5 órakor, csaknem teljes éjszakai sötétségben (**84—88**) és délután 16 órakor, napsütésben (**89—94**). A kapott értékek közül összehasonlításra és számításokra leginkább a **86**-os, **88**-as, valamint a **90**- és **92**-es minták mutatkoztak alkalmasaknak. Ezek közül a **86**-os és a **90**-es mintákat a forrásból merítettük (Romforrás), míg a **88**-as és **92**-es mintákat a csillárkásból pontosan azonos helyekről.

ODUM szerint (1957) az éjszakai változásokat kivonva a nappali változásokból, kiszámítható az elsődleges termelés bruttó értéke (gros production). A vizsgálatokban az egyik mérési pont maga a forrás volt, melynek oxigéntartalma gyakorlatilag állandó (3,56, ill. 3,61 mg/l O_2, vagyis a telítettség 32,7, ill. 33,2%). Ugyanakkor 50 m-rel lejjebb a patak közepéről azonos helyről vett mintában éjjel 11,62 mg/l = 99,9%, nappal 12,19 mg/l = 113% oxigént mértünk. Az éjjeli és nappali mérések között mutatkozó különbség a növényi asszimilációval magyarázható. Ezek alapján a forrástól az 50 m távolságban levő vizsgált pontig nappal mutatkozó 0,57 mg/l-es oxigéntöbbletet a pataki növényzet minimális oxigéntermeléseként foghatjuk fel, ezzel viszont arányos az a szervesanyag-felhalmozódás, ami a patak megfelelő szakaszán ténylegesen végbemegy. A patak hozamát 2 l/sec-ra, a vizsgált területet pedig 25 m^2-re becsülve, és feltételezve, hogy az asszimiláció a nap 12 órájában úgy folyik, mint a mérések idején, az *egész patakra* (F) eső napi glukózprodukciót 93,5 g-ra becsülhetjük. Minthogy a fotoszintézis során a keletkező szervesanyag RYTHER (1956) megállapítása szerint (ODUM 1957, 96) folyó vizekben kb. 1,25-szöröse a számított glukóz értékének, az

egész napra eső produkciót 117 g szervesanyagra becsülhetjük. Figyelembe véve, hogy a vizsgálat napján a hajnalban mért hőmérséklet 2 C°-kal alacsonyabb volt, mint az évi középhőmérséklet, a nappali mérés idején pedig 2 C°-kal magasabb értéket kaptunk az évi középhőmérsékletnél, továbbá, miután a nappal hossza körülbelül megfelelt egy átlagos évi nappal hosszának, egészen durva becsléssel e patak (F, Romforrás-patak) évi elsődleges termelése legalább 42 kg-ra becsülhető.

Érdekes eredményhez jutunk, ha ezt az adatot egy gabonaföld évi termelésével hasonlítjuk össze. Minthogy a patak felszíne megközelítőleg 0,01 katasztrális hold, az ekkora földterület búzahozama hazai viszonyok között mintegy 30—40 kg-ra tehető, így a két érték nagyságrendileg azonosnak vehető. Hasonló értékeket kapunk akkor is, ha Odum (1953) nyomán a közölt adatokat a vizsgált patak (F) területére számítjuk át. Az így nyert összehasonlító értékek az elsődleges termelés szempontjából erdőben 35, gyümölcsösben 72, búzaföldön 135, a Lake Mendotaban 38, a Lake Cedarban 17 kg-ot eredményeznek, vagyis nagyságrendileg szintén megegyeznek az F patakban kapott értékekkel.

Természetesen a leghatározottabban ki kell jelentenünk, hogy az előbbi számításokat csupán kiindulási alapul tekinthetjük hazai kis patakjaink elsődleges termelésének megállapítására és ezekből az értékekből korai lenne bármiféle további következtetést levonni. Annál is inkább, hiszen mi csak a bruttó elsődleges termeléssel dolgoztunk, légzési és diffúziós adataink egyáltalában nincsenek, amellett egy nap adatait használtuk fel az évi termelési érték becsléséhez.

Annyit azonban máris megállapíthatunk, hogy az a vizsgálati módszer, melyet Odum egy igen bővízű szubtrópikus „forrás-folyóra" kidolgozott (Odum 1957), úgy látszik, hazai viszonyainkra, természetes vizeinkre is alkalmazható, megfelelő módosításokkal. Célszerűnek látszik a módszert, megfelelő módosítások kidolgozása után, a gyakorlat számára is hasznosítani. Véleményem szerint tógazdaságokban a tápláló és elfolyó vizek vizsgálatából magának a halastónak elsődleges termelésére, sőt a vizsgálatoknak a makrovegetációra való kiterjesztésével a halastavak természetes várható hozamára is megfelelő támpontokat kaphatunk. Még tovább menve az is feltehető, hogy a tógazdaságok létesítésénél ezek alapján előre meg lehetne mondani, hogy mely vizek használhatók fel célszerűen tógazdasági táplálóvízként.

A kis folyóvizek elsődleges termelése kérdésével kapcsolatban még néhány szempontot kell figyelembe vennünk.

Az egyik az, hogy a fényerősségre vonatkozó vizsgálatok arra mutattak rá, hogy szuperoptimális megvilágítás természetes körülmények között legfeljebb egyes egyedek (fajok) szempontjából lehetséges, az életközösség számára nem (vö. Odum 1957). Így az életközösségben 100 000—130 000 lux megvilágítás mellett sincs asszimiláció csökkenés (Barth 1957).

Egy másik szempont, hogy az áramlás kedvezően befolyásolja a fotoszintézist. Ezt kísérletileg is kimutatta Odum, amikor egy bizonyos életközösségben áramló vízben 2—3-szor akkora O_2 termelést állapított meg, mint álló vízben. A vízcsere ilyen hatására már Gessner (1937) is rámutatott. Az áramlásnak ilyen irányú kedvező hatása fokozottan érvényesül éplevelű növényeken, mint osztott levelűeken, és nagyobb hatású keményebb vízben, mint lágyban (Barth 1957).

E meggondolások alapján önként felvetődik a kérdés, hogy a pataki tömegvegetációk kialakításában (csillárkás, kékmoszatos tömegvegetáció, mohagyepek, *Batrachospermum*-gyepek stb.) vagy akár a Balaton hullámverte partjain a kovamoszat tömegvegetáció kialakításában éppen a vízmozgásnak, a „locsolásnak" van döntő szerepe. (Vö. SEBESTYÉN 1957)

Végül megemlítjük még ODUM azon megállapítását, hogy a produktivitás 1 g biomasszára számítva, a szervezetek nagyságával fordítva arányos. Optimális kihasználás és maximális alkalmazkodás esetén a biomassza (standing crop) és a produktivitás arányosak, és az egyik a másikból kiszámítható (ODUM 1957, 59).

NO_3^-, NO_2^+, NH_4^+ és proteidammónia

A nitrátion-tartalommal kapcsolatban az Aszófői Sédben megállapítottuk, hogy valamennyi nyári vizsgálati érték alacsony volt (1,15—3,65 mg/l NO_3^-). Ezzel szemben a többi vizsgálat idején (márciusban és szeptemberben) ennél sokkal magasabb adatokat kaptunk (17—40 mg/l NO_3^-). A Romforrás patakjában a februári adatok magasabbak voltak (19—24 mg/l) az októberieknél (7—10 mg/l). Ezek az adatok ODUM felfogását támasztják alá, aki szerint nyáron a vízinövények sokkal több nitrogént építenek be szervezetükbe, mint télen, amikor szinte kizárólag szénhidrátokat szintetizálnak. Így az asszimilációs kvóciens nyáron 1,3-ra, télen viszont kb. 1-re becsülhető (vö. ODUM 1957). Ez ellen a feltevés ellen szól az a tény, hogy nyáron a forrásokban is alacsonyabb a NO_3^- tartalom, mint télen, bár lehet, hogy ez csak látszólagos ellentmondás. A kérdés tisztázásához további vizsgálatok szükségesek.

Az egyes vizsgálatok alkalmával a forrásoktól lefelé haladva több esetben (*táblázat* **4—6** ; **14—17** ; **38—41** ; **44—47**) a nitráttartalom fokozatos csökkenése volt megfigyelhető. Más esetekben viszont sorozatos adatok között semmiféle rendszeresség sem volt megállapítható.

Nitrit a forrásokban gyakorlatilag nem fordult elő. A patakokban vagy egyáltalában nem volt kimutatható, vagy csak nyomokban volt jelen. Egészen kis mennyiségben is (0,005—0,050 mg/l NO_2^-) főként a csendesebb folyású helyeken, Aszófő község határában és a torkolatok környékén volt kimutatható. Nagyobb mennyiségben csupán a Kiskút I. patak lápos torkolati részén észleltük (*táblázat* **70**, G, 0,242 mg/l NO_2^-) (vö. ENTZ 1953, 35).

Ammónia szintén csak kevés helyen és ott is csak kis mennyiségben volt kimutatható. Mind a nitrit, mind az ammónia kis mennyisége a patakrendszer kis szennyezettségére utal.

A proteidammónia mennyisége a sötétréti szakaszon, valamint a főpatakban tavasszal (március) volt a legalacsonyabb (k. é. 0,091 mg/l a C és D szakaszon egyaránt). Ősszel közepes értékeket mértünk (k. é. a C szakaszon 0,110 mg/l, a D szakaszon viszont 0,171 mg/l). A legmagasabb értékeket nyáron kaptuk. A nyári középérték is alacsonyabb volt a Sötétréten (C szakasz 0,271 mg/l), mint a főpatakban (D szakasz, 0,330 mg/l).

A nitrát és proteidammónia adataiból az tűnik ki, hogy e két komponens a patakvízben fordított arányban változik. Nyáron maximális proteidammónia-tartalom mellett minimális a nitrátion mennyisége, tavasszal és ősszel viszont alacsony proteidammónia mellett magasak a NO_3^- értékek.

Oxigénfogyasztás

Az oxigénfogyasztás jó meghatározása és az eredmények helyes értékelése nem könnyű feladat (vö. ODUM 1957). Természetesnek vennénk, hogy a forrásokban kisebb az oxigénfogyasztás és így a szervesanyagtartalom, mint a hozzájuk csatlakozó erekben, patakokban, továbbá, hogy a patak folyását követve, az oxigénfogyasztás fokozatosan növekszik. A kapott értékek általában igazolják is feltevésünket különösen olyan patakszakaszokon, melyek jellege határozott irányban változik meg. Különösen érvényes ez a C szakaszra, továbbá az F, G és H patakokra (*táblázat* **2—3**; **7—8**; **14—17**; **33—35**; **44—46**; **48—49**; **50—51**; **52**; **54—56**; **67—70**; **72—77**; **78—80**). Találunk azonban ezektől eltérő eseteket is. Így például a Romforrás erében (**63—66**; **86—88**; **90—92**), vagy bizonytalan irányú a változás, vagy pedig, mint a hajnalban gyűjtött minta esetében, éppen fordított irányú változás következik be, mint amit vártunk volna. A főpatakból merített mintákban sem állapítható meg rendszerint egyértelmű változás az oxigénfogyasztásban a patak folyása mentén. Ez utóbbi esetekben bizonyára más körülményektől is függő, bonyolultabb esetekkel állunk szemben, mint ott, ahol a nyílt terepen folyó patakban egyszerű szervesanyag-felszaporodást tételezhetünk fel.

Érdemes megjegyezni, hogy a Lázár-forrásban az oxigénfogyasztás olyan minimális volt, hogy az alkalmazott módszerekkel egyáltalában nem is volt kimutatható (1953 március). A forrásokban az oxigénfogyasztás mértéke általában tavasztól őszig emelkedett. A Pécselyi-medencében fekvő forrásokban 0,095—0,457 mg/l értékeket kaptunk, az alsó abráziós szintből fakadó forrásokban a megfelelő értékek még magasabbak voltak (0,113—0,955 mg/l). A patakokban az értékek általában emelkedtek. A legmagasabb értéket a sötétréti dús csillárkásban, verőfényes napsütésben mértük (2,222 mg/l).

A szervesanyagforgalom számos tisztázatlan kérdését, továbbá a biológiai oxigénigény és az önderítés kérdését, melyeket tanulmányunkban nem is érintettünk, a jövőben feltétlenül kívánatos tanulmányozni.

PO_4^{---}, SiO_3^{---}, Cl^- és SO_4^{--}

A foszfátértékek általában alacsonyak voltak. Szorosabb összefüggéseket a kapott értékekből kimutatni nem sikerült.

A szilikáttartalom a Séd egész vízrendszerében általában 10—20 mg/l volt. Egy alkalommal feltűnően alacsony értéket észleltünk a Sötétréten a csillárkásban (2,64 mg/l SiO_3^{---}). Lehetséges, hogy ez meghatározási hiba, bár az sem lehetetlen, hogy ennek az értéknek a kialakulásában az igen dús csillárkás játszott döntő szerepet.

A kloridion mennyisége a patakrendszerben meglehetősen konstans volt, általában 4—7 mg/l körüli értékeket ért el. Csupán a Kiskút I. erében találkoztunk kiértékelhetően magasabb (8—10 mg/l) és a Romforrásban határozottan magasabb értékekkel (13—15 mg/l Cl^-).

A szulfátion értéke 20 és 50 mg/l között ingadozott anélkül, hogy az egyes minták között évszakok vagy patakszakaszok szerint kiértékelhető összefüggéseket sikerült volna kimutatni.

A Pécsely-patakban mért PO_4^{---}, SiO_3^{---}, Cl^- és SO_4^{--} értékek nagymértékben hasonlók voltak az itt kapottakhoz.

Na^+ és K^+

A nátriumion értékek 9—15 mg/l között váltakoztak. A mért értékek közötti legmagasabb adat (20 mg/l) a Balatonból származott.

A káliumion értékek általában alacsonyabbak a nátrium értékeknél (2—5 mg/l K^+). Kissé magasabb a Kiskút I. káliumtartalma (6 mg/l). Ez alátámasztja előbbi meghatározásunkat, hogy ott a kloridion-tartalom is magasabb. A Romforrásban és annak erében érdekes módon elég kiemelkedő értékeket kaptunk (13—14 mg/l K^+). Ez utóbbihoz hasonló magas értékek a Pécsely-patak vízrendszerében egyáltalában nem fordultak elő.

Höll vizsgálataiból ismeretes (Höll 1951), hogy a K^+ mennyisége a természetes vizekben 0,8—1,5 mg/l között ingadozik, és az eutróf vizekben sem igen emelkedik 5—6 mg/l fölé. A Romforrás és a Kiskút I. erében mért magas K^+ tartalom valószínűleg — a magas CO_2 tartalommal együtt — vulkánikus utótevékenységnek tulajdonítható.

Fe^{++} és Al^{+++}

Vasat mindössze egy mintában határoztunk meg (71 γ/l Fe^{++}). Az Al^{+++} mennyisége 12—26 γ/l között ingadozott.

A patakvízi kémiai változások időbeni lefolyása

Érdekes, hogy az oxigénviszonyokban, valamint más kémiai tulajdonságokban (pH, CO_2, Ca^{++}, oxigénfogyasztás, NO_3^- stb.) bekövetkező, gyakran igen jelentős változások milyen feltűnően rövid idő alatt játszódnak le. A Sötétréten például egy órán belül a patakvíz oxigéntelítettsége egy alkalommal (**14**, **15**) 56%-ról 189%-ra, míg máskor alig félóra alatt (**34**, **35**) 110%-ról 144%-ra emelkedett. E változásokkal párhuzamosan a szabad CO_2 tartalom 46 mg/l-ről 9-re (**14**, **15**), illetőleg 9-ről 3 mg/l-re csökkent, mellyel egyidőben a pH érték 7,35-ről 8,12-re emelkedett (**14**, **15**).

Hasonlóan gyors és jelentős változások voltak megfigyelhetők például a **34**-es és **35**-ös minták között a HCO_3^- tartalomban (435, ill. 389 mg/l), a Ca^{++} tartalomban (70—61 mg/l), az oxigénfogyasztásban (1,4—2,2 mg/l), az SiO_3^{--} tartalomban (14,3—2,6) stb. De teljesen analóg eredményeket kaptunk más, alámerült vízinövényekben szintén gazdag szakaszokon (E, F, G, H) is. Ha ezeket a patak folyása mentén alig 20 vagy 100 m-es távolságon belül valóban percek alatt lejátszódó lényeges változásokat értékeljük, akkor tűnik ki valójában a vízinövényzet figyelemre méltó környezetátalakító hatása. A megállapítható változások az azonos időpontban merített minták között (pl. **14**, **15**, ill. **34—35**) annál frappánsabbak, mivel a környezetéből kiszakított (merített) vízmintákban a bekövetkező változások napok, sőt hetek múltán is lényegesen kisebbek a természetes körülmények között valóban percek alatt bekövetkező változásoknál, ami egyuttal a pataki élővilág dominánsan szesszilis jellegére is rámutat.

Az élőlénytársulások és a patak horizontális tagoltságának kapcsolata

Vizsgálati eredményeinket egybevetve önként adódik az a megállapítás, hogy a patakvizek jellegét, mint az élővizekét általában, nem a sztatikusan megállapítható tulajdonságok, hanem a dinamikus anyagcserefolyamatok adják meg (vö. SCHMASSMANN 1951). Ez azt is jelenti, hogy egy patakról egy merített vízminta analízise csak igen nagy általánosságban nyújt tájékoztatást. A vizsgált vízről, még kémiai értelemben vett jellemző képet csak a különböző biotópokban évszakosan és napszakosan vett minták alapján alakíthatunk ki. A kémiai vizsgálatok során gyakran megállapítottuk, hogy egyik vagy másik vegyi tulajdonság a patak mentén longitudinálisan folyamatosan megváltozik. Azt is láttuk, hogy e jelentős változások legtöbbször a vízben lejátszódó életfolyamatok eredményei. Természetesen ugyanakkor a megváltozott külső körülmények visszahatnak magára az élővilágra is. Ez a kölcsönhatás hozza létre a patak különböző kémiai tulajdonsággal rendelkező, különböző vegetációval borított, illetőleg eltérő élővilággal benépesített szakaszait is.

Egyenletes külső körülmények között (pl. kaszálóktól övezett napsütötte szakasz, mérsékelt sebességű vízfolyással, hozzáfolyás nélkül) a kémiai és biológiai változások egyértelműen következnek be (pl. B, C, F, G, H szakasz). Ilyen szakaszokon a változások — a szukcesszióhoz hasonlóan — fizikai és biotikus faktorok hatására (ALLEE et al. 1950, 574) egy bizonyos klimax (climax or steady state ODUM 1957, 59) felé haladnak. Ezért használja e jelenségre ODUM a *longitudinális szukcesszió* elnevezést (o. c. 59). Az élőlények a változó körülmények között ökológiai valenciájuknak megfelelő területeken, a folyás mentén gyakran megismétlődően helyezkednek el.

A botanikai kutatásokat cenológiailag kiértékelve, KOVÁCS és FELFÖLDY (1958, 137—163) szerint a kémiai adatok figyelembevételével a patakról a következő jellemzést adhatjuk.

Az Aszófői Séd forrásaiban és vízkifolyásaiban a Magyar Középhegységre általában jellemző tufa-képző mohok alkotta *Cratoneuretum filicini* növényasszociáció található (pl. a Lázár-források környékén, a Jábodi-források egyikénél, a Sötétrét szivárgásos, forrásos helyein, továbbá az E, F, G, H patakok forrásai körül). Ennek megjelenése a vízben oldott szabad szénsavhoz kötött (CO_2 10 mg/l), amit a patak többi részénél alacsonyabb pH is biztosít (pH < 7,9). Tekintve, hogy a szabad CO_2, részben éppen a növények élettevékenysége révén gyorsan eltűnik a vízből (p. 120), a mohapárnás növényi együttest a mészkő-alzatú középhegységi patakok jellemző asszociációja, a *Glycerieto-Sparganietum neglecti* váltja fel. Ennek a rendkívül változatos körülményekhez alkalmazkodott asszociációnak három variánsa és nyolc fáciese ismert az Aszófői Sédből. A forrásos helyek mohaasszociációját mindenütt a *Juncus subnodulosus*-os variáns követi. A Sötétréten elég hosszú kékmoszatos tömegvegetációval jellemezhető szakasz után az Aszófői Sédből leírt *Chara hispida* facies következik. Ez utóbbiban a víz rendesen kissé megreked, az O_2 tartalom eléri, sőt meghaladja a telítettségi értékeket (106—144%), a szabad széndioxid minimális értékekre csökken, sőt biogén mészkiválás is tapasztalható. A patak esésétől és vízbőségétől függően lép fel a *Sparganietum* többi változata a csillárkás szakasz alatti gyorsabb folyású részeken a szinte tiszta *Juncus subnodulosus*os facies, a

csendesebb helyeken pedig *Sium erectum*os növényi együttes *(Sium erectum* facies). A *Sium* foltokat helyenként — különösen tavasszal — *Batrachospermum* gyepek szakítják meg. A lelassuló, pangó vizű részeken (Faiskola mellett, a Bozóti-kútnál, az erdő alatt a disznó-fürdőnél stb.), magassásos *(Caricetum gracilis)*, sőt nádas-töredékek alakulhatnak ki. Itt az erősen felmelegedő vízben a növényzet hatása a legerőteljesebben érvényesül (vö. 117—122. o.). A CO_2 eltűnik, sőt CO_3^- keletkezik, a pH 8,3-ig emelkedik és az oxigéntelítettség szintén maximális (200% feletti értékek, 119. o.) stb.

A patak áramlásának gyorsulása révén, vagy más vizek betorkolása alatt ezek a növényi együttesek megismétlődhetnek. Ezek alapján, valamint más Balaton környéki patakokban végzett hasonló megfigyelések és kémiai vizsgálatok alapján — melyek közlésére később kerül sor — remélhető, hogy a Balaton-Felvidék számos magas mésztartalmú patakjának, illetőleg azok patakszakaszainak kemizmusa és élővilága alapján azok funkcionális összefüggéseinek figyelembevételével e vizek tipológiáját ki lehet dolgozni.

Összefoglalás

A vizsgálatok az Aszófői Séd vízrendszerére (A, B, C, D, E szakasz), és a Séd és a Pécsely-patak közt a Balatonba ömlő három kis patakra (F, G, H) terjedtek ki *(táblázat* **1—94**, 1. *ábra)*. A tanulmány különösen részletesen foglalkozik a Sötétréten fakadó forrásokkal és ezek ereivel (prae-eróziós szakasz), azonkívül a főpatak erdős völgyével (Pogány-pince, Katonafürdő) — eróziós szakasz — és a Sédhez legközelebb eső Romforrás kis patakjával. A vizsgált vízrendszer összhosszúsága kb. 7 km.

A vizsgálatok a következő tényezőkre terjedtek ki: hőmérséklet, oxigéntartalom, pH, CO_2, CO_3^{--}, HCO_3^-, SiO_3^{---}, Fe^{++}, Cl^-, NO_2^-, NH_4^+, K^+, Na^+, Ca^{++}, Mg^{++}, összes keménység, PO_4^{---}, SO_4^{--}, Al^{+++} és NO_3^-. Ezenkívül a szerző foglalkozik az elsődleges termelés és a szukcesszió kérdésével.

A vizsgálatok során különösen Barth (1957), Grote (1956), Odum (1957) és Schmassmann (1951) munkáit használta fel a szerző. Emellett gyakran történik hivatkozás a Pécsely-patakban végzett vizsgálatokra (Entz—Kol—Sebestyén—R. Stiller—Tamás—Varga [1954]).

A bővebb vízhozam és a nagyobb áramlási sebesség csökkenti a környezeti tényezőknek a víz hőmérsékletére, valamint a víz kémiai tulajdonságaira gyakorolt hatását. A források hőmérséklete elég állandó (9—15 C°), a patak vizében nagyobb szélsőségek észlelhetők (29 C°). Erdős területek mérséklő hatásúak. A források oxigéntartalma alacsony, de a forráserek már 20—100 m-re a forrástól 50, sőt 150%-os oxigéntelítettséget is elérhetnek. Ennek fizikai (diffúzió stb.) és biológiai okai vannak (biogén oxigéntúltelítettség, alga, moha és makrofita együttesek). A Séd β-mezoszaprób víz. A C szakasz a 31-es, a többi patakszakasz a 32-es altípusba sorolható (vö. Schmassmann 1951). A külső tényezőkhöz hasonlóan a belső tényezők (pl. vízinövényzet) annál erősebben hatnak a patakvíz kémiai viszonyaira, minél kisebb a vízhozam és minél kisebb a sebesség, illetőleg minél nagyobb a növényzet 1 m^2 felületre (vízfelületre) eső biomasszájának és a másodpercenkénti vízhozamnak a hányadosa. A növényzet maximális hatása törpe állóvizekben

érvényesül. A patak kitűnő objektum hidrobiológiai kísérletek lefolytatására, mert ± állandó vízhozama következtében a benne végzett kísérletek megismételhetők.

Bizonyos fizikai és vegyi tulajdonságok a patakvízben fokozatosan változnak. Így a hőmérséklet, az oldott oxigéntartalom, a pH, a proteidammónia, a szervesanyagtartalom (oxigénfogyasztás), a Mg^{++} és a CO_3^{--} tartalom, a folyás mentén általában növekednek, míg a CO_2, HCO_3^-, Ca^{++}, összes keménység és NO_3^- tartalom csökkennek.

Napsütéses, lassú folyású szakaszokon szélsőséges értékek alakulnak ki (pl. a Sötétréten a csillárkásban és a Faiskolánál), míg erdős területek mérséklő hatásúak (Pogány-pince, Katonafürdő stb.).

A víz komponenseinek változása túlnyomórészt a növényi asszimiláció következménye. Megjegyzendő, hogy az oxigéntartalom, valamint a hőmérséklet emelésében, továbbá a szabad CO_2 tartalom csökkenésében a diffúzió is fontos szerepet játszik az asszimiláció mellett, míg a többi tényező megváltozásánál az életmegnyilvánulások a döntők. A részletes adatokat a *táblázat* tartalmazza.

Feltűnő, hogy az élő vízben az asszimilációs tevékenység következtében a lényeges változások milyen kis távolságon (esetleg 10—20 m) milyen rövid idő alatt (10—30 perc) játszódnak le, noha igen jól pufferolt vizekről (magas $Ca(HCO_3)_2$ tartalom) van szó. Általában a szerző a patak kémiai tulajdonságait dinamikus szemléletből értékeli.

A patak Maucha szerint a β-limno-típusba tartozó HCO_3-Ca^{++}-Mg^{++}-os víz *(2. ábra)*. A patakban, amikor az agresszív szénsav nagy része kidiffundál (vagy felhasználásra kerül) a vízből, biogén mész válik ki. A mészkiválás történhet tömör rögök alakjában, szivacsos tömegben, vékony vagy vastag kéregszerű rétegben és iszapszerű finom por alakjában a kiválasztásban közreműködő szervezetektől és a körülményektől függően.

Ha a patakban megállapítjuk két ponton nappal és éjjel az oldott oxigén mennyiségét, a két nappali érték különbségéből levonva a két éjszakai érték különbségét, a kapott érték megfelel a bruttó oxigéntermelésnek, mely megfelelő mérések és számítások révén alkalmas módot nyújt a patak elsődleges termelésének megállapítására (vö. Odum 1957).

A szerzőnek a Romforrásra vonatkoztatva végzett számítása szerint a 0.01 kat. hold felületű Romforrás-patak évi elsődleges termelése durva becsléssel 42 kg szervesanyagra tehető. Az ismertetett módszerek megfelelő alkalmazása lehetőséget nyújt halastavak elsődleges termelésének, a továbbiakban pedig a hozamának a becslésére is.

A víz mozgásáról ismeretes, hogy előmozdítja az asszimilációt. Valószínűleg a vízmozgás teszi lehetővé a patakban számos helyen tömegvegetációk kialakulását is.

A Romforrásban és a Kiskút I.-ben mért magas CO_2 és K^+ tartalom valószínűleg vulkánikus utóműködés hatásának tulajdonítható.

A patakban a nitrátion-tartalom nyáron lényegesen alacsonyabb, mint télen, viszont a proteidammónia maximuma éppen nyárra esik. Ugyancsak maximális nyáron a dús növényzetű helyeken a víz oxigéntelítettsége. Ezek a jelenségek is közvetlenül a növényzet életműködésével függnek össze.

A Pécsely-patak és az Aszófői Séd azonos jellegű szakaszainak kemizmusa messzemenő hasonlóságot mutat. A patakban jól fejlett „horizontális

szukcesszió" (ODUM 1957) fejlődött ki, melyben az egyes társulások ökológiai valenciájuk meghatározta sorrendben helyezkednek el. Így a forrás alatt általában a mohapárnák (pH 7,8-ig, ill. 13 mg/l CO_2-ig), ezalatt kékmoszatos, majd csillárkás, végül *Sium* (esetleg *Batrachosperum*) szittyó és sás követik egymást. A horizontális szukcesszió megszakítható folyamat, mely külső behatásokra egy előző fokra kerülhet vissza, melytől számítva térben önmagát megismétli. A kémiai tényezők és a makrovegetáció ismeretében további munkával elkészítendő a Balaton környéki patakok, illetőleg patakszakaszok tipológiája.

IRODALOM

ALLEE, W. C., A. E. EMERSON, O. PARK and K. P. SCHMIDT (1950): Principles of animal ecology. — *W. B. Saunders Co. Philadelphia* and *London*. XII + + 837.

BARTH, H. (1957): Aufnahme und Abgabe von CO_2 und O_2 bei submersen Wasserpflanzen. — *Gewässer und Abwässer* **17/18.** 18—81.

BERG, K. (1943): Physiographical studies on the river Susaa. — *Folia Limnologica Scandinavica* **1.** 1—174.

BREHM, V. (1930): Einführung in die Limnologie. *Berlin Springer Vlg.* VI + 1—261.

CHOLNOKY J. (1918): A Balaton hidrográfiája. — *Bal. Tud. Tanulm. Eredm.* **1. 2.** rész. 1—318.

CSAJÁGHY G. és TOLNAY V. (1952): A víz összes keménységének, valamint kalcium- és magnézium-tartalmának helyszíni meghatározása. — *Hidrol. Közl.* **32.** 438—441.

CZENSNY, R. (1957): Terminuntersuchungen an Fließgewässern. — *Zeitschr. f. Fischerei N. F.* **6.** 39—52.

EBELING, G. (1954): Sauerstoff-übersättigung in fließenden und stehenden Gewässern — *Vom Wasser* **21.** 84—99.

ELLIS, L. L. (1955): Preliminary notes on the correlation between alkalinity and the distribution of some free floating and submerged aquatic plants. — *Ecology* **36.** 763—764.

ENTZ B. (1953): Horizontális vízvizsgálatok 1950 és 1952 nyarán a Balaton különböző biotópjaiban és néhány beömlő patak torkolatánál. *Annal. Biol. Tihany* **21.** 29—48.

ENTZ B. (1957): Hidrogénion és nitrátion meghatározási módszerek. (A Maucha féle pH meghatározási, valamint a Winkler-féle brucínos nitrát meghatározási módszerek módosítása.) — *Annal. Biol. Tihany* **24.** 67—70.

ENTZ B. (1958): Módszerek édesvizek foszfát- és alumínium-tartalmának meghatározására. (Néhány adat a Balaton és a balatonkörnyéki vizek alumíniumtartalmáról.) — *Annal. Biol. Tihany* **25.** 173—178.

ENTZ B., KOL E., SEBESTYÉN O., R. STILLER J., TAMÁS G. és VARGA L. (1954): A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata I. A Pécsely-patak. — *Annal. Biol. Tihany* **22,** 61—184.

GAMS, H. (1955): Discussion. — *Arch. f. Hydrobiol./Suppl.* **22.** 345.

GROTE, A. (1956): Die Herkunft des atmosphärischen Sauerstoffs, aus limnologischer Sicht beurteilt. — *Gewässer und Abwässer* **13.** 23—40.

HÖLL, K. (1951): Über den Kaliumgehalt der Gewässer. — *Verh. Int. Ver. Limnologie* **11.** 137—143.

HÖLL, K. (1955): Chemische Untersuchungen an kleinen Fließgewässern. — *Verh. Int. Ver. Limnologie* **12,** 360—372.

ILLIES, J. (1955): Der biologische Aspekt der limnologischen Fließwasser-typisierung. — *Arch. f. Hydrobiol./Suppl.* **22.** 337—346.

KLUT, H. und OLSZEWSKI, W. (1945): Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. — *Berlin Springer Vlg.* 1—281.

KOL E. (1957): Az Aszófői Séd mikrovegetációja I. Algák. (Kovamoszatok kivételével.) — *Annal. Biol. Tihany* **24.** 103—130.

KOVÁCS M., FELFÖLDY L. (1958): Vegetáció-tanulmányok az Aszófői Séd mentén. — *Annal. Biol. Tihany* **25.** 137—163.

Kühl, H. und H. Mann (1957): Beiträge zur Hydrochemie der unteren Weser. — *Veröffentl. d. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven* **5.** 34—62.
Lastochkin, D. (1943): A plain river subdivision into geomorphological and biological districts on the basis of its structural and biological unity. *D. A. N.* **41.**
Lastochkin, D. (1945): Achivement in soviet hydrobiology of continental waters. — *Ecology* **26.** 320—331.
Lenz, F. (1930): Hydrographie und Limnologie. — 3. *Hydrologische Konferenz der Baltischen Staaten (Warszawa 1930).* 2. [Cit. ap. Schmassmann (1951)].
Lindroth, A. (1957): Abiogenic gas supersaturation of river waters. — *Arch. f. Hydrobiol.* **53.** 589—597.
Lukacsovics F. (1957): Az Aszófői Séd vízi és vízfelszíni Hemipterái. — *Annal. Biol. Tihany* **24.** 131—132.
Lukacsovics F. (1958): Az Aszófői Séd Malacostraca fajainak elterjedési és ökológiai vizsgálata. — *Annal. Biol. Tihany* **25.** 165—172.
Lukacsovics F. (1958*a*): Az Aszófői Séd hidrográfiai viszonyai. — *Annal. Biol. Tihany* **25.** 99—108.
Maucha R. (1930): Winkler Lajos vízvizsgáló módszereinek alkalmazása a limnológiában. *Budapest* 1—247.
Maucha, R. (1945): Hydrochemische Halbmikro-Feldmethoden. — *Arch. f. Hydrobiol.* **41.** 352—391.
Maucha, R. (1949): Einige Gedanken zur Frage des Nährstoffhaushaltes der Gewässer. — *Hydrobiologia* **1.** 225—237.
Naumann, E. (1932): Grundzüge der regionalen Limnologie. — *Die Binnengewässer* **11.** IX + 1—176.
Nietzke, G. (1938): Die Kossau. — *Arch. f. Hydrobiol.* **32.** 1—74.
Odum, H. T. (1953): Fundamentals of ecology. — *Sounders Co. Philadelphia.* 1—384.
Odum, H. T. (1956): Primary production measurements in eleven flowing waters. *Limnology and Oceanography* **1.** 102—117.
Odum, H. T. (1957): Trophic structure and productivity of Silver springs, Florida. — *Ecological Monographs* **27.** 55—112.
Ohle, W. (1937): Kalksystematik unserer Binnengewässer und der Kalkgehalt Rügener Bäche. — *Geologie der Meere und Binnengewässer* **1.** 291—316. [Cit. ap. Thienemann A. (1950)].
Pearsall, W. H. (1921): A suggestion as to factors influencing the distribution of free floating vegetation. — *J. Ecology* **9.** 241—253.
Phelps, E. B. (1944): Stream sanitation — *New York. John Wiley and Sons* 1—276. [Cit. ap. Odum (1957)].
Pia, J. (1934): Die Kalkbildung durch Pflanzen. — *Beih. z. bot. Centralbl. Abt. A.* **52.** 1—72.
Rigler G. (1930): A Balaton északi partjának forrás és patakvizei, Tihanytól Fűzfőig. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **3.** 120—147.
Ruttner, F. (1940): Grundriss der Limnologie. — *Berlin W. de Gruyter* 1—167.
Ruttner, F. (1948): Zur Frage der Karbonatassimilation der Wasserpflanzen. *Österr. Bot. Zschr.* **94.** 265—294. [Cit. ap. Barth, 1957)].
Ryther, J. (1956): Primary production and its measurement. — *Limnol. and Oceanography* **1.** 72—84.
Schmassmann, H. (1951): Untersuchungen über den Stoffgehalt fließender Gewässern. — *Schweiz. Z. Hydrologie* **13.** 300—335.
Schmidt-Ries, H. (1957): Über Veränderungen im Stoffhaushalt von Fließgewässern: Loisach. — *Gewässer und Abwässer* **15/16.** 37—138.
Sebestyén O. (1957): Parti tanulmány. *Annal. Biol. Tihany* **24** 165—181.
Shelford, V. E. (1913): Animal communities in temperate America. — *Bull. Geogr. Soc. Chicago.* **5.** XIII + 1—362.
Sloan, W. C. (1956): The distribution of aquatic insects in two Florida springs. — *Ecology.* **37.** 81—98.
Stiller, J. (1957): Zur Biologie und Verbreitung der Protozoen- und Crustaceenfauna eines Mittelgebirgbaches in Ungarn. — *Arch. f. Hydrobiol.* **53.** 392—424.
Tamás G. (1957): Az Aszófői Séd kovamoszatai. — *Annal. Biol. Tihany* **24.** 133—154.
Thienemann, A. (1950): Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. — *Die Binnengewässer* **18.** XVI + 1—809.
Varga L. (1957): Az Aszófői Séd kerekesférgei (Rotatoria) és csillóshasú férgei (Gastrotricha). — *Annal. Biol. Tihany* **24.** 155—164.
Welch, P. S. (1952): Limnology. 2d-ed. — *McGraw-Hill. New York* XII + 1—538.

HYDROCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN AM ASZÓFŐI SÉD-BACH UND AN DEN ZWISCHEN DIESEM BACH UND DEM PÉCSELY-PATAK-BACH IN DEN BALATON-SEE MÜNDENDEN BÄCHEN—VON DER PRIMÄREN PRODUKTION IM BACHWASSER

Béla Entz

Zusammenfassung

Die Untersuchungen beziehen sich auf das Wassersystem des Aszófői Séd-Baches (Abschnitte A, B, C, D und E) und auf die zwischen dem Aszófői Séd-Bach und dem Pécsely-Bach in den Balatonsee einmündenden drei kleinen Bäche (F, G, H. *Tab. 1.* **1—94** und *Fig. 1*). Der Autor befasst sich besonders eingehend mit den auf der Sötétrét-Wiese befindlichen Quellen (Váradi-kút-Quelle und Vekeny-kút-Quelle), deren Rinnsalen von der Cyanophyceen-Massenvegetation über die *Chara*-Wiese bis zur Faiskola-Sammelstelle (Präerosions-Abschnitt), ausserdem mit dem waldbedeckten Tal des Hauptbaches — Erosions-Abschnitt- und mit der dem Bach am nähesten liegenden Quelle und mit dem Rinnsal der Romforrás-Quelle. Die gesamte Länge des untersuchten Wassersystems betrug etwa 7 km.

Die Untersuchungen behandeln die folgenden Faktoren : Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH, CO_2, CO_3^{--}, HCO_3^-, SiO_3^{--}, Fe^{++}, Cl^-, NO_3^-, NH_4^+, K^+, Na^+, Ca^{++}, Mg^{++}, Gesamt-Härte, PO_4^{---}, SO_4^{--}, Al^{+++} und NO_3^-. Ausserdem wird vom Verfasser die primäre Produktion und die Frage der Succession erörtert. Bei den Untersuchungen wurden besonders die Arbeiten von Barth (1957), Entz—Kol—Sebestyén—R. Stiller—Tamás—Varga (1954), Grote (1956), Odum (1957) und Schmassmann (1951) berücksichtigt. Es wurde festgestellt, dass eine grössere Wasserzufuhr bzw. höhere Strömungsgeschwindigkeit den Einfluss der Umweltfaktoren auf die Wassertemperatur sowie auf die chemische Beschaffenheit des Wassers verringern. Die Temperatur der Quellen ist ziemlich konstant, dagegen können im Wasser des Baches grössere Extremwerte wahrgenommen werden. Die waldigen Abschnitte haben in dieser Hinsicht einen ausgleichenden Einfluss.

Der Sauerstoffgehalt der Quellen ist niedrig, dagegen können in den Rinnsalen schon 20 bis 100 m von der Quelle entfernt 50% bzw. 150% Sauerstoffsättigungswerte erreicht werden. Das beruht auf physikalischen (Diffusion usw.) und biologischen Ursachen (biogene Sauerstoffübersättigung durch Algen, Moose, Blütenpflanzen usw.).

Der Bach ist ein β-mesosaprobes Gewässer (Typ Nr. 3 im Sinne Schmassmanns). Der Abschnitt C kann in den Untertyp 31, die anderen Abschnitte können in den Untertyp 32 eingereiht werden (Vgl. Schmassmann 1951).

Die inneren Faktoren (z. B. Wasservegetation) üben gleich den äusseren Faktoren einen desto stärkeren Einfluss auf die chemischen Eigenschaften des Bachwassers aus, je kleiner die Wasserzufuhr und je kleiner die Strömungsgeschwindigkeit ist, d. h. je grösser das Verhältnis der auf 1 m² Wasseroberfläche befindlichen Biomasse der Vegetation zur Wasserzufuhr pro Sekunde ist. Eine maximale Wirkung der Vegetation kommt demzufolge in stehenden Kleingewässern zur Geltung. Der Bach ist ein vorzügliches Objekt für hydrobiologische Experimente, da infolge seiner ziemlich gleichmässigen Wasserführung die im Bach eingestellten Experimente wiederholt werden können.

Gewisse physikalische und chemische Eigenschaften ändern sich im Bachwasser allmählich. So wächst im allgemeinen die Temperatur, der gelöste Sauerstoffgehalt, der pH, das Proteidammoniak, der Gehalt an gelöstem organischen Material (Sauerstoffverbrauch) mit dem Mg und Karbonatgehalt dem Flusslauf entlang, dagegen sinkt in der gleichen Richtung der Gehalt an Kohlensäure, HCO_3^-, Ca^{++}, NO_3^- und die Gesamthärte.

An den sonnigen, langsam fliessenden Abschnitten entfalten sich extreme Werte (z. B. an der Sötétrét-Wiese, in der *Chara*-Zone und bei der Faiskola-Sammelstelle). Der temperierende Einfluss der schattigen Stellen wurde oben schon erwähnt (Pogány-pince und Katonafürdő-Sammelstellen).

Die Änderungen der gelösten Komponente im Bachwasser sind überwiegend als Folge der pflanzlichen Assimilation zu betrachten. Infolge dessen — hier werden die extremen Werte ins Auge gefasst — stieg der Sauerstoffgehalt von 2,08 mg/l (28%) auf 16,2 mg/l (212%), der pH von 6,98 auf 8,3, der Proteidammoniak-Gehalt von 0,075

auf 1,136 mg/l, der Sauerstoff-Verbrauch von 0,00 auf 2,22 mg/l, der Gehalt an Mg^{++} von 37,11 auf 61 mg/l, und der CO_3^{--}-Gehalt von 0 auf 16 mg/l. Gleichzeitig verminderte sich der Gehalt an Kohlensäure (freie CO_2) von 192 mg/l auf 0, der HCO_3^--Gehalt von 572 auf 313 mg/l, der Ca^{++}-Gehalt von 106 mg/l auf 45 mg/l und die Gesamt-Härte von 24,5° (D. H.) auf 14,5° und der NO_3^--Gehalt von 36 auf 2 mg/l.

Es sei erwähnt, dass für die Zunahme des Sauerstoffgehaltes und den Anstieg der Temperatur, weiterhin für die Verminderung des freien Kohlensäuregehaltes auch die Diffusion neben der Assimilation eine wichtige Rolle spielt. Für die Veränderungen der übrigen erwähnten Faktoren sind aber die Lebensprozesse entscheidend (Einzelwerte siehe in der *Tabelle*).

Es ist auffallend, dass wesentliche chemische Änderungen in verhältnismässig kleinen Abständen (etwa 10—20 m) und kurzer Zeit (10—30 Minuten) infolge der Assimilation im Bachwasser in der Natur eintreten können, obwohl es sich um gut gepufferte Gewässer (hoher Gehalt an $Ca(HCO_3)_2$) handelt. Verfasser betrachtet die chemischen Eigenschaften des Bachwassers in ihrer dynamischen Entfaltung.

Im Sinne MAUCHA's gehört das erforschte Wassersystem zu dem HCO_3^-—Ca^{++}—Mg^{++}—β-limno Typ (*Fig. 2*).

Im Bach wird nach dem Ausdiffundieren (oder nach Verbrauch) des gelösten Teiles der aggressiven Kohlensäure biogener Kalk ausgeschieden. Der Kalk kann — von den Umständen und von den bei diesem Prozess eine wichtige Rolle spielenden Organismen abhängig — entweder in Form von kompakten Konkretionen, in schwammigen Massen oder dünnen bzw. dicken krustenartigen Schichten oder sogar in Form von schlammartigem feinem Staub ausgeschieden werden.

Wenn im Bach die Menge des gelösten Sauerstoffes an zwei Stellen während des Tages und während der Nacht festgestellt wird, macht die Differenz der zwei am Tage bzw. in der Nacht ermittelten Werte die Brutto-Sauerstoffproduktion aus. Diese Werte sind nach entsprechenden Messungen und Kalkulationen geeignet, die primäre Produktion im Bach anzugeben (Vgl. ODUM 1957).

Verfasser hatte entsprechende Rechnungen für die Romforrás-Quelle und ihr Rinnsal durchgeführt. Es wurde angenommen, dass die Gesamtoberfläche des erwähnten Bächleins 0,01 Joch ausmacht, woraus seine primäre Produktion auf etwa 42 kg/Jahr geschätzt werden kann. Die oben beschriebene Methode scheint nach entsprechenden Modifikationen zur Bestimmung der primären Produktion der Fischteiche und im weiteren sogar zur Schätzung der Fischproduktion geeignet zu sein.

Es ist bekannt, dass die Wasserbewegung die Assimilation fördert. Eben die Wasserbewegung ist jener Faktor, der das Entstehen einer massenhaften Vegetation an sämtlichen Stellen des Baches zu ermöglichen scheint.

Der hohe aggressive Kohlensäure- bzw. Kalium-Gehalt der Romforrás-Quelle und der Kiskut I-Quelle stehen wahrscheinlich mit der in der Umgebung an mehreren Stellen wahrnehmbaren postvulkanischen Tätigkeit in Zusammenhang.

Der Nitratgehalt ist im Sommer wesentlich niedriger als im Winter. Dagegen fällt das Maximum des Proteid-Ammoniak-Gehaltes auf die Sommerperiode. Ebenso ist — besonders an üppig bewachsenen Bachabschnitten — die Sauerstoffsättigung im Sommer maximal. Diese Erscheinungen stehen mit den Lebensäusserungen der Pflanzen in engstem Zusammenhang.

Der Chemismus der Abschnitte ähnlichen Charakters des Pécsely-patak-Baches und des Aszófői Séd-Baches weist weitgehende Ähnlichkeiten auf. In dem Bach entfaltete sich eine gut entwickelte „horizontale Sukzession", derzufolge die einzelnen Cönosen in einer ihrer ökologischen Valenz entsprechenden bestimmten Reihenfolge auftreten. So befinden sich unmittelbar unter den Quellen Moospolster (pH im Bachwasser an solchen Stellen bis 7.8, freie Kohlensäure mindestens 13 mg/l), darunter Cyanophyceen-Massenvegetation, dann eine *Chara*-Zone und eine *Sium*-Wiese (eventuel *Batrachospermum*), denen andere Gewächse der *Glycerieto-Sparganietum* Assoziation folgen. Die horizontale Sukzession (ODUM 1957) ist ein abbrechbarer Prozess, der durch äussere Einflüsse in ein vorheriges Stadium zurückgekehrt werden kann. Von diesem Punkt kann sich die erwähnte sukzessionale Reihe im Raume wiederholen.

Nach Kenntnis der chemischen Faktoren und der Makrovegetation der erforschten Bäche kann mit weiterer Arbeit die Typologie der Bäche sowie der Bach-Abschnitte der Balaton-Gegend bearbeitet werden.

VEGETÁCIÓ-TANULMÁNYOK AZ ASZÓFŐI SÉD MENTÉN*

KOVÁCS MARGIT és FELFÖLDY LAJOS

Érkezett: 1958. január 31.

A tihanyi Biológiai Kutatóintézet több éves kutatási tervet dolgozott ki a Balatonba ömlő vizek tudományos vizsgálatára. Az eredmények közlésének sorát a Pécsely-patakról szóló tanulmány nyitotta meg (ENTZ, KOL, SEBESTYÉN, STILLER, TAMÁS és VARGA 1954), majd az Aszófői Séd kutatása kezdődött el 1953-ban. Ennek eredményei közül több részlet már napvilágot látott (KOL 1957, LUKACSOVICS 1957, TAMÁS 1957, VARGA 1957).

A munka szervezését végző SEBESTYÉN OLGA osztályvezető felhívására vettünk részt a kutatásban, hogy az Aszófői Séd magasabbrendű növényvilágának ismertetésével tegyük teljesebbé a patakról készülő képet. Célkitűzésünk azt volt, hogy a magában a patakban élő növények és növényi együttesek tanulmányozásán kívül munkánkat azokra a fitocenózisokra is kiterjesszük, melyek a patakkal közvetlen kapcsolatban vannak. Ilyenek a források, a forrásokkal tarkított patakmenti láprétek és a helyenként szétterülő mederben kifejlődött mocsári együttesek (magassásos, nádas) töredékei.

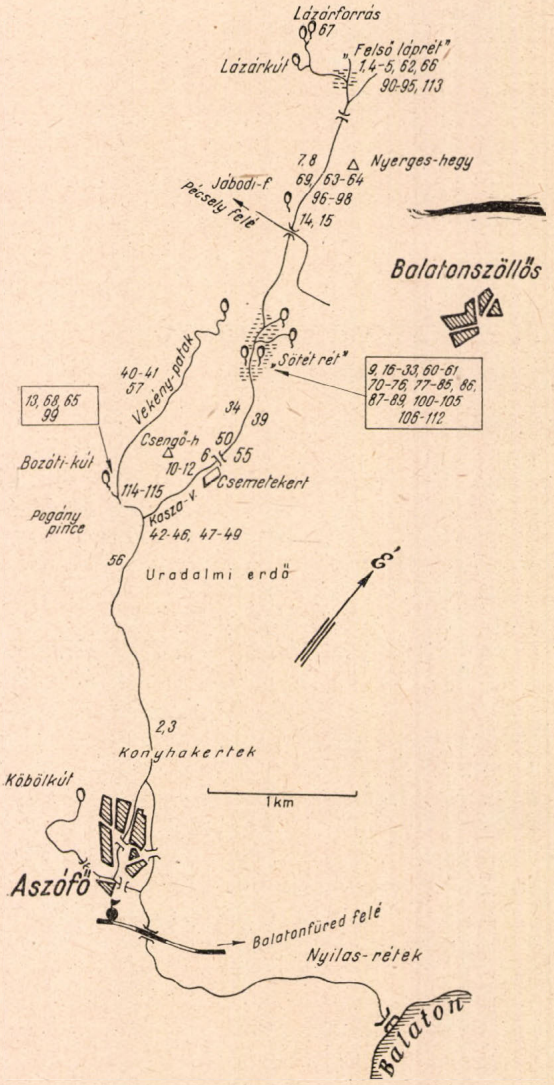
Az Aszófői-patak mente botanikai érdekességeit SOÓ (1931, 315—316) közli, aki a patak mellett kialakult, ma már nagyrészt erdőirtásnak áldozatul esett kőrisliget cenológiai képét is megrajzolta. A patak felső részét eddig nem kutatták.

A patakmenti növényzet általános képe

Az Aszófői Séd Pécsely és Balatonszőllős közt ered a Nagygalla déli lábánál. Legészakibb forrásai a „Lázár-források" *(1. ábra)*, melyek körül részben nagy termetű magassásos *(Caricetum gracilis*, **67.** sz. felvétel) alakult ki. A forráskifolyók keskeny, gyorsan folyó csermelye mellett jól fejlett mohapárnák találhatók, rövid szakaszon dús *Catabrosa* gyep nő, majd a vízfolyás magasfüvű kaszálóréten *(Arrhenatherion)* vész el.

Lineáris felvétel ezen a réten: *Ranunculus repens, R. acer, R. polyanthemos, Ononis spinosa, Medicago sativa, M. falcata, M. varia, Trifolium pratense, Lotus corniculatus, Coronilla varia, Lythrum salicaria, Sium erectum, Daucus carota, Galium verum, G. mollugo, Knautia arvensis, Convolvulus arvensis, Salvia verticillata, S. nemorosa, S. pratensis, Rhinanthus glaber, Plantago lanceolata, Stenactis annua, Inula britannica, Achillea asplenifolia, A. millefolium, Chrysanthemum leucanthemum, Carduus acantho-*

* A tihanyi intézet munkaközösségében végzett „A Balatonban ömlő vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata II. Az Aszófői Séd" c. tanulmányának részlete.



1. ábra. Az Aszófői Séd térképvázlata az asszociáció felvételek számának **(1—115)** feltűntetésével
Fig 1 Skizze des Baches „Aszófői Séd" mit Reihenzahlen **(1—115)** der einzelnen Bestandesaufnahmen

ides, Cirsium canum, Centaurea pannonica, Leontodon hispidus, Tragopogon orientalis, Silene cucubalus, Cerastium vulgatum, Rumex acetosa, Colchicum autumnale, Dactylis glomerata, Agropyron repens, Arrhenatherum elatius, Alopecurus pratensis (1956. VII. 2.).

Ez a rét a két Lázár-forrás vizét beissza, úgyhogy innen csak kora tavasszal fut víz az alsó szakasz felé. Sokkal állandóbb és bővebb vizű a mesterséges foglalatból folyó Lázár-kút, melynek állatjárta környékén hatalmas gyertyán és mezei-juhar fák árnyékában nedvességkedvelő és árnyéktűrő uderális növényzet él.

Ranunculus repens, Crataegus monogyna, Epilobium parviflorum, Sambucus nigra, Lamium maculatum, Ballota nigra, Solanum dulcamara, Scrophularia alata, Veronica anagallis-aquatica, Plantago major, Bidens tripartitus, Sonchus oleraceus, Stellaria aquatica, Polygonum mite, Urtica dioica, Glyceria plicata, Poa trivialis, Catabrosa aquatica, Dactylis glomerata (1956. VII. 2., 1957. VI. 6.).

A szőlők közé jutó patak innen keskeny árokban folyik át a Nyerges-hegy és az Öreg-hegy közt kialakult általunk „Felső-láprét"-nek nevezett rétre. Itt puha rekettye bokrok domborodnak, melyek közt az egész patakmente legnagyobb kiterjedésű nádasát *(Phragmitetum*, **1.**, **4—5.** sz. felvétel) találjuk. A rétet magát *Juncus subnodulosus*-os és *Molinia*-s láprétek alkotják (**90—95.** és **113.** sz. felvétel).

A „Felső-láprét"-ről kifolyó patak a Nyerges-hegy alatt mesterséges árokban folyik tovább az erdőszél és a szántóföldek között a Jábodi-dűlőn. Benne vagy mellette vízinövényzet nem alakult ki, annál is inkább nem, mert az esztendő száraz évszakaiban ez az árok is gyakran kiszárad.

A Pécsely—Balatonszöllős közti országút felett újabb forráscsoport ered, a Jábodi-források csoportja. Körülöttük változatos nedvességkedvelő növényzet nő. A szivárgó, forrásos helyek jellegzetes *Juncetum subnodulosi*-ján kívül a patakmederben a *Glycerio-Sparganietum Glyceria plicata, Catabrosa aquatica* és *Juncus subnodulosus*-os típusai élnek (**7—8.**, **14—15.** sz. felv.). Itt található a terület legnagyobb kiterjedésű *Scirpus silvaticus* állománya (**61.** sz. felv.), dús *Carex gracilis*-ass. (**63—64.** sz. felv.) kíséretében, részben terebélyes fűzfák *(Salix alba, S. fragilis)* és bokorfűzek *(S. cinerea* és *S. purpurea)* védelmében. A forrásokból, a szivárgó vízzel öntözött laposokból gyors folyással csörgedezik a patak az országút alatti áteresz felé. Benne a *Glycerieto-Sparganietum* dús mohaszintű *Juncus subnodulosus*-os variánsa található.

Az országút alatt átbúvó patak a terület botanikailag legérdekesebb részére, a „Sötét-rét"-re jut. A nagy kiterjedésű teknőt tőzeges láprétek borítják, melyeken három bővízű, többé-kevésbé foglalt és igen nagyszámú kisebb forrás (egyrészük a patak medrében) ered. A rétet sötét gyepű *Juncetum subnodulosi, Schoenetum nigricantis, Caricetum davallianae* és ezek bonyolult komplexumai alkotják *(7—9. táblázat)*.

A patak medre itt hosszú szakaszon nyílt, napsütötte környezetben folyik s ezért benne a patakvízben lejátszódó, nagyrészt biológiai eredetű, változások jól követhetők (Entz 1958, 115—123).

A források és kifolyó csatornáik (forráscsermelyek: Kol 1957, 103) körül gazdag mohavegetáció dús párnái alakultak ki, a magasabb hegyvidék Cratoneurion típusú asszociációinak középhegységi képviselőjeként *(Cariceto-Cratoneuretum filicini*, **70—76.** sz. felv.). Ennek megjelenése a vízben oldott szabad széndioxidhoz kötött ($CO_2 > 10$ mg/l), ami a patak többi részénél nagyobb hidrogén-ion koncentrációt (pH < 7,9) is biztosít. Tekintve, hogy a szabad CO_2 részben éppen a növények tevékenysége révén gyorsan eltűnik a vízből (Entz l. c., 120.), a mohapárnás növényi együttest a *Glycerieto-Sparganietum* különböző variánsai váltják fel. A Sötét-réten, a források után következő felső, mintegy 100 m hosszú szakasz a *Glycerieto-Sparganietum*-nak szinte homogén *Juncus subnodulosus* alkotta variánsa található, melynek fenekén az egész évben életben maradó kékmoszat tömegvegetáció az algológus szakemberek szerint is ritkaságszámba menő jelenség (Kol 1957, 108 és Fott szóbeli közlése) (**16—33.** és **77—85.** sz. felv.). Ehhez a szakaszhoz közvetlenül csatlakozik a *Glycerieto-Sparganietum Juncus subnodulosus* variánsának *Chara hispida* fáciese *(Chara*-s szakasz). Botanikailag a kép nem változik, csupán a *Juncus* dúsabb, magasabb növése feltűnő. A *Chara* tömege valósággal eltorlaszolja a patakot, lassítja a futását, a víz oxigéntelítettsége 100% fölé emelkedik (106—144%), a szabad széndioxid tartalom minimumra

csökken, sőt biogén mészkiválás is tapasztalható (Entz 1. c., 120). Az algavegetáció is megváltozik (Kol 1957, 109 és Tamás 1957, 137).

A Sötét-rét után a patak szántóföldek közt, mesterséges árokban folyik, mely azonban állandó vízellátottsága miatt jellegzetes vízi együttesek termőhelye. A felső részen folytatódik a sötét-réti *Juncus subnodulosus* variáns előbb kevés, majd egyre szaporodó *Sium erectum*-mal (**36—41**. sz. felv.). Néhol a *Juncus* szerepét a világosabb zöld, fácieképző *Eleocharis uniglumis* váltja fel. A Kasza-völgy előtti erdészeti csemetekertnél a patak esése csökken, a lassan folyó, erősebben felmelegedő vízben a növényzet hatása igen jól érvényesül, a CO_2 eltűnik, sőt karbonát keletkezhet, a pH érték 8,3-ig, az oxigén-telítettség pedig 200% fölé emelkedhet. Itt magassásos elemek jutnak túlsúlyba, miközben a *Juncus subnodulosus* teljesen elmarad (*Glycerieto-Sparganietum* magassásos variánsa, **49—55**. sz. felv.).

A Kasza-völgyben a patak az Uradalmi-erdő árnyas fái alá jut. Az erdőt botanikailag nem tanulmányoztuk. A Kasza-völgy alsó részén találkozik az Aszófői Séd legnagyobb mellékágával, a Vekeny-patakkal. Az összefolyás felett a Vekeny-patak völgyében dús, nedves rétek alakultak ki, erős mocsárrét jelleggel (**114**. sz. felv.). A patak friss, sebes folyású vizében ismét a *Glycerieto-Sparganietum Juncus subnodulosus*-os variánsa jelenik meg. A Vekeny-patak nagy, vályúval felszerelt forrása a Bozóti-forrás köves, taposott környékén néhány Nanocyperion fajjal kevert ruderália nő.

Ranunculus sardous, R. repens, Potentilla reptans, Medicago lupulina, Trifolium fragiferum, T. campestre, T. repens, Lythrum hyssopifolium, Epilobium parviflorum, Centaurium pulchellum, Verbena officinalis, Mentha longifolia, Scrophularia alata, Veronica anagallis-aquatica, Plantago major, Pulicaria dysenterica, Xanthium spinosum, X. strumarium, Bidens triparitus, Chenopodium album, Anagallis arvensis, Polygonum persicaria, Juncus inflexus, J. compressus, Cyperus fuscus, Carex hordeistichos, Bromus squarrosus, Festuca pratensis, Poa annua, Catabrosa aquatica, Lolium perenne, Agrostis alba, Echinochloa crus-galli, Lemna minor, Chara sp. (1957. VI. 7. és VIII. 7.).

A forrásból kifolyó víz a völgy lapos fenekén nagyobb tócsává gyűlik össze, benne *Catabrosa* gyep, magassásos és *Glyceria* állomány található.

A két ágból egyesült patak az Aszófőhöz tartozó Uradalmi-erdő és a Pogány-pince közt összeszűkülő völgybe fut. Ennek felső szélén kissé szétterül. Jobb oldalán nádas töredékekkel tarkított dús *Caricetum gracilis* nő (**65**. sz. felv.), bal partján pedig Agrostion típusú *Festuca pratensis* rét (**114—115**. sz. felv.) található. Mielőtt a patak eltűnne az Aszófői erdőben, *Salix cinerea* bozót mentén kialakult *Caricetum paniculatae* zsombékost találunk (**56**. sz. felvétel).

Innen a patak az Aszófői-erdő árnyas erdejében folyik. A tájképileg és zoológiailag igen érdekes szakaszon vízinövényzet alig alakulhat ki, csupán az erdő alsó részén találhatók *Sium erectum*-os és magassásos állományok. Az erdő florisztikailag igen gazdag. Mint már említettük, Soó (1931, 315) kutatásai alapján ismerjük. Akkori leírásától csupán abban különbözik, hogy egyes részeit 1953-ban kivágták. Az irtásokon aztán embermagasságú csalán- és gyomtenger nyomja el érdekes növényzetét.

Az erdőből kijutó patak további útját kultúrterületen folytatja. A *Juncus inflexus* csomókkal tarkított disznófürdő után egy kiszáradó alzatú nádas állomány következik, majd konyhakertek közé jutva, az állandóan tisztogatott mederben semmiféle vízinövényzet nem található, legfeljebb dús Polygono-Chenopodion, illetve Bidention típusú gyomtársulásai érdemelnek említ-

tést. A falu felett kettéágazó, majd alatta ismét egyesülő patakrészletek mentén kialakult ruderális növényzetet nem tanulmányoztuk részletesen. A falu alatt a Nyilas-rétekre ömlő patak ásott, gondosan tisztogatott árokban folyik. A környező kaszálók sem nyújtanak semmi botanikai érdekességet. A torkolat táján az Aszófői Séd magassásos és nádas rengetegben vész el. Ezek a növénytársulások azonban már tulajdonképpen a Balaton nádasaihoz tartoznak, azokhoz kapcsolódnak, csupán a mesterséges töltésen haladó műút választja szét őket. A torkolat előtt a patakmedret néhol dús *Glyceria maxima* állomány tölti ki, de ezeket részletesen nem tanulmányoztuk.

Az asszociációk részletes leírása

Az Aszófői Séd mentén tanulmányozott növénytársulások rendszertani csoportosítása a következő (vö. Soó 1957):

Csoport	Asszociáció
Phragmition communis Koch 1926, Br. Bl. 1931.	***Scirpeto-Phragmitetum*** Koch 1926.
Glycerio-Sparganion Br. Bl. et Sissingh 1942.	***Glycerieto-Sparganietum neglecti*** (Br. Bl. 1925) Koch 1926. a) variáns : *typicum* fáciesek : *Glyceria plicata* (Glycerietum plicatae Oberd. 1952.) *Sium erectum* *Catabrosa aquatica* (Glycerieto-Catabrosetum Br. Bl. 1949.) *Lemna minor* b) variáns : *Juncus subnodulosus* fáciesek : *Chara hispida* *Eleocharis uniglumis* c) variáns : Magassásos fáciesek : *Carex gracilis* *Baldingera arundinacea*
Magnocaricion elatae (Br. Bl. 1925) Koch 1926, Br. Bl. 1947.	***Caricetum paniculatae*** Wangerin 1916, Soó 1927. ***Caricetum appropinquatae*** Tüxen 1947. ***Caricetum gracilis*** (Graebner et Hueck 1931) Tüxen 1937.
Cratoneurion commutati Koch 1928.	***Cariceto (flavae)-Cratoneuretum filicini nom. prov.***

Caricion davallianae KLIKA 1934.	***Schoenetum nigricantis*** ALL. 1922, KOCH 1926.
	subass.:
	Schoenetum juncetosum SOÓ 1957.
	Juncetum subnodulosi ALL. 1922, KOCH 1926.
	Caricetum davallianae (BR. BL. 1924, DUTOIT 1924) KOCH 1928.
	fáciesek :
	Carex elata
	Carex appropinquata
	subass.:
	Caricetum davallianae juncetosum SOÓ 1957.
Molinion coeruleae KOCH 1926.	***Molinietum caricetosum paniceae*** KOCH 1926.
Agrostion albae SOÓ 1933. emend. 1940.	***Festucetum pratensis hungaricum*** SOÓ (1938) 1955.

1. táblázat

Scirpeto-Phragmitetum KOCH 1926.

Felvétel száma : Q = 25 m²	1	2	3	4	5
Equisetum arvense	1	1	1	1	1
Caltha palustris	—	—	1	1	—
Ranunculus acer	—	1	—	1	—
Lythrum salicaria	—	—	1	1	—
Galium palustre	1	1	1	—	1
Calystegia sepium	1	1	1	1	1—2
Mentha aquatica	—	—	—	1	1
Cirsium canum	—	1	1	—	—
Lysimachia nummularia	1	—	—	1	1
L. vulgaris	—	—	1	1	1
Iris pseudacorus	—	—	1	1	1
Carex appropinquata	—	1	1	—	—
C. gracilis	—	1	—	1	1
Phragmites communis	5	4	4	4	2—3

Acc.: Ranunculus repens, Rubus caesius, Potentilla reptans, Lathyrus pratensis, Sium erectum, Angelica silvestris, Galium aparine, Solanum dulcamara, Scrophularia alata, Eupatorium cannabinum, Lychnis flos-cuculi, Urtica dioica, Salix rosmarinifolia, S. cinerea, Carex vulpina, C. vesicaria, Poa pratensis, P. trivialis, Molinia coerulea.

1. sz. felvétel : „Felső-láprét" 1956. VII. 2. — **2—3.** Aszófői-erdő és a falu közt 1956. VII. 2. — **4.** „Felső-láprét" 1956. VII. 2. — **5.** Uo. 1957. VI. 6.

Phragmition communis KOCH 1926.
Scirpeto-Phragmitetum KOCH 1926.
Nádas

Tó- és folyópartok, vízállásos területek e jellegzetes fiziognómiájú feltöltési társulása a vizsgálati területen ma már csak kis szerepet játszik. Kisebb-nagyobb kiterjedésű állományait a „Felső-láprét"-en és Aszófő község közelében találjuk. Ezeknek a nádasoknak a termőhelye rendszerint csak tavasszal vizenyős, vízállásos, nyár derekára kiszárad és ezért ott több láp- és mocsárréti elem jelenik meg *(1. táblázat)*.

Az **1—3.** sz. felvétel állományai összetételükben még közelállnak a típusos *Scirpeto-Phragmitetum*-hoz. A **3—4.** sz. felvételek olyan átalakulóban levő állományokról adnak képet, ahol a gyakran még csak accidentálisként megjelenő Magnocaricion, Molinion és Agrostion elemek az asszociáció továbbfejlődésének irányát jelzik. Hasonló jellegű mocsár- és lápréti elemekben bővelkedő állományt ír le SCHULZ (1941) a Visztula vidékéről *Scirpeto-Phragmitetum terrestre* néven különböztetve meg a *Scirpeto-Phragmitetum typicum*-tól, az állandó vízben élő nádasoktól.

Glycerio-Sparganion BR.-BL. et SISSINGH 1942
Glycerieto-Sparganietum neglecti BR. BL. 1925, KOCH 1926
Patakkísérő növényzet

Syn.: Scirpus lacustris-Glyceria aquatica ass. ALLORGE 1922.
Glycerietum fluitantis WILZEK 1935.
Epilobietum parviflori WILZEK 1935.
Catabrosa aquatica-Veronica anagallis aquatica-ass. KUHN 1937.
Sparganietum ramosi ROLL 1939.
Glycerietum aquaticae HUECK holsaticum ROLL 1939.
Catabroseto-Glycerietum plicatae BR.-BL. 1949.
Glycerietum plicatae OBERDORFER 1952.

Rendszerint meszes alzatú, tápanyagban gazdag, sekélyvizű, áramló vagy időszakosan stagnáló, esetleg kiszáradó patakok, árkok, tisztavizű forráserek jellegzetes társulása, amely a feltöltődés szempontjából alacsonytermetű „nádasnak" tekinthető. Árkok *Phragmites* és *Glyceria maxima* állományai is idetartoznak, melyeket egyes szerzők (pl. LIBBERT 1940) tévesen a *Scirpeto-Phragmitetum* körébe soroltak. A társulás tőzeges területek lecsapoló árkaiban is megtelepedhet (RUOFF 1922).

A *Glycerieto-Sparganietum* alakulása egyrészt a patak környezettani adottságaitól, másrészt a kontakt társulásoktól függ. Az együttes florisztikai összetételére rányomja bélyegét az, hogy a patakot nádas, magassásos, láprét vagy esetleg kultúrterület övezi-e? Nagyszámú akcidentális faja a környező asszociációkból származik, ahonnan az idegen elemek a patakmenti keskeny sávban elhelyezkedő társulásba könnyen behatolnak. Az árkok, csatornák tisztítása után az asszociáció gyorsan regenerálódik.

Általunk megfigyelt karakterfajai a következők: *Sium erectum, Veronica anagalloides, Veronica anagallis-aquatica, Veronica beccabunga, Hypericum tetrapterum, Glyceria plicata, Catabrosa aquatica, Sparganium erectum.*

A pataki biotópok változatos környezeti adottságainak megfelelően a fáciesekben leggazdagabb társulások egyike. A cenológiai irodalomból a követ-

kező növények alkotta fáciesei ismeretesek: *Epilobium hirsutum*, *Sium erectum*, *Callitriche stagnalis*, *Myosotis palustris*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Veronica anagallis-aquatica*, *V. beccabunga*, *Nasturtium officinale*, *Hottonia palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Potamogeton sp.*, *Iris pseudacorus*, *Bolboschoenus maritimus*, *Carex gracilis*, *C. acutiformis*, *Glyceria aquatica*, *G. fluitans*, *G. plicata*, *Catabrosa aquatica*, *Leersia oryzoides*, *Sparganium erectum*, *Lemna minor*. A leírt fáciesek nagy része hazánkban is megtalálható.

A közép-európai cenológiai irodalom tanúsága szerint a variánsok és fáciesek elhatárolását sok szerző a vízmélység adatának felhasználásával végzi. A vizsgálati területünkön talált asszociáció alatti egységek ebből a szempontból nem váltak szét jellegzetesen.

Az Aszófői Séd medrében, ahol a kultúrhatások nem tették tönkre a vegetációt, mindenhol ez az asszociáció, ill. ennek három jól elváló variánsa és hét fáciese képviseli a magasabbrendű növényzetet.

2. táblázat

Glycerieto-Sparganietum neglecti Koch 1926

a) variáns: typicum

Felvétel száma	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Equisetum arvense	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Ranunculus repens	—	1	1	—	—	1	—	1	—	—
Lythrum salicaria	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
Epilobium parviflorum	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Sium erectum	2	1—2	—	1	2—3	2	2	2—3	2	2
Lycopus europaeus	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
Mentha longifolia	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—
Mentha aquatica	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—
Veronica anagalloides	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V. anagallis-aquatica	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
V. beccabunga	1	1	1	—	—	—	—	1	—	—
Hypericum tetrapterum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Lysimachia nummularia	1	1	—	—	—	1	1	—	—	1
Alisma plantago-aquatica	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
Iris pseudacorus	—	—	—	—	1	1	1	—	—	1
Juncus subnodulosus	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—
J. inflexus	1	—	—	1	1	—	—	1	—	—
Carex gracilis	—	1	1	—	—	1	1	—	1	1
C. riparia	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Glyceria plicata	1	2—3	1—2	—	—	—	1	—	—	—
Catabrosa aquatica	1	2—3	4	5	—	—	—	—	—	—
Sparganium erectum	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—
Cratoneurum filicinum	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—

Acc.: Caltha palustris, Ranunculus acer, Bidens tripartitus, Petasites hybridus, Cirsium canum, Juncus articulatus, Bolboschoenus maritimus, Carex vulpina, C. elata, C. hirta, Phragmites communis, Holcus lanatus, Agrostis alba, Lemna minor, Typha latifolia.

6. sz. felvétel: Kasza-völgy, Q = 12 m²; 1957. VI. 6. — **7—8**: Jábodi-források közelében a Nyerges-hegy alatt a patakmederben, 20 m²; 1957. VI. 6. — **9**: Sötét-rét, 10 m²; 1957. VI. 6. — **10—12**: Kasza-völgy, 12 m²; 1957. VI. 6. — **13**: Patakmeder a Bozóti-forrás után, 16 m²; 1957. VI. 6. — **14—15**: A Pécsely—Balatonszőllős közti országút felett, a Jábodi-forrás-csoport alatt, 16 m²; 1956. VII. 2.

A típusos variáns *(2. táblázat)* karakterfajokban a leggazdagabb és a vizsgálati területen számos fáciesét találtuk. A patak legfelső szakaszán a Lázár-források kifolyóiban a *Lemna minor* alkot fáciest. Ehhez hasonló állományt írtak le KOCH (1926), SAUER (1937) és BOER (1942).

Ennek a típusos variánsnak legelterjedtebb a *Sium erectum*-os fáciese (**6.**, **10—15.** sz. felv.) patakunk sekélyebb vizű, keskeny medrű gyorsan áramló szakaszain gyakori. A fácies leírását SAUER (1937), ROLL (1939), BOER (1942) és TALLÓS (1954) közlik.

A *Glyceria plicata* fáciest, mely az Aszófői Séd csendesebb, üde vizű részein él (**7.** sz. felv.) újabban a Glycerio-Sparganion csoporton belül OBERDORFER (1957) külön asszociációnak veszi. Soó (1944, 1947) az ilyen jellegű állományokat konszociációként írja le. Lásd még SCHWICKERATH (1944) és VOLLMAR (1947) leírásait.

A *Catabrosa aquatica* fáciese (**8—9.** sz. felv.) gyakran keveredik a *Glyceria plicata*-val és termőhelye is hasonló az előzőéhez. Ilyen jellegű társulást BRAUN-BLANQUET (1949) írt le *Catabroseto-Glycerietum* néven. A *Glycerio-Sparganietum*-nak ez a *Catabrosa*-s fáciese nem tévesztendő össze a források körüli taposott és bolygatott helyeken kialakult *Catabrosa* állománnyal, mely már a Bidention csoportba tartozik (OBERDORFER 1957).

A *Glycerieto-Sparganietum* második, területünkön igen elterjedt *Juncus subnodulosus*-os (szittyós) variánsa a sekélyebb vizű, meszes alzatú, láprétektől övezett forráserek, patakrészletek és árkok medrében lép fel, mindig friss, élénken mozgó vízben és főleg környezettani jellegénél fogva osztható a *Glycerieto-Sparganietum* asszociációba *(3. táblázat)*.

Kevés fáciesét ismerjük, ami a *Juncus subnodulosus* nagy konkurrencia erejével magyarázható. A típusos variánstól a karakterfajok alacsony számával (vizsgálati területünkön csak a *Sium erectum!)*, valamint számos olyan lápréti elem *(Eriophorum angustifolium, Carex flava, Carex panicea* stb.*)* megjelenésével különbözik, amelyek a szomszédos Caricion davallianae és Molinion réteken gyakoriak. Jellemző a mésztufaképző *Cratoneurum filicinum* és a *Pellia endiviaefolia* fellépte. Fácieképzőként csak a *Chara hispida* és az *Eleocharis uniglumis* említhetők. *Chara*-s patakmedret KLIKA (1929) említ az Elba völgyéből.*

A mélyebb, lassabban folyó, vagy többé-kevésbé pangó vizű, gyakran antropogén hatásnak kitett árkokban az asszociációnak magassásos, illetve magaskórós variánsa alakul ki. Ilyen helyeken a patakot legtöbbször magassásos, mocsárrét vagy kultúrterület övezi *(4. táblázat)*.

Ez a variáns karakterfajokban szintén szegény *(Sium erectum, Glyceria plicata, Sparganium erectum)*. Fácieképzők a nagy termetű sások, területünkön elsősorban a *Carex gracilis*, az *Iris pseudacorus* és a patak alsó szakaszán a Nyilas-réteken található, részletesen nem tanulmányozott *Baldingera arundinacea* is.

Hasonló összetételű állományok leírását közli SCHWICKERATH (1944 *Iris pseudacorus*-fácies), ROLL (1939 *Carex gracilis*-fácies), HORVATIČ (1931 *Bolboschoenus maritimus*-fácies), GRAEBNER és HUECK (1931 *Phalaris arundinacea*-fácies).

* E variáns rokonságot mutat a láprétek, valamint a Cratoneurion csoport társulásai felé.

3. *táblázat* ***Glycerieto—***

b) variáns: *Juncus*

Felvétel száma	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Equisetum palustre	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	1
Caltha palustris	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1
Lythrum salicaria	1	—	—	—	1	1	—	1	1	1	—	1
Sium erectum	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	1	1—2
Valeriana dioica	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Mentha aquatica	—	—	1	—	1	1	—	1	1	1	1	1
Cirsium rivulare	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Salix cinerea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Juncus subnodulosus	2—3	2—3	2	2	2—3	2—3	2	2	2	2	1	2
Eriophorum angustifolium	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Eleocharis uniglumis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
Carex gracilis	—	—	—	1	1	1	—	1	1	1	—	1—2
C. elata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. distans	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. flava	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Phragmites communis	—	1	1	—	1	1	1	1	1	1	1	1—2
Chara hispida	5	5	5	5	3	3	2—3	2	2	2	2	1
Pellia endiviaefolia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Cratoneurum filicinum	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1
Calliergon cuspidatum	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

16—26. sz. felv.: Sötét-rét, Chara hispida fácies, egymásután következő 5 m-es szakaszok a patakmederben; 1957 VI - **34—39:** Sötét-rét és a Kasza-völgy közötti mederben 10 m², 1957. VI. 7. — **40—41:** Vekeny-patak, 12 m², 1957. VI. 67 mederben 10 m², 1957. VI. 7.

Az asszociáció leírását közlik még: Libbert 1932, 1938 — Eggler 1933 — Sillinger 1933 — Reynaud-Beauverie 1935 — Tüxen 1937 — Arndt 1939 — Büker 1939 — Schnell 1939 — Knapp 1946*a* — Rochow 1951 — Tüxen és Preising 1951 — Passarge 1955 — Schlüter 1955 — stb.

Magnocaricion elatae (Br. Bl. 1925) Koch 1926, Br. Bl. 1947

Magassásos társulások

Patakvölgyek, vízállásos területek, feltöltődött, sekély vizek legelterjedtebb növénytársulásai a magassásos rétek. E társulások felépítésében a Magnocaricion elemeken kívül a szukcesszióban előtte járó Phragmition maradványai és az utána következő Molinion vagy Agrostion elemei is részt vesznek. A Magnocaricion társulások florisztikai összetétele rendkívül hasonló. Az egyes asszociációk szétválasztása, elnevezése többnyire a domináns faj alapján történik.

Vizsgálati területünkön három magassásos társulást találtunk.

Caricetum paniculatae (Wangerin 1916) Soó 1927

Az Aszófői-erdő előtt, bokorfűzek alatt talált kisebb állományának összetétele a következő:

56. sz. felvétel, Q = 25 m²; 1957. VI. 7.

Caltha palustris 1, Lythrum salicaria 1, Sium erectum 1, Angelica silvestris 1, Galium palustre 1, Valeriana dioica 1, Lycopus europaeus 1, Mentha aquatica 1, Scrophularia nodosa 1, Veronica beccabunga 1, Eupatorium cannabinum 1, Lysimachia vulgaris 1, L. nummularia 1, Salix cinerea 1, Iris pseudacorus 1, Carex paniculata 3—4, C. gracilis 1, C. elata 1, C. distans 1, Sparganium erectum 1, Typha latifolia 1, Cratoneurum filicinum 1, Chrysohypnum stellatum 1.

Sparganietum

subnodulosus

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1	1	1	—
1	1	1	—	—	—	1	—	2	1	1	—	2	2	2	2	1	1	1	—	1
1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	—	1	1	1	1	—	1	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
2—3	2	2	2—3	2—3	2	1	2	2—3	2—3	2	2	2—3	2	4	4	4	3—4	3	3	2
1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	2—3	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	1	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	—	1—2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—

27—31.: S ötét-rét, Cyanophycea-s szakasz, 1957. VI. 7. — **32—33.** Sötét-rét, Cyanophycea-s szakasz 10 m², 1957. VI. 7 **42—46:** Patakmeder a Bozóti-forrás és az Aszófői-erdő között, 10 m², 1957. VI. 7. **47—48.** Aszófői-erdő előtt a patak-

4. táblázat

Glycerieto-Sparganietum neglecti (Br-Bl 1925) Koch 1926.

c) variáns: Magassásos

Felvétel száma	49	50	51	52	53	54	55
Lythrum salicaria	1	1	1	1	1	1	1
Epilobium hirsutum	—	—	—	—	1	1	—
Sium erectum	1—2	2	1	2	2	1—2	1
Angelica silvestris	—	1	—	1	1	—	—
Lycopus europaeus	—	—	—	1	1	—	1
Lysimachia nummularia	—	1	—	1	—	—	—
Alisma plantago-aquatica	—	1	—	1	—	—	—
Iris pseudacorus	—	1	1	1	2	2	1
Carex vulpina	—	—	1	1—2	—	—	—
C. gracilis	3	3	3	2	2	1	1
C. elata	1	—	1	—	—	—	—
C. acutiformis	—	—	—	—	—	1	1
C. riparia	—	1	1	1	2	1	1
Glyceria plicata	1	—	—	—	—	—	—
Phragmites communis	—	—	1	—	1	1	—
Sparganium erectum	1	—	—	—	—	—	—

Acc.: Equisetum palustre, Caltha palustris, Ranunculus repens, R. acer, Lathyrus pratensis, Symphytum officinale, Scutellaria galericulata, Prunella vulgaris, Mentha longifolia, M. aquatica, Cirsium canum, Rumex hydrolapathum, R. crispus, Eleocharis uniglumis, Carex flacca, C. distans, Baldingera arundinacea.

49. sz. felv.: Az Aszófői-erdő felett a patakmederben, Q = 15 m²; 1957. VI. 6. — **50—55:** A Kasza-völgy bejárata előtt az erdészeti csemetekertnél, Q = 10 m²; 1957 VI. 6.

A társulás fiziognómiailag a zsombékoló *Carex elata* állományokhoz áll közel. SAUER (1937) a *Carex paniculata* társulását a *Caricetum elatae* körébe vonta.

Caricetum appropinquatae TÜXEN 1947

Egészen alárendelt szerepű, kis kiterjedésű foltokon élő asszociáció, mely csak a Lázár-források környékén és a Vekeny-patak völgyében ismert. Ez utóbbi állomány összetétele a következő:

57. sz. felvétel, Q = 40 m²; 1957. VI. 7.

Equisetum palustre 1, Ranunculus acer 1, Angelica silvestris 1, Valeriana dioica 1, Orchis palustris 1, Eriophorum latifolium 1, E. angustifolium 1, Carex appropinquata 2, C. gracilis 1—2, C. elata 2, C. distans 1, Phragmites communis 1, Bryum ventricosum 1, Cratoneurum filicinum 1, Chrysohypnum stellatum 1, Calliergon cuspidatum 2—3.

Caricetum gracilis (GRAEBNER et HUECK 1931) TÜXEN 1937

A patakmente leggyakoribb magassásos társulása. Az ország egész területén igen gyakori, állományai szinte minden folyó és patakvölgyben, vizenyős területeken megtalálhatók. Az Aszófői Séd mente *Caricetum gracilis*-ének jellemzően magas fajszámát az okozza, hogy az állományok nem a feltöltési zónában alakultak ki, ahol a társulások mindig fajszegényebbek (KNAPP 1946) *(5. táblázat)*.

Csak a *Juncus subnodulosus*-t emelhetjük ki fáciesképtő növényként (**65.** sz. felv.) azzal a megjegyzéssel, hogy a *Juncus subnodulosus* a Magnocaricion, Caricion davallianae és Agrostion csoportok számos asszociációjában léphet fel fáciesképtőként (KOVÁCS 1957*b*).

Jellegzetes feltöltődött, a láprétek felé átmenő állományt jegyeztünk fel a Bozóti-forrásnál a Vekeny-patak völgyéből.

68. sz. felvétel, Q = 25 m²; 1957. VI. 7.

Ranunculus acer +, Potentilla reptans +, Lathyrus pratensis 1, Lythrum salicaria +, Galium verum +—1, Scutellaria hastifolia +, Mentha aquatica +, Achillea asplenifolia +, Cirsium rivulare +, Cirsium canum 1, Serratula tinctoria +, Scirpus silvaticus +—1, Carex gracilis 2, C. tomentosa 1—2, C. panicea 1—2, C. distans 1, C. hirta +, Bromus commutatus 1, Festuca pratensis +—1, Poa pratensis 1, Molinia coerulea 2, Phragmites communis 2.

Ideiglenesen a *Caricetum gracilis* körébe vonjuk a patak közelében erősen vizenyős, gyakran forrásos helyeken kialakult *Scirpus silvaticus* állományokat, mint a *Caricetum gracilis* konszociációját.

69. sz. felvétel: ***Caricetum gracilis*** consoc. *Scirpus silvaticus*. Jábodi-források mellett a Nyerges-hegy alatt, Q = 25 m²; 1957. VI. 7.

Equisetum palustre +, Caltha palustris +, Ranunculus repens +, R. acer +, Potentilla reptans +, Lathyrus pratensis (+), Galium palustre +, Prunella vulgaris +, Mentha cf. aquatica +, Plantago major +, Lychnis flos-cuculi +, Lysimachia vulgaris +, L. nummularia +, Rumex acetosa (+), Juncus subnodulosus (+), Scirpus silvaticus 5, Carex gracilis +, Festuca pratensis +, F. arundinacea +, Poa trivialis +, Holcus lanatus +, Cratoneurum filicinum 1, Brachythecium rutabulum +—1.

5. táblázat

Caricetum gracilis (GRAEBNER et HUECK 1931) TÜXEN 1937

Felvétel száma: Q = 25 m²	60	61	62	63	64	65	66	67
Equisetum arvense	—	—	—	1	—	—	—	1
E. palustre	—	—	+	—	—	+	—	—
Caltha palustris	1	1	—	—	1	—	1	—
Ranunculus repens	+	—	—	1	—	+	1	—
R. acer	1	1	1—2	—	1	+—1	1	+—1
Lathyrus pratensis	—	1	+	1	—	—	—	—
Lythrum salicaria	1	—	—	—	—	—	1	+
Angelica silvestris	—	—	+	—	—	+	—	1
Galium palustre	—	—	—	1	—	—	1	+
Valeriana dioica	+	1	—	1	—	—	—	+—1
Succisa pratensis	—	—	1	—	—	—	1	—
Prunella vulgaris	—	—	—	1	—	—	—	+—1
Mentha aquatica	+	—	—	1	—	+	—	+
Achillea asplenifolia	—	—	—	—	—	+	—	+
Cirsium canum	—	—	—	—	—	+	—	+
C. rivulare	1—2	—	—	—	—	—	—	2
Centaurea pannonica	+	—	+	+	1	—	—	—
Lychnis flos-cuculi	—	1	—	1	1	—	—	—
Lysimachia nummularia	—	1	+	—	1	—	1	—
L. vulgaris	+	—	—	1	1	—	1	—
Juncus subnodulosus	+	—	—	—	1	2—3	1	—
J. inflexus	—	—	+—1	1—2	1	—	1	+
Carex davalliana	—	—	—	—	1	—	1	+
C. vulpina	+	—	—	1	1	—	1	—
C. gracilis	2—3	2	4	5	3	2	2—3	2—3
C. flacca	—	—	+	—	1	—	1—2	—
C. panicea	1	—	—	—	1	—	+	(+)
C. distans	—	1	—	—	1	—	1	1
C. hirta	—	—	—	—	—	+	—	(+)
Festuca pratensis	+	—	+	1	—	—	—	+—1
Poa trivialis	—	1	+—1	1	—	—	1	1
Briza media	—	1	—	—	1	—	—	—
Phragmites communis	2—3	2	+—1	—	—	1	—	—
Holcus lanatus	+	1	1	1	1	—	1	—
Eurhynchium swartzii	—	—	—	—	—	—	—	1—2
Calliergon cuspidatum	—	4	—	1	—	—	1—2	—

Acc.: Potentilla reptans, Sanguisorba officinalis, Tetragonolobus siliquosus, Sium erectum, Galium mollugo, Calystegia sepium, Mentha longifolia, Scrophularia alata, Bellis perennis, Pulicaria dysenterica, Chrysanthemum leucanthemum, Leontodon hispidus, Taraxacum officinale, Cerastium vulgatum, Salix cinerea, Iris pseudacorus, Eriophorum latifolium, Scirpus silvaticus, Eleocharis uniglumis, Carex appropinquata, C. elata, C. tomentosa, C. hostiana, C. vesicaria, Poa pratensis, Molinia coerulea, Dactylis glomerata, Deschampsia caespitosa, Agrostis alba.

60—61. sz. felvétel: Sötét-rét, 1957. VI. 7. — **62.** „Felső-láprét", 1957. VI. 6. — **63—64.** Jábodi-források, 1957. VI. 6. — **65.** Bozóti-forrás, 1957. VI. 7. — **66.** „Felső-láprét", 1957. VI. 7. — **67.** Lázár-források, 1956. VII. 2.

Közép-Európában a *Scirpus silvaticus* alkotta állományokat, mint önálló asszociációt *(Scirpetum silvatici)* írják le (SCHWICKERATH 1944, KNAPP 1945, 1946*a*, *b*, *c*, 1948). A KNAPP által leírt asszociáció sok rokonvonást mutat az általunk tanulmányozottal. Az általa említett karakterfajok közül

néhány *(Equisetum palustre, Caltha palustris, Scirpus silvaticus)* itt is előfordul. KNAPP szerint ez a társulás irtás, rendszeres trágyázás és kaszálás hatására nedvességkedvelő erdőkből *(Alnetum glutinosae)* jön létre. A hazai *Scirpus silvaticus* állományok még kevéssé tanulmányozottak, így cenológiai helyzetük és önállóságuk még bizonytalan.

Cratoneurion commutati KOCH 1928

Cariceto (flavae)-Cratoneuretum filicini . nom. prov.

Meszes forrásláp

A Sötét-rét erősen meszes forrásainál és a forráserek mentén jellegzetesen vastag mohaszintű, laza gyepszintű (10—50% borítás) társulás található. A mohaszintben a mésztufaképző mohok dominálnak, mint a *Cratoneurum filicinum* és a *C. commutatum*. Kisebb borítási értékkel fellépnek a *Bryum ventricosum, Brachythecium rutabulum, Calliergon cuspidatum, Chrysohypnum stellatum* és a *Pellia endiviaefolia*. A laza gyepszintet rendszerint Caricion davallianae fajok alkotják. A társulásra jellemző a mésztufa képződés.

A Cratoneuiron forráslápok, mint a friss, mészben gazdag vizek jellegzetes mohatársulásai, egész Európa hegyvidéki, alhavasi és havasi övében elterjedtek. A Cratoneurion csoporton belül eddig számos asszociációt írtak le. Az első leírás KOCH (1928)-tól származik, aki az Alpok meszes forráslápjait *Cratoneurum commutatum-Arabis bellidifolia*-ass. néven írja le. Hasonló jellegű társulást AICHINGER (1933) *Cratoneuretum commutati* néven írt le a Karawankákból. Újabban BRAUN-BLANQUET (1949) a Räti-Alpokból, HADAČ (1956) pedig a Magas-Tátrából említi. HADAČ a Cardamineto-Montion csoporton belül az *Epilobo-Cratoneuretum filicini* és a *Cratoneuro-Saxifragetum aizoidis* társulásokat különbözteti meg. OBERDORFER (1957) Délnyugat-Németország területén a régióknak megfelelően a következő asszociációkat különbözteti meg. A szubalpin régióban : *Pinguiculo (vulgaris)-Cratoneuretum*, praealpin régió : *Eucladio-Pinguiculetum alpinae* BR. BL. 1949, alpin régió : *Cratoneuro-Arabidetum* KOCH 1928. A nálunk előforduló, kétségkívül a Cratoneurion csoportba tartozó mohadús társulások nem azonosíthatók az eddig leírt asszociációkkal.

A hazai meszes forráslápokat, amelyek nálunk a domb- és hegyvidéki régiókban fordulnak elő, provizórikusan *Cariceto flavae-Cratoneuretum filicini* néven írjuk le, a *„Cratoneuretum"*-on belül, mint a Dunántúlon lokális asszociációt, mely a vizsgálati területen kívül megtalálható még Zalában, a tapolcai lápmedencében, Veszprém közelében a kádártai forrásoknál, Oroszlány környékén stb. Karakterfajoknak a *Cratoneurum filicinum* és a *C. commutatum* tekinthetők, valamint lokálisan a *Carex flava (6. táblázat)*.*

Az asszociáció szukcesszionális viszonyai egész Európa területén azonosak. A *„Cratoneuretum"*-ok, mint a meszes források pionír társulásai, elsősorban a Caricion davallianae csoport asszociációinak kiinduló pontját képezik. Az üde láprétek áramló talajvizű termőhelyet kedvelő tagjai *(Juncus subnodulosus, Eriophorum latifolium, E. angustifolium, Carex davalliana)* alkotják a gyepszintet.

* SOÓ (1957) az ország területén levő meszes forráslápokat provizórikusan *Cratoneuretum commutati hungaricum* néven említi.

6. táblázat

Cariceto flavae-Cratoneuretum filicini nom. prov.

Felvétel száma: Q = 5—10 m²	70	71	72	73	74	75	76
Equisetum palustre	—	—	1	1	—	—	+
Caltha palustris	—	—	—	1	—	—	1
Sium erectum	1	1—2	2	1	+—1	2	—
Valeriana dioica	1	1	—	1	—	1	1
Mentha aquatica	1	1	1	1	—	1	1
Cirsium rivulare	1	1	—	1	—	—	1
Juncus subnodulosus	2	2	2	2	2—3	2	2
Carex davalliana	—	—	1	1	1—2	1	1
C. flacca	—	—	—	—	—	1	1
C. panicea	—	—	—	—	+—1	1	1
C. flava	1	1—2	1—2	1	2	1	1
Phragmites communis	1	1	1	1	+	—	1
Holcus lanatus	—	—	—	1	—	1	—
Pellia endiviaefolia	1	—	1	—	—	1	—
Bryum ventricosum	1	2	2	2	2	1—2	1
Cratoneurum commutatum	—	—	1	—	2	—	—
C. filicinum	4	4	4	4	3—4	3	1—2
Chrysohypnum stellatum	1	2	1	1	—	—	—
Calliergon cuspidatum	1	1	1	1	—	2	1

Acc.: Epilobium parviflorum, Galium palustre, Prunella vulgaris, Taraxacum palustre, Triglochin palustre, Eriophorum latifolium, E. angustifolium, Eleocharis uniglumis, Carex distans, Molinia coerulea.

70—76. sz. felvétel: Sötét-rét, 1957. VI. 7.

Külön kell vennünk a forrásvízzel telt, friss mozgású csermelyek, forráskifolyók mentét, ahol a gazdag mohaszint dús, A—D = 2—5 értékű *Juncus subnodulosus* állománnyal párosul. Ezeknek az állományoknak összetétele 9 felvétel alapján a következő:

Cariceto-Cratoneuretum filicini

Juncus subnodulosus fácies

77—85. sz. felvétel: Q = 10—10 m²; Sötét-rét, 1957. VI. 7. (A fajnevek után az A—D és Fr van feltüntetve.)

Equisetum palustre 1, III, Caltha palustris 1, IV, Ranunculus repens 1, I, Lythrum salicaria 1, I, Sium erectum 1—2, V, Angelica silvestris 1, I, Galium uliginosum 1, I, Valeriana dioica 1, V, Mentha aquatica 1—2, V, Achillea asplenifolia 1, I, Chrysanthemum leucanthemum 1, I, Cirsium rivulare 1, II, Juncus subnodulosus 2—5, V, Carex gracilis 1, I, C. flacca 1, I, C. panicea 1, I, C. distans 1, I, Poa trivialis 1, I, Phragmites communis 1, V, Pellia endiviaefolia 1—2, III, Bryum ventricosum 1—2, IV, Cratoneurum filicinum 2—4, V, Chrysohypnum stellatum 1, II, Calliergon cuspidatum 1—2, V.

Ezek az állományok már átmenetet képeznek a *Glycerieto-Sparganietum Juncus subnodulosus* variánsa felé (l. 145. o.).

Figyelemre méltó a Sötét-rét nagyobb kiterjedésű forrásos helyén kialakult *Equisetum palustre* állomány, mely gazdag mohaszintjénél fogva, még szintén a meszes forráslápok körébe vonható.

Cariceto-Cratoneuretum filicini

consoc. Equisetum palustre

86. sz. felvétel: Sötét-rét, Q = 25 m²; 1957. VI. 7.

Equisetum palustre 3, Caltha palustris 1, Ranunculus repens +, Angelica silvestris 1, Valeriana dioica +, Prunella vulgaris +, Mentha longifolia 1, Mentha aquatica +—1, Achillea asplenifolia 1, Cirsium rivulare 1, Taraxacum palustre 1, Lychnis flos-cuculi (+), Carex gracilis 1—2, Poa trivialis 1, Phragmites communis 1, Holcus lanatus +, Bryum ventricosum 1, Cratoneurum filicinum 4, Calliergon cuspidatum 2, Brachythecium rutabulum +.

Caricion davallianae Klika 1934

Mészkedvelő üde láprétek

Schoenetum nigricantis (All. 1922) Koch 1926

Csátés láprét

Erősen meszes, vizenyős talajú, tőzeges területek egyik jellemző növénytársulása. Magyarországon eléggé elterjedt, a Dunántúl és a Duna—Tisza köze északi része számos pontján megtalálható.

A *Schoenetum* gyepszintje alacsony, rendszerint gazdag mohaszintű. Területünkön a *Bryum ventricosum* és a *Chrysohypnum stellatum* fajok játszanak szerepet.

A társulás igényes a talaj mésztartalma iránt, forrásos termőhelyen levő állományokban gyakori a mésztufa képződés (Koch 1926).

Koch (1926) szerint a *Schoenetum* infraaquatikus és szupraaquatikus módon jöhet létre. Az Aszófői Séd menti *Schoenetum*-ok esetében mindkét mód megfigyelhető.

Mint feltöltési társulás rendszerint a Magnocaricion rétek után következik. Ezekben az állományokban a rendszerint már csak csökkent vitalitással fellépő *Phragmites*, mint feltöltési reliktum játszik szerepet.

A szupraaquatikus keletkezési módnál a *Schoenus* mészben gazdag forrásokban, áramló talajvizű helyeken, vagy elsődleges megtelepedő, vagy a Cratoneurion társulások után jelenik meg közvetlenül.

A továbbfejlődés iránya rendszerint a *Molinietum*-hoz vezet, amire a *Schoenetum*-ban megjelenő *Molinietum*-elemek is utalnak.

A Caricion davallianae csoporton belül elég nehéz abszolút értelemben vett karakterfajokat megállapítani az egyes asszociációkra. A karakterfajok nagy része ún. „átnyúló" karakterfaj, mely a Caricion davallianae több asszociációjában is előfordulhat.

Az Aszófői Séd mentén eddig megfigyelt *Schoenetum*, ill. Caricion davallianae karakterfajok a következők: *Schoenus nigricans*, *Juncus subnodulosus*, *Eriophorum latifolium*, *Carex davalliana*, *C. hostiana*, *C. flava*. Az asszociáció listája három felvétel alapján az alábbi:

Schoenetum nigricantis

87—89. sz. felvétel: Q = 25 m², Sötét-rét; 1957. VI. 7.

Sanguisorba officinalis 1—2, 1, 1, Valeriana dioica +, +, +—1, Succisa pratensis +—1, +, Prunella vulgaris +, +, —, Mentha aquatica +, +, +, Serratula tinctoria +, 1, —, Centaurea pannonica +, —, +, Lysimachia vulgaris —, +, +, Juncus subnodulosus 1—2, 1, 2—3, Orchis palustris +, +, +—1, Schoenus nigricans 4, 3, 2—3, Carex daval-

liana +—1, —, 1, Eriophorum latifolium +, —, —, Carex flacca +, +, —, C. panicea 1, +, 1, C. hostiana +, —, +—1, Carex flava —, +, —, Molinia coerulea +, 1, 1, Phragmites communis +, +—1, +, Bryum ventricosum —, —, +—1, Chrysohypnum stellatum —, 1, +—1.

Acc.: Lythrum salicaria, Angelica silvestris, Galium verum, Achillea asplenifolia, Cirsium rivulare, Taraxacum palustre, Eriophorum angustifolium, Carex elata, C. distans, Briza media.

A *Schoenetum*-nál gyakori a komplex-képzés, különösen a *Juncus subnodulosus* lép fel kodominánsként (pl. **99.** sz. felv.). A tapolcai lápmedencében is az ilyen jellegű állományok borítják a legnagyobb területet, de a Duna—Tisza közi turjánvidéken is gyakoriak (Komlódi 1957). Ilyen jellegű réteket írt le Soó *Schoenus nigricans-Juncus subnodulosus-Sesleria uliginosa-Molinia coerulea* komplex, *Schoenus nigricans-Juncus subnodulosus*-ass., és *Schoeneto-Juncetum* néven (1930, 1932, 1933). Legújabb rendszerében (1957) ezt a komplexumot, mint a *Schoenetum* szubasszociációját határolja el *Schoenetum nigricantis juncetosum* néven. Az ilyen jellegű állományoknak a *Schoenetum*-hoz, vagy a *Juncetum*-hoz sorolása, éppen az átnyúló karakterfajok miatt, nem könnyű feladat.

Az európai irodalomban Allorge (1922) a párizsi medencéből *Schoenus-Juncus obtusiflorus*-ass. néven írja le ezt a láprétet. Klika (1929) az Elba völgyéből, Issler (1932) a Vogézekből, Vollmar (1947) a murnaui lápról, Hartog (1951) pedig Hollandiából említik a *Schoenus* és a *Juncus subnodulosus* együttes előfordulását (e két asszociáció komplexét, ill. a *Schoenetum*-nak *Juncus subnodulosus*-os fáciesét).

Juncetum subnodulosi (All. 1922) Koch 1926

Szittyós láprét

Ennek a jellegzetes megjelenésű, az ország területén több helyen (Dunántúl, Duna—Tisza köz északi része) előforduló lápréti asszociációnak néhány igen jól fejlett és nagy kiterjedésű állománya található az Aszófői Séd mentén, ahol a legelterjedtebb láprét típusnak tekinthető. A Sötét-rét pl. valószínűleg nagy kiterjedésű *Juncetum*-ának sötét színéről nyerte elnevezését.

Azoknak a növényállományoknak értékelése és elnevezése, melyekben a környező növényzettől élesen elütő sötétzöld *Juncus subnodulosus* dominál — nem egyszer nehézségekbe ütközik. Mint már említettük, a *Juncus* különféle, egymástól távolálló Magnocaricion, Glycerio-Sparganion, Cratoneurion, Caricion davallianae, Molinion, sőt Agrostion csoportok asszociációiban léphet fel fáciesképző vagy kodomináns faj gyanánt. Éppen ezért kissé részletesebben ismertetjük az igazi *Juncetum subnodulosi*-ra vonatkozó ismereteinket.

A típusos kialakulású állományok talaja rendesen tőzeges, mint vizsgálati területünkön a Sötét-rét, a „Felső-láprét" vagy a Jábodi-források környékén. A réti talajon kialakult *Juncus*-állományokat mindig kritikusan kell kezelni, mert azok rendszerint valamilyen réti asszociáció (pl. Agrostion) *Juncus*-os fáciesei, illetve konszociációi.

A *Juncus subnodulosus* gyep alatt a tőzegképződés folyamata általában hiányzik vagy gyengébb, mint a közel rokon *Schoenetum* vagy *Caricetum davallianae* alatt, mert a növény erős rizómája a talajt fellazítja, átszellőzteti (Koch 1926, Vollmar 1947). A másik ok az, hogy a *Juncus subnodulosus* szívesen települ forrásos, élénk vízmozgású vagy legalább mozgó talajvizű

7. táblázat

Juncetum subnodulosi (ALL. 1922) KOCH 1926

Felvétel száma: Q = 25 m²	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
Equisetum palustre	—	—	—	—	—	—	2—3	—	—	+	1	—	—	+	2	—
Caltha palustris	—	—	—	1	—	—	—	1—2	—	—	1	(+)	—	(+)	1	—
Ranunculus repens	1	—	+	—	—	—	1	—	—	—	—	+	—	—	1	—
R. acer	1	1	—	1	—	1	1	1	—	+	1	1—2	1	1	—	—
Potentilla anserina	—	—	+	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
P. reptans	—	—	+	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Sanguisorba officinalis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	2
Tetragonolobus siliquosus	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	—	1	+	—	—
Lotus corniculatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—
Lythrum salicaria	1	1	+	1	+	1	—	—	1	+	1	(+)	—	(+)	—	1
Epilobium parviflorum	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sium erectum	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Angelica silvestris	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	1—2	1	—
Galium palustre	1	1	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	1	—	—	—
Valeriana dioica	1	1	+	—	—	—	—	1	—	—	1	+—1	1	—	1	—
Succisa pratensis	1	1	—	1	+	1	—	—	—	—	—	—	1	+	1	—
Prunella vulgaris	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	—
Lycopus europaeus	—	—	+	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Mentha aquatica	1	1	+	1	—	—	1	1	—	1	1	—	—	1	1	—
Achillea asplenifolia	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	+	1	+	1	—
Chrysanthemum leucanthemum	—	—	(+)	—	—	—	1	—	—	—	—	(+)	1	+	—	—
Cirsium canum	—	—	+	—	—	—	1	—	—	+	—	—	—	—	1	—
C. rivulare	1	1	—	—	+	1	—	+	+	+	—	+	1	+	1	—
Serratula tinctoria	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
Centaurea pannonica	1	1	+	1	+	1	—	—	—	+	—	+	—	+	+	—
Lychnis flos-cuculi	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	+	+	—
Lysimachia nummularia	1	1	+	—	—	—	1	1	1	—	—	+	1	—	—	—
L. vulgaris	1	1	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—

Juncus subnodulosus	5	5	5	4	3	4	5	2—3	4—5	3	4—5	4—5	3	3—4	2	2
Orchis palustris	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	+	—	—	—	1
O. incarnata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Eriophorum latifolium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	+	—	—	1	—
E. angustifolium	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	1
Eleocharis uniglumis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	1	—	—	—	—	—
Schoenus nigricans	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Carex davalliana	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	1	1	(+)	—	—
C. gracilis	—	—	—	—	—	—	—	1	—	+—1	1	+	1	+—1	—	—
C. flacca	1	1	—	—	—	—	—	—	—	+	1	(+)	—	—	1	1
C. panicea	—	1	+	—	+	—	+	—	—	—	—	1	—	+	1	1
C. distans	—	1	—	—	+	—	1	—	1	—	1	(+)	1	—	—	1
C. hostiana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
C. flava	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Festuca pratensis	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	+	—	—
Poa trivialis	1	—	+	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	+	—	—
Briza media	—	1	+	—	—	—	—	—	—	—	1	+	1	+—1	—	—
Molinia coerulea	—	1	—	1	+	1	—	1	—	+	—	+	1	—	—	—
Phragmites communis	1	1	—	—	+	+	—	1	—	2	1	+	1	+	2	1
Holcus lanatus	+	+	+	—	—	—	+	1	1	—	—	—	—	+	—	—
Bryum ventricosum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—
Cratoneurum filicinum	3	2—3	1	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Chrysohypnum stellatum	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2—3	1—2	+	1	—	—	—
Calliergon cuspidatum	3	2	3	—	—	—	2	4	—	—	1—2	+	1	+—1	—	—
Brachythecium rutabulum	—	—	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B. salebrosum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Eurhynchium swartzii	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—

Acc.: Ononis hircina, Trifolium pratense, Vicia cracca, Lathyrus pratensis, Galium verum, G. mollugo, Linum catharticum, Mentha longifolia, Plantago major, Rhinanthus minor, R. glaber, Bellis perennis, Taraxacum palustre, Leontodon hispidus, Crepis biennis, Salix cinerea, Juncus atratus, J. articulatus, J. compressus, Carex appropinquata, C. vulpina, C. elata, Festuca arundinacea, Dactylis glomerata, Arrhenatherum elatius, Agrostis alba.

90—92. sz. felv.: „Felső-láprét", 1957. VI. 6. — **93—95.:** „Felső-láprét", 1956. VII. 2. — **96.:** Jábodi-forrás, 1957. VI. 7. — **97—98.:** Jábodi-forrás, 1956. VII. 2. — **99.:** Bozóti forrás, 1957. VI. 7. — **100—103.:** Sötét-rét, 1956. VI. 7. — **104— 105.:** Sötét-rét, 1956. VII. 2.

termőhelyre (Koch 1926, Issler 1932, Vollmar 1947, Schlüter 1955), ami pedig a tőzegképződésnek szintén nem kedvez.

A társulásnak egyik igen jellemző megjelenési formája az ún. „lejtőláp" (Gehängemoor), ami ott alakul ki, ahol az áramló talajvíz eléri a felszínt. Ez a megjelenési forma a Sötét-rét szélső, enyhe lejtésű szélein is előfordul (külföldről Libbert 1938 és Vollmar 1947 említik). Itt is megjegyezzük, hogy a *Juncetum* és a *Caricetum davallianae* igénye a talajvíz iránt igen közelálló, ezért gyakoriak a két asszociáció bonyolult komplexei az ilyen lejtőlápos helyeken (l. 158. o.).

A *Juncetum subnodulosi* gyakran a lápréti szukcesszió során Magnocaricion társulást követ (pl. *Caricetum gracilis*-t a „Felső-láprét"-en). Az ilyen, nemegyszer *Magnocaricetum*-ok közé ékelődött *Juncus* állományok florisztikailag inkább a Magnocaricion csoportba tartoznak, mint a megfelelő magassásos asszociációk konszociációi. Ilyen állományról ír Soó (1930) Lesence-istvándról *Carex acutiformis-Juncus subnodulosus-ass.* néven. Néha a forrásos helyeken elsődlegesen megtelepedő *Cratoneurum*-ot követi. A Sötét-rét néhány pontján tanulmányoztunk ilyen *Juncetum*-okat. A típusos *Juncetum subnodulosi*-ra általában ez a kialakulási forma jellemző.

Itt a két asszociáció között a *Cariceto-Cratoneuretum filicini Juncus subnodulosus* fáciese létesít összeköttetést (vö. 151. o.). Végül egyes helyeken, különösen a kultúrdevasztált források körül, ahol a mohavegetációt elpusztították, elsődleges megtelepedő is lehet.

A sekély, tiszta vizű tavak, árkok medrében feltöltőként is szerepelhet (Koch 1926, Issler 1932, Libbert 1938). Területünk ilyen jellegű *Juncus subnodulosus*-ban gazdag állományait elsősorban ökológiai alapon, valamint a Caricion davallianae karakterfajok gyakori hiánya miatt — a *Glycerieto-Sparganietum Juncus subnodulosus*-os variánsához soroltuk (l. 151. o.).

A szukcesszió további menete alatt a *Juncetum*-ot Molinion vagy Agrostion jellegű rét váltja fel, melynek nedvesebb helyein a *Juncus* nemegyszer steril tömegei fáciesképzők lehetnek.

A *Juncetum*-on belül alig beszélhetünk fáciesképzésről, mert a *Juncus* dinamikus tömege, nagy konkurrencia ereje lehetetlenné teszi más fajok nagytömegű behatolását. A komplexképzés jelensége itt is előfordul — erre vonatkozólag utalunk a *Schoenetum*-nál (153. o.) és a *Caricetum davallianae*-nál (158. o.) mondottakra.

A Caricion davallianae csoport társulásai közt ez a legfajgazdagabb. A megfigyelt Caricion davallianae karakterfajok: *Juncus subnodulosus*, *Epipactis palustris*, *Orchis incarnata*, *Eriophorum latifolium*, *Schoenus nigricans*, *Carex davalliana*, *C. hostiana*, *C. flava*. Néhány Molinion karakterfaj is fellép, mint a *Sanguisorba officinalis*, *Succisa pratensis*, *Cirsium rivulare*, *Serratula tinctoria*, *Taraxacum palustre*, *Molinia coerulea*. Mohaszintje elég fejlett *(7. táblázat)*.

Caricetum davallianae (Br. Bl. 1924, Dutoit 1924) Koch 1928

Sásos láprét.

A *Juncetum*-hoz hasonló nedvesség-igényű, meszes, tápanyagdús termőhelyen élő, tőzegképző együttes. Területünkön alárendelt szerepet játszik a Sötét-réten.

8. táblázat

Caricetum davallianae (Br. Bl. 1924, Dutoit 1924) Koch 1928

Felvétel száma: Q = 25 m²	106	107	108	109	110	111	112
Equisetum palustre	+	(+)	—	—	—	—	—
Ranunculus acer	—	+—1	1—2	+	+—1	+—1	1
Sanguisorba officinalis	+	—	1—2	1	2	1	(+)
Trifolium pratense	—	(+)	(+)	—	—	—	—
Tetragonolobus siliquosus	—	+	+	—	—	+	+
Lythrum salicaria	+	—	—	—	—	+	—
Angelica silvestris	—	+—1	+	—	—	—	—
Galium palustre	+	—	+	+	+	+	(+)
Valeriana dioica	+	+	+—1	—	+	+	+—1
Succisa pratensis	+	+	—	1	+	1	1
Prunella vulgaris	1	+	+	—	+	+	+
Mentha aquatica	+	+	+	(+)	+	—	+
Achillea asplenifolia	—	+	(+)	—	—	+	+
Chrysanthemum leucanthemum	—	—	(+)	—	—	(+)	+
Cirsium canum	—	+	—	—	—	+	—
C. rivulare	—	+	—	+	—	(+)	—
Serratula tinctoria	+	—	—	+	—	+	—
Centaurea pannonica	—	+	+	—	+	+	+
Taraxacum palustre	+	—	+	—	—	—	+
Lysimachia nummularia	—	+	+	—	—	—	—
Juncus subnodulosus	—	+	—	—	+	—	2—3
Orchis palustris	+—1	+	+	+—1	+	+	+
Eriophorum latifolium	—	+	—	—	—	—	—
E. angustifolium	—	+—1	+	—	—	—	+
Schoenus nigricans	+—1	—	—	—	2	—	—
Carex davalliana	2	2	4	3—4	3	2—3	2—3
C. appropinquata	—	2—3	—	—	—	—	—
C. vulpina	—	+	—	—	—	(+)	—
C. gracilis	—	2	—	—	—	—	—
C. elata	3	—	—	—	—	—	—
C. flacca	—	+	(+)	1—2	—	2—3	(+)
C. panicea	+—1	1—2	1	1—2	2	2	1
C. distans	—	+	+	—	1	+	+
C. hostiana	—	—	—	+	1—2	+	—
C. flava	+	—	—	—	—	—	+
Briza media	—	+	+	(+)	+	+	+
Molinia coerulea	—	(+)	+—1	1	—	1	—
Phragmites communis	1	+	1	+	—	+	+
Agrostis alba	—	(+)	—	—	+	—	—
Chara sp.	+	—	—	—	—	—	—
Bryum ventricosum	—	+	—	—	—	1	—
Chrysohypnum stellatum	+	+	—	—	+—1	1	+—1
Calliergon cuspidatum	—	+	1	—	—	—	+—1
Brachythecium rutabulum	—	+	1	—	—	—	—
Eurhynchium swartzii	—	+	—	—	—	—	—

Acc.: Caltha palustris, Ranunculus repens, Vicia cracca, Galium uliginosum, G. verum, Lychnis flos-cuculi, Juncus inflexus.

106—112. sz. felvétel: Sötét-rét, 1957. VI. 7.

Szukcesszionális szerepe a *Juncetum*-éhoz hasonló, rendszerint magassásost követ, mikor annak növényei *(Carex elata, C. appropinquata)* fáciesképzőként megtalálhatók a társulásban (**106—107.** sz. felv.), máskor a *Cra-*

toneuretum-hoz kapcsolódik (KULCZINSKY 1928), sőt, meszes források benövésével — a *Juncetum*-hoz hasonlóan és azzal néha komplex- vagy fácies képzésében — elsődleges megtelepedő is lehet.

A Caricion davallianae karakterfajok közül ebben a társulásban feljegyeztük a *Carex davalliana, Juncus subnodulosus, Eriophorum latifolium, Carex hostiana, C. flava* fajokat. A Molinion karakterfajok *(Sanguisorba, Succisa, Serratula, Taraxacum palustre, Molinia coerulea)* egyszersmind a szukcesszió további irányát jelzik. A Molinion felé mutató állományokban gyakran nagyobb borítással szerepel a *Carex flacca* (**111.** sz. felvétel).

Az asszociációnak leginkább a *Juncus subnodulosus*-sal alkotott komplexe ismeretes (**112.** sz. felvétel). Ilyen jellegű társulást *Caricetum davallianae juncetosum subnodulosi* néven közöl Soó (1957).

Molinion coeruleae KOCH 1926

Kiszáradó láprétek

Ez a különösen a Dunántúlon fontos lápréti asszociáció egész elterjedési területén mészben gazdag, semleges vagy bázikus, csak ritkán gyengén savanyú reakciójú tőzeg- és réti talajon fordul elő. Talajvíz rendszerint csak kora tavasszal található a felszín közelében, nyár közepére a talaj felső rétege kiszárad, miáltal több szárazabb termőhely igényű növény jelenik meg benne.

A társulás vagy Magnocaricion vagy Caricion davallianae asszociációból alakul ki a szukcesszió természetes menete (elsősorban kiszáradás) vagy emberi behatás (lecsapolás, tőzegkitermelés, kaszálás stb.) következtében. ZÓLYOMI (1931) szerint „... a *Molinietum* nem kultúrhatás folytán létrejött növényszövetkezet, csupán kultúrhatás, nevezetesen lecsapolás következtében egyéb mocsári növényszövetkezeteket felváltó és kiterjesztett areájú és végül a kaszálás folytán állandósított asszociáció." VANDEN BERGHEN (1951) a *Molinietum*-ot „semi-naturalis rét"-nek nevezi. A kékperjés rét létrejöhet egykori láperdők kiirtása után is (vö. AICHINGER 1950, BANDEN BERGHEN 1951, VALEK 1954).

Háborítatlan körülmények között a lápréten megtelepedő *Frangula alnus* és *Salix cinerea* cserjék záródott bokorfüzesén *(Salicetum cinereae)* keresztül a szukcesszió menete a láperdőig *(Alnetum)* jut. Ezt azonban ma már az állandó kaszálás rendesen megakadályozza.

A vizsgálati területen *Molinietum*-ot csak a „Felső-láprét"-en találtunk, ahol valószínűleg *Caricetum gracilis*-ből alakult ki. A Sötét rét-en kialakult *Molinietum* nincsen, bár maga a *Molinia coerulea* egyes Caricion davallianae társulások degenerációs fázisának őszi aszpektusában feltűnő szerepet játszik.

Molinietum caricetosum paniceae KOCH 1926

113. sz. felvétel: Q=25 m², „Felső-láprét"; 1957. VI. 6

Equisetum arvense +, Ranunculus acer 1, Potentilla reptans +, Sanguisorba officinalis +, Trifolium pratense 1, Tetragonolobus siliquosus +, Lythrum salicaria +, Galium verum (+), Valeriana dioica (+), Succisa pratensis 1—2, Linum catharticum 1, Calystegia sepium (+), Rhinanthus minor +, Cirsium rivulare (+), Serratula tinctoria 1, Centaurea pannonica +, Lysimachia vulgaris +, Salix rosmarinifolia 1, S. cinerea +, Juncus subnodulosus +, Orchis palustris (+), Eleocharis uniglumis +, Carex gracilis

+—1, C. flacca 1, C. panicea 2—3, C. distans +—1, C. vesicaria +, Briza media +, Molinia coerulea 2—3, Deschampsia caespitosa +, Agrostis alba +, Chrysohypnum stellatum +—1, Calliergon cuspidatum 1—2.

Az asszociáció karakterfajai területünkön: *Sanguisorba officinalis, Succisa pratensis, Serratula tinctoria, Molinia coerulea.* A Caricion davallianae karakterfajok közül csak a *Juncus subnodulosus* került bele a felvételbe.

Agrostion albae Soó 1933 emend. 1940

Mocsárrétek

Festucetum pratensis hungaricum Soó (1938) 1955

Réticsenkeszes mocsárrét

A mocsári kaszálók a patak környezetének magasabb, szárazabb részein alakultak ki, így már kívül esnek eredeti célkitűzésünk keretein. Az Aszófői Séd és a Vekeny-patak egyesülése tájékán azonban a völgy alján olyan együttesek élnek, melyek bár sok Magnocaricion és Molinion fajt is tartalmaznak, mégis a mocsárrétekhez sorolhatók.

Festucetum pratensis

114—115. sz. felvétel: Q = 25 m²; 1957. VI. 7

Equisetum arvense 1, —, E. palustre —, +, Caltha palustris —, +, Ranunculus acer 1—2, 2, Ononis spinosa +, —, Medicago lupulina +, —, Trifolium pratense 1, +, Tetragonolobus siliquosus +, —, Lotus corniculatus —, +, Lathyrus pratensis 1, +, Angelica silvestris +, +, Pastinaca sativa 1, —, Galium palustre —, +, G. verum +, —, G. mollugo +—1, +, Valeriana dioica —, +, Succisa pratensis —, +, Linum catharticum —, +, Prunella vulgaris —, +—1, Mentha aquatica —, +, Rhinanthus minor +, —, Plantago major +, +, Achillea millefolium +, +, Chrysanthemum leucanthemum +, +, Cirsium canum 1—2, 1—2, C. rivulare —, +, Centaurea pannonica +, +, Leontodon hispidus +, —, Lychnis flos-cuculi —, +, Cerastium vulgatum +, +, Lysimachia nummularia +, +, Orchis palustris +, —, Juncus subnodulosus +, +, Carex davalliana —, +, C. vulpina +, —, C. gracilis —, 2, C. elata —, +, C. flacca —, +, C. panicea +, 1, C. distans 1—2, 1—2, Festuca pratensis 3, 2—3, Poa pratensis 1—2, 1—2, Dactylis glomerata +, +, Briza media +, +—1, Molinia coerulea —, +, Phragmites communis +—1, +, Deschampsia caespitosa —, +, Agrostis alba 1, +, Brachythecium rutabulum 2, —, Calliergon cuspidatum —, 1.

Összefoglalás

Az Aszófői Séd mentének a víztől közvetlenül függő növényzetét tanulmányoztuk. A kapott eredmények az alábbiakban foglalhatók össze:

1. A patakmederben mindenhol, ahol természetes vegetáció díszlik, a *Glycerieto-Sparganietum neglecti* asszociáció különféle variánsai és fáciesei nőnek.

2. A nagyobb kiterjedésű nedves réteket („Felső-láprét", Sötét-rét és a Vekeny-patak torkolatának környéke) túlnyomórészt mészkedvelő üde láprétek *(Schoenetum nigricantis, Juncetum subnodulosi, Caricetum davallianae)* komplexumai, a szárazabb részeket *Molinietum* vagy *Festucetum pratensis* borítják.

3. A Sötét-réten eredő források körül kialakuló dúsan mohapárnás, laza gyepszintű asszociációt provizórikusan *Cariceto flavae-Cratoneuretum filicini* néven különböztetjük meg.

4. A többi (Phragmition, Magnocaricion csoportba tartozó), részletesen ismertetett asszociáció alárendelt szerepű.

5. Rá kell mutatnunk a fitocenózisok és a víz kémiai tulajdonságai közt található éles párhuzamra. A források széndioxidban gazdag, oxigénben viszonylag szegény vize által öntözött *Cratoneuretum* a víz szabad széndioxid tartalmához kötött ($CO_2 > 10$ mg/l, pH $< 7{,}9$). A *Glycerieto-Sparganietum* variánsai, különösen a *Juncus subnodulosus*-os (incl. *Chara hispida*-fácies) a még friss, élénkmozgású szakaszok jellemzői, ahol a víz oxigéntelítettsége már 100% fölött van, a szabad CO_2 pedig minimumra csökken. A lassú, pangó vizű részeken az oxigéntelítettség meghaladhatja a 200%-ot, az oldott széndioxid eltűnik, sőt karbonát keletkezik, aminek következtében a pH egészen 8,3-ig emelkedhet. Ilyen helyeken mocsári elemekben gazdag *Glycerieto-Sparganietum* magassásos variánsa, *Caricetum gracilis*, sőt nádas töredékek jelennek meg. Entz (1958, 130.) megállapítása szerint ezek a szakaszok a patakvíz kemizmusának megváltozásával (beömlő vizek, források stb.) szabályosan és azonos sorrendben megismétlődnek és a magasabbrendű növények alkotta asszociációkkal is jól jellemezhetők.

IRODALOM

Aichinger, E. (1933): Vegetationskunde der Karawanken. — *Pflanzensoziologie* **2**, 1—329.

Aichinger, E. (1950): Die Wiesen als Vegetationsentwicklungstypen. — *Mitt. Landw. Arbeitsgem. Hochs. f. Bodenk. Wien* **1**, 17—23.

Allorge, H. (1922): Les associations végétales du Vexin française. *Rev. gen. Bot.* **33**, 622—626., 644—652., 708—712.

Arndt, A. (1939): Die Wiesen und Dauerweiden des unteren Berstetales in der westlichen Niederlausitz. — *Verh. bot. Ver. Brandenburg* **79**, 1—26.

Boer, A. C. (1942): Plantensociologische Beschrijving van de Orde der Phragmitetalia. — *Nederl. Kruidk. Arch.* **52**, 237—302.

Braun-Blanquet, J. (1949): Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens III. — *Vegetatio, Den Haag* **1**, 258—316.

Braun-Blanquet, J. und Tüxen, R. (1950): Irische Pflanzengesellschaften. — *Veröff. Geob. Inst. Rübel* **25**, 224—415.

Büker, R. (1939): Pflanzengesellschaften des Messtischblattes Lengerich in Westfalen. — *Abh. Landesmus. Prov. Westfalen* **10** (1), 1—108.

Eggler, J. (1933): Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Graz. — *Fedde Rep. Spec. Nov. Regn. Veg. Beih.* **73**, 1—96.

Entz B., Kol E., Sebestyén O., Stiller J., Tamás G. és Varga L. (1954): A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata I. A Pécsely-patak. — *Annal. Biol. Tihany* **22**, 61—184.

Entz B. (1958): Az Aszófői Séd továbbá a Pécsely-patak és az Aszófői Séd torkolata közt a Balatonba ömlő patakok hőmérsékleti és vízkémiai viszonyai. — A pataki elsődleges termelésről. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 109—136.

Graebner, P. und K. Hueck (1931): Die Vegetationsverhältnisse des Dümmergebietes. — *Abh. Westfäl. Prov. Mus. Naturk.* **2**, 59—83.

Hadač, E. (1956): Rostlinná společenstva Temnosrečinové doliny ve Vysokých Tatrách. — *Biol. Prace Bratislava* **2**, 1—78.

Hartog, D. C. (1951): De plantensociologische structuur van de Binnen-Geul. — *Nederl. Kruidk. Arch.* **58**, 141—175.

Horvatič, S. (1931): Die verbreitetsten Pflanzengesellschaften der Wasser- und Ufervegetation in Kroatien und Slavonien. — *Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb* **5**, 57—118.

Issler, E. (1932): Les associations des Vosges méridionales et la plaine Rhenane avoisinante III. Les prairies. A) Les prairies non fumées du ried Ello-Rhenan et le Mesobrometum du Haut Rhîn. — *Colmar* **1932,** 1—88.

Klika, J. (1929): Přispěvek ke geobotanickému przkumů střědniho Polabi. (Une contribution à l'étude sociologique des associations de la vallée de l'Elbe (Labe). — *Vestn. Král. Spol. Nauk.* **1929,** 1—25.

Klika, J. (1934): O rostlinných společenstvech stankovanských travertinů a jejich sukcesi. — *Roz. II. Tr. Česk. Akad.* **44,** 1—11.

Klika, J. (1946): Rostlinosociologicki jednotky slatin a lučnich porostú v Polabi. — *Vestn. Král. Spol. Nauk.* **1946,** 1—31.

Knapp, R. (1945): Die Pflanzengesellschaften der Wiesen und Weiden in Mitteleuropa und ihre wirtschaftliche Bedeutung. — *Halle (Saale)* 1—35. (Litogr.)

Knapp, R. (1946*a*): Zur Systematik einiger Pflanzengesellschaften der Moore und Ufer. — *Heidelberg,* 1—19. (litogr.)

Knapp, R. (1946*b*): Über Wiesen des nordöstlichen Oberrhein-Ebene und ihre wirtschaftliche Bedeutung. — *Heidelberg,* 1—32. (Litogr.)

Knapp, R. (1946*c*): Über Pflanzengesellschaften der Wiesen und Weiden im Odenwald. — *Erbach,* 1—29. (Litogr.)

Knapp, R. (1948): Einführung in die Pflanzensoziologie 2. Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. — *Stuttgart,* 1—94.

Koch, W. (1928): Die höhere Vegetation der subalpinen Seen und Moorgebiete des Val Piora (St. Gotthard-Massiv.) — *Schweiz. Z. Hydrologie.* **4,** 131—174.

Kol E. (1957): Az Aszófői Séd mikrovegetációja. I. Algák (Kovamoszatok kivételével).— *Annal. Biol. Tihany* **24,** 103—130.

Komlódi, M. (1958): Die Pflanzengesellschaften in dem Turjangebiet von Ócsa—Dabas (Donau-Theiss Zwischenstromgebiet) — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **4,** 63—92

Kovács M. (1956): A kékperjés rétek (Molinietum coeruleae, Junceto-Molinietum). szerepe és jelentősége rétgazdálkodásunkban. — *Agrártud. Egy. Agronom. Kar Kiadv.* **3,** 1—27.

Kovács M. (1957*a*): A nógrádi flórajárás Magnocaricion társulásai. — *Bot. Közl.* **47,** 131—151.

Kovács M. (1957*b*): Magyarország láprétjeinek cönológiai és ökológiai viszonyai. — *Budapest,* 1—181. (Kandidátusi értekezés ; kézirat.)

Kuhn, K. (1937): Die Pflanzengesellschaften im Neckargebiet der Schwäbischen Alb. — *Herausg. Würtemb. Landesst. Naturschutz, Öhringen,* 1—340.

Kulczynski, S. (1928): Zespoly roslín w Pieninach. (Die Pflanzenassoziationen der Pieninen.) — *Bull. Inst. Akad. Pol. Sci. et Lettres Suppl.* **2,** 57—203.

Libbert, W. (1932): Die Vegetationseinheiten der neumärkischen Staubeckenlandschaft unter Berücksichtigung der angrenzenden Landschaften. — *Verh. Bot. Ver. Brandenburg,* **74,** 10—93.

Libbert, W. (1938): Flora und Vegetation des neumärkischen Plönetales. — *Verhandl. Bot. Ver. Brandenburg,* **78,** 72—143.

Libbert, W. (1940): Die Pflanzengesellschaften der Halbinsel Darss (Vorpommern). — *Fedde Rep. Spec. Nov. Regn. Veget. Beih.* **114,** 1—95.

Lukacsovics F. (1957): Az Aszófői Séd vízi és vízfelszíni Hemipterái. — *Annal. Biol. Tihany* **24,** 131—132.

Máthé I. (1956): Vegetációtanulmányok a nógrádi flórajárás területén, különös tekintettel rétjeinek, legelőinek ökológiai viszonyaira. — *MTA Agrártud. Oszt. Közl.* **9,** 1—56.

Nagy É. (Domokosné) (1955): Vázlatok a türjei láprétek növényzetéről. — *Ann. Hist.-Nat. Mus. Nat. Hung.* **6,** 181—188.

Oberdorfer, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. — *Pflanzensoziologie* **10,** 1—564.

Passarge, H. (1955): Die Ufervegetation des Brisenen Sees. — *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. H. S.* **1955,** 91—98.

Reynaud-Beauverie, M. A. (1935): Les differents modes d'atterissement des étangs de la Dombes, conséquences practiques remides proposés. — *Bull. Soc. Bot. France* **82,** 359—375.

Rochow, M. (1951): Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. — *Pflanzensoziologie* **8,** 1—40.

Roll, H. (1939): Limnologische und pflanzensoziologische Beobachtungen in der Kurmark. — *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **57,** 265—278.

Ruoff, S. (1922): Das Dachauer Moor. — *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **17,** 142—200.
Sauer, F. (1937): Die Makrophytenvegetation ostholsteinischer Seen und Teiche. Soziologisch-limnologische Untersuchungen. — *Arch. f. Hydrobiol. Suppl.* **6,** 431—592.
Schlüter, H. (1955): Das Naturschutzgebiet Straussberg. — *Fedde Rep. Spec. Nov. Regn. Veget. Beih.* **135,** 260—350.
Schnell, F. H. (1939): Die Pflanzenwelt der Umgebung von Lautelbach (Hessen). — *Fedde Rep. Spec. Nov. Regn. Veget. Beih.* **112,** 1—106.
Schulz, M. (1941): Die Vegetation des Drausengebietes. — *Sonderd. aus Schriften der physik.-ökonom. Ges. Königsberg,* **1941,** 1—118.
Schwickerath, M. (1944): Das Hohe Venn und seine Randgebiete. — *Pflanzensoziologie* **6,** 1—278.
Sillinger, P. (1933): Monografická studie o vegetaci Nizkých Tater. — *Knikovna sborů pro vyzkum slovenska a podkarpatski zusi pri slovaskim ustavu v Praze,* **6,** 1—338.
Soó, R. (1927): Geobotanische Monographie von Kolozsvár (Klausenburg). — *Debr. Tisza I. Tud. Társ. Honsim. Biz. Kiadv.* **15—16,** 1—152.
Soó R. (1930): Adatok a Balatonvidék flórájának és vegetációjának ismeretéhez II. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **3,** 158—169.
Soó R. (1931): Adatok a Balatonvidék flórájának és vegetációjának ismeretéhez III. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **4,** 292—319.
Soó R. (1932): Adatok a Balatonvidék flórájának és vegetációjának ismeretéhez. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **5,** 112—121.
Soó R. (1933*a*): A Balatonvidék növényszövetkezeteinek szociológiai és ökológiai jellemzése. — *Mat. Term. Tud. Ért.* **50,** 669—712.
Soó R. (1933*b*): Összehasonlító növényszociológiai tanulmányok I. — *Bot. Közl.* **30,** 58—69.
Soó R. (1939): Vízi, mocsári és réti növényszövetkezetek a Nyírségen. — *Bot. Közl.* **35,** 249—273.
Soó R. (1944): A Székelyföld növényszövetkezeteiről. — *Múz. Füz.* **2,** 12—59.
Soó, R. (1947): Revue systématique des associations végétales des evirons de Kolozsvár.— *Acta Geob. Hung.* **6,** 3—50.
Soó, R. (1949): Les associations végétales de la Moyenne Transsylvanie II. Les associations des marais, des prairies et des steppes. — *Acta Geob. Hung.* **6,** 3—107.
Soó R. (1953): Bátorliget növényvilága. — In *Bátorliget élővilága. — Akad. Kiadó, Budapest,* 15—57.
Soó, R. (1955): La végétation de Bátorliget. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **1,** 301—334.
Soó, R. (1957): Systematische Übersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften I. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **3,** 317—373.
Tallós P. (1954): A pápakovácsi láprét növénytársulásai és fásítása. — *Erd. Kut.* **4,** 55—69.
Tamás G. (1957): Az Aszófői Séd kovamoszatai. — *Annal. Biol. Tihany* **24,** 133—154.
Tüxen, R. (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. — *Mitt.-flor. soz. Arbeitsgem. Niedersachens* **3,** 3—170.
Tüxen, R. und Preising, E. (1951): Erfahrungsgrundlagen für die pflanzensoziologische Kartierung des westdeutschen Gründlandes. — *Angew. Pflanzensoziologie, Stolzenau/Weser* 1—30.
Valek, B. (1954): Půdy porostů Molinia coerulea v Čechach a jejich vztach k půdam ostatnich rašelinnych porostů I. Molinietum coeruleae na půdach alkalichych. — *Preslia,* **26,** 385—414.
Vanden Berghen, C. (1951): Les prairies a Molinia de Belgique. — *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* **83,** 373—403.
Vanden Berghen, C. (1952): Contribution a l'étude des bas marais de Belgique (Caricetalia fuscae W. Koch 1926). — *Bull. Jard. Bot. Bruxelles* **22,** 1—64.
Varga L. 1957 : Az Aszófői Séd kerekesférgei (Rotatoria) és csillóshasú férgei (Gastrotricha). — *Annal. Biol. Tihany* **24,** 155—164.
Vollmar, F. 1947 : Die Pflanzengesellschaften der Murnauer Moore. Teil I. — *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **27,** 13—97.
Zólyomi B. 1931 : A kultúra katása a vegetációra a Hanság medencéjében. — *Debr. Tisza I. Tud. Társ. Munk.* **4,** 120—128.

VEGETATIONS-STUDIEN AN DEN UFERN DES BACHES ASZÓFŐI SÉD (BALATON-GEGEND, WESTUNGARN)

Margit Kovács und *Lajos Felföldy*

Zusammenfassung

In dieser Arbeit sind nur jene Pflanzenassoziationen behandelt, die am Bach „Aszófői Séd" wachsen und unmittelbar nur vom Wasser des Baches oder von der Quelle Feuchtigkeit erhalten. Die Assoziationen sind auf Seite 141. aufgezählt, und die Zusammensetzung der einzelnen Pflanzenbestände ist in den *Tabellen 1—8* zu finden. Die in dem Texte und in den Kopfleisten der *Tabellen* fettgedruckten Reihenzahlen der einzelnen Aufnahmen (Aufnahme No. **1—115**) sind auch auf der Karte der *Figur 1* eingetragen.

In dem Bett des Baches selbst, wo eine natürliche Vegetation überhaupt vorkommt, wachsen die verschiedenen Varianten und Fazies-Bestände des *Glycerieto-Sparganietums* typicum (siehe Aufnahme No. **6—15.** *Tab. 2*). Die wichtigsten faziesbildenden Arten sind: an den mit schnell bewegtem Wasser gekennzeichneten Stellen *Juncus subnodulosus* (**16—48**. *Tab.* 3), an langsam fliessenden, schattigen Teilen *Glyceria plicata* oder *Catabrosa aquatica* (**6—8**. *Tab. 2*) und in flachen, stagnierenden, etwas sumpfigen Strecken *Carex gracilis* (**49—55.** *Tab. 4*).

Grössere Moor- und Sumpfwiesen befinden sich nur an drei Stellen („Felső-láprét", „Sötét-rét" und bei der Einmündung des Baches „Vekeny-patak") längs des Baches. An nassen, quellreichen Teilen dieser Wiesen dominieren die zum Verband Caricion davallianae gehörenden Moorwiesen: *Schoenetum nigricantis* (Aufnahme No. **87—89**), *Juncetum subnodulosi* (**90—105**. *Tab. 7*). *Caricetum davallianae* (**106—112**. *Tab. 8*) und ihre Komplexe. An trockneren Flecken leben Molinieten (Aufnahme No. **113**) oder *Festuca pratensis*-Bestände (No. **114—115**).

Nennenswert sind noch die auf der Wiese „Sötét-rét" um die Quellen ausgebildeten Pflanzengesellschaften mit spärlicher Krautschicht und gut entwickelten, von kalktuffbildenden Arten *(Cratoneurum filicium, C. commutatum)* beherrschten Moospolster. Die Krautschicht wird durch einige in den Caricion davallianae Verband gehörige Charakterarten gebildet, die auf Standorten mit strömendem Grundwasser wachsen *(Juncus subnodulosus, Eriophorum latifolium, E. angustifolium, Carex davalliana* usw.). Diese Pflanzengesellschaft wird provisorisch als *Cariceto flavae-Cratoneuretum filicini* beschrieben. **(70—76** *Tab. 6* und **77—86).**

Die Bestände der Phragmition (No. **1—5** *Tab. 1*) und Magnocaricion (No. **56—57 68—69** und **60—67** in *Tab. 5*) spielen keine wichtige Rolle in dem studierten Gebiet

AZ ASZÓFŐI SÉD MALACOSTRACA FAJAINAK ELTERJEDÉSI ÉS ÖKOLÓGIAI VIZSGÁLATA*

LUKACSOVICS FERENC

Érkezett: 1958. március 4

Az 1953—57-ig terjedő években kutatói munkaközösség vizsgálta a Balatonba ömlő Aszófői Séd élővilágát. Ezekbe a vizsgálatokba 1954-ben kapcsolódtam be, és úgy a nyári, mint a téli hónapokban, gyakran végeztem további gyűjtéseket és megfigyeléseket a Séd környékén. A *2. ábrán*[1] megjelölt gyűjtőhelyeken kívül, más szakaszokban is történtek gyűjtések, különösen a sással és náddal benőtt területeken folyó patakrészekben, vagy feltűnően fertőzött *Gammarus* populációk lelőhelyein stb. A gyűjtött anyagot 60%-os alkoholban vagy 4%-os formalinban konzerváltuk.

A gyűjtések eredményeként a következő Malacostraca fajokat mutattuk ki:

Asellus aquaticus (L) RACOWITZA,
Gammarus (Rivulogammarus) roeseli GERVAIS,
(syn Carinogammarus triacanthus SCHÄF.),
Gammarus fossarum KOCH,[2]
Synurella ambulans FR. MÜLLER,
Astacus fluviatilis FABRICIUS.

E csekély fajszám ellenére a Malacostracák igen fontos tagjai a pataki életközösségnek, mert egyedszámuk rendkívül magas értékeket ér el a patak némely szakaszán, az évnek minden szakában. Előbbi megállapítás természetesen csak a *Gammarus roeseli*re érvényes. Jellemző sokaságukra, hogy egy 10 cm átmérőjű hengeres fémrostával a növények szubmerz részéről 3—4 merítéssel több száz állatot lehet kiemelni.

Meg kell jegyezni, hogy a kb. 1500 megvizsgált *Gammarus roeseli* példány közül, egyetlen olyat nem találtunk, amely morfológiailag a típust képviselte volna, ellenkezőleg, mind a „*triacanthus*" sajátságaihoz állott közelebb.[3]

A begyűjtött *Asellus*ok gondos átvizsgálás után *Asellus aquaticus* (L.) RACOWITZA-nak bizonyultak (RACOWITZA 1919, MOON 1953).

* A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biologiai viszonyai II. Az Aszófői Séd munkaközösségben végzett tanulmány részlete.

[1] Ábrára és jelzésekre való hivatkozásnál lásd a 103. oldal *2. ábráját*, valamint a 102. oldalon levő ábramagyarázatot.

[2] 1955. II. 18-án R. DR. STILLER JOLÁN levélben értesitett, hogy 1953. évben végzett gyűjtésében a Sédből 2 db *Gammarus fossarumot* talált. Későbbi időkben történt gyűjtéseinkben ezekből egyetlen példányt nem sikerült felkutatni.

[3] Ezzel a kérdéssel más helyen kívánok részletesebben foglalkozni.

Elterjedési és ökológiai viszonyok

Asellus aquaticus

A *Gammarus roeseli*vel együtt a pataknak jóformán minden szakaszában, valamint minden forrásában megtaláltuk. Általában a lassú folyású, növényzettel benőtt patakrészekben mutatkozott nagyobb egyedszámban, de a gyors folyású szakaszok szegélynövényzetének gyökérfonadéka között is akadt elvétve egy-két példány. Feltűnően nagy és lilás példányok a Sötétrét (*2. ábra* C) ásott gödreiben voltak.

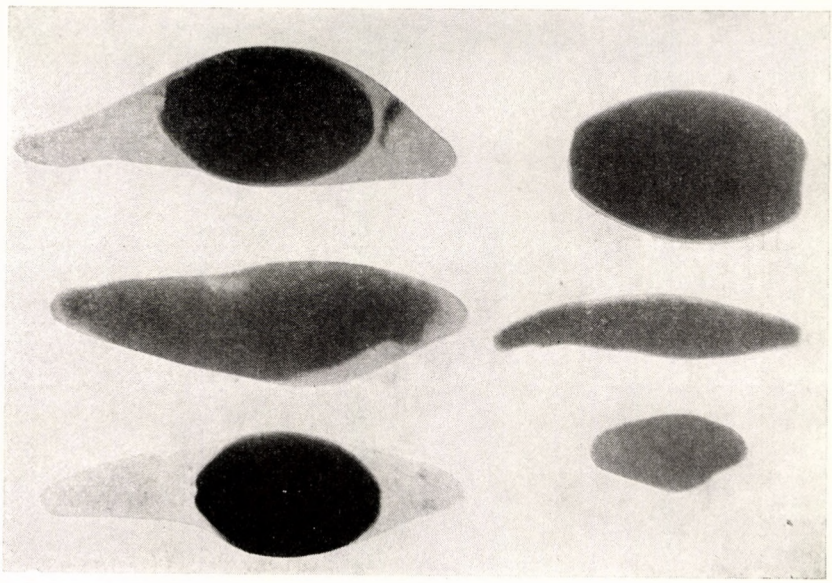
Gammarus roeseli

Ez a faj nemcsak a Malacostraca-k, de a patak többi állatfajai közül is a legjelentősebbek közé tartozik. Jelentőségét elsősorban igen nagy populációjának köszönheti. Benépesíti a patakon kívül annak minden összefüggésben levő vizét, így a forrásokat, apró szivárgásokat, zsombékos süppedőket, és a nádas-mocsaras területeket. Számuk természetesen nem mindenütt egyforma. Két, kimondottan nagy népességű szakasz a Sédben a Sötétrét (C) és a Katonafürdő (G) környékén van. A Sötétréten és az attól délebbre levő lapályos részen futó mederben a *Chara* és *Microcystis* között optimális körülményeket talál táplálkozás, szaporodás és rejtőzés számára. Tápláléka mindkét helyen egyrészt lombhulláskor és kaszáláskor behulló növényi anyagokból, másrészt vízinövényzetből és állati anyagokból kerül ki. Kérdéses volt, hogy vajon a *Microcystis*t táplálkozás céljából fölhasználja-e? Laboratóriumi etetéses kísérletekkel bizonyossá vált, hogy sok — előbb említett — algát vesz fel. Ez a kékmoszatos tömegvegetáció a többé-kevésbé rejtőző vagy fénykerülő rák életmódjának kedvez. Gyakran meg lehet figyelni, hogy a sima algaszőnyegből kilöki magát egy-egy állat, néhány centimétert úszik, majd a fenékre ereszkedve ismét befúrja magát. Megjegyezzük még, hogy a csillárkás szakaszban élő *Gammarus roeseli* nagy tömegének ürülékképzése egyik előidézője a Gastrotrichák és Rotatoriák szokatlan mérvű elszaporodásának (Varga 1957).

A másik nagy populációjú hely, mint említettük, a Katonafürdő (G) környékén van. Ezen a gyorsfolyású szakaszon a meder alja, széle és a kiöntéses részek lenitikus (vö. Sebestyén 1954, 85) területe sűrűn be van nőve kis békakorsóval *(Sium erectum* Huds.), (Kovács és Felföldy 1958) amely növényzet sűrű szövedéke sok *Gammarus roeselit* takar, egy gyakran nagy számban jelenlevő *Simulium* sp. lárvájával együtt.

A *Gammarus roeseli* nem fordul elő a Vekenyágban (F), — ezen a szakaszon a *Synurella* és az *Asellus* is hiányzik. Ezek hiánya itt azzal függ össze, hogy a patakmederben nincs állandó jellegű vízfolyás, hanem csak tavasszal és az őszi nagyobb csapadék idején. A másik *Gammarus roeselitől* mentes szakasz a patak Balatonba való torkolása előtti, kb. 4—600 m-es rész. Azon a torkolat előtti területen már nem fordul elő, ahol a vízfolyás elveszti patak jellegét (H), és sással, náddal benőtt, árnyékolt mocsáron keresztül szivárog a Balaton felé.

A már felsorolt táplálékokon kívül természetesen nagyon fontos szerep jut a patakot kísérő vegyes erdő fáinak *(Fraxinus, Ulmus, Quercus)*, amelyeknek ősszel lehulló levelei besodródnak a patak vízrendszerébe és korhadó anyagai jó táplálékot jelentenek. Az *Ulmus*-avar ismert jó táplálékuk a Gammaridáknak (Sexton, 1928).



1. tábla. Egy *Gammarus roeseli*ből kipreparált *Polymorphus minutus* Goeze lárvák. 35× nagyítva. (Gellért József felvétele)

Tafel. 1. Einige aus *Gammarus roeseli* auspraeparierte Larven von *Polymorphus minutus* Goeze. 35× Vergr. (Photo József Gellért.)

Két körülményt kell megemlíteni, amelyek a *Gammarus roeseli*-k esetében jelentős ökológiai tényezőként szerepelnek. Az egyik az állatok testén képződő anorganikus bevonat. A Séd több részén meg lehet figyelni, hogy a vízből mészinkrusztáció válik ki (Kol—Sebestyén 1954). Ez megjelenik a *Gammarus roeseli* példányok bizonyos testrészein is. Stiller is utal erre a jelenségre (Stiller 1954, 150. o.). Preparáló tűvel, határozás közben gyakran fejtettem le ilyen kérges bevonatot az állatok páncéljáról. Ez a jelenség a patak csaknem minden részéből származó *Gammarus*on előfordult, de *Synurellán* és *Asellus*on nem. Az említett bevonat elsősorban a szelvények dorzális részén jelentkezik, legnagyobb vastagságát a pleon-szelvények középvonalában éri el, és lehúzódik a szelvények oldalsó részéig. Az erős karbonátos páncél néhány meggondolás alapján nem lehet előnyös a rákok részére, mert :

1. felesleges súlytöbbletet ad,
2. gátolja a vedlési folyamatokat,
3. csökkenti a mozgás gyorsaságát — miután az egyes szegmentek egymástól való elmozdulását gátolja, és
4. akadályozhatja a hímek kapaszkodását — ha a nőstény ilyen bevonatot visel — a praecopulatio időszakában.

A Pécsely-pataki Amphipodákhoz hasonlóan (Stiller 1954), az Aszófői Séd *Gammarus roeseli*jei is erősen fertőzöttek egy Acanthocephala faj *(Polymorphus minutus* Goeze) lárvájával. A fertőzött példányok nagy számot érhettek el, így pl. a Köbölkút (XII.) környéki *Gammarus roeseli* egyedek 60%-ban fertőzöttek voltak. A szabad szemmel is jól látható narancssszínű lárvák először a falu feletti patakszakasz *Gammarus*ain tűnnek fel, innét a *Gammarus roeseli* alsó elterjedési határáig mindenütt megjelennek. Egy-egy példányban találunk egyszerre acanthort és acanthellát. Számuk általában 1—3, de a 6-os szám sem ritka. Az állatot gyakran egészen deformálják, így egy *Gammarus roeseli* példányon, amelyben 6 db lárva volt, megfigyeltük, hogy dorsalisan nézve, a tápcsatornát a test középvonalától lateralisan eltolták. Ebből az állatból kiszedtük ezeket a lárvákat *(1. tábla)*, amelyek közül kettő közönséges csapvízben kikelt, megjelent rajtuk a proboscis, a fajra jellemző horgokkal.

Mind a *Gammarus roeseli*, mind a *Gammarus fossarum* csak közti gazdái a *Polymorphus* lárváknak, vivőgazdája valamilyen hal, de ennek híján közvetlenül is kerülhet a végleges gazdába, valamilyen vízi-szárnyasba (Kotlán 1953, Babos 1955). Tekintve, hogy olyan élesen kirajzolódott a fertőzött területek között az a szakasz, amely a falu felett közvetlen kezdődik és csak lefelé terjed ettől, végleges gazdaként *a házi víziszárnyasokat* kell megjelölnünk (Stiller 1954). Meg kell jegyeznünk, hogy 1941-ben, *Polymorphus minutus* lárvával fertőzött *Gammarus*okat nem találtak az Aszófői-Sédben (Mann 1941), 1943-ban már 20%-os volt a fertőzés a Séd Aszófő községen átfolyó szakaszán (Jaczó 1943).

Synurella ambulans

Ez a faj mind a limnokren, mind a heleokren típusú forrásokban jelen volt, a Jábodi kút (IV.) kivételével. Általában a források alzatán, de az oldalfalak mohapárnái közül is gyűjthető volt. Legnagyobb egyedszámot a Vekeny-forrásban (VIII.) ért el. A forrás környékén öreg *Sambucus*-cserjés van, amelynek leveleit a forrásmeder fenekén meg lehet találni. A *Synurellák*

száma olyan nagy, hogy alig 1/2 óra alatt 26 példányt tudtunk gyűjteni ezen a helyen. Egy másik lelőhely, amely említésre érdemes, a Séd főága (a Vekenyág és a Sötétréti ág) (E) egybefolyásánál, a Csengő-hegytől D-re, feltöltött völgyű területen van. A patak medre itt az összefolyás után nem egységes, hanem több ágra oszolva, tocsogós erekben *Phragmites* és *Carex* között folydogál. A sűrű növényzet közötti apró gödröcskékben találtunk kevés példányt, amely terület hasonló volt a Nádastó és Nádastanya környéki lápvizes területhez, ahol DUDICH gyűjtött *Synurellát* nagy számban (DUDICH 1927). 1957. III. 6-án a Nyilasréten (H) a tavaszi nagyvíztől meggyorsult patak szegélynövényzete közül fogtunk be két *Synurella* példányt, amelyet a víz sodra hozhatott ide.

Astacus fluviatilis

Több alkalommal gyűjtöttük, de mindég csak egy bizonyos szakaszon Ez a terület a Katonafürdő (G) fölötti részben van. A patakot kétoldalt vegyes erdő kíséri. Vízmélység helyenkint eléri a 40 cm-t is, és nagymérvű tufásodás figyelhető meg. A patak kövei és alámosott partjai alól első alkalommal ENTZ B. 1935-ben (ENTZ szóbeli közlése, 1958), később JANISCH M. gyűjtött *A. fluviatilis* példányokat (1953. VII. 8.), amelyek nagyrésze frissen vedlett, ún. „vajrák" volt. Levedlett páncéldarabjaik föllelhetőek voltak a patakban. A puha páncélú rákok színe zömmel kék vagy palaszürke volt. Egy régebben vedlett öreg ♂ példány szürkésbarna színt mutatott. Kék vajrákot 1957. VIII. 29-én is gyűjtöttünk.

Az Aszófői Séd Malacostracáinak összehasonlítása a Pécsely-pataki fajokkal.

Aszófői Séd Szerző adatai 1954—57.	Pécsely-patak Stiller J. adatai 1950—54.
Asellus aquaticus (L.) RACOWITZA,	*Asellus aquaticus* (L.) RACOWITZA,
Gammarus (Rivulogammarus) roeseli GERVAIS, (syn *Carinogammarus triacanthus* SCHÄF.),	*Carinogammarus triacanthus* SCHÄF.
	Gammarus fossarum KOCH.,
Synurella ambulans FR. MÜLLER,	*Synurella ambulans* FR. MÜLLER,
Astacus fluviatilis FABRICIUS.	*Astacus sp.*

Az összehasonlításból szembetűnően merül fel az a kérdés, vajon milyen tényezők gátolták a *Gammarus fossarum* elszaporodását patakunkban.

DITTMAR (1953, 1955) megállapítja, hogy a *Gammarus*ok elterjedését a vízben oldott Ca és Mg aránya határozza meg — ilyenformán —, „ha a Ca viszonya az oldott Mg-hoz viszonyítva nagyobb mint a 2 : 1 arány, úgy általában „*Gammarus*-patakokkal" van dolgunk, amennyiben a CaO tartalom nem süllyed 6 mg/l tartalom alá. Ha a szóban forgó vizek 40 mg/l-nél magasabb CaO tartalmat mutatnak fel, úgy a Ca : Mg viszony a Mg javára 1-ig emelkedhet anélkül, hogy a *Gammarus*okat élettevékenységükben gátolná" (DITTMAR 1955, 366). STILLER (1957) ENTZ B. kémiai vizsgálatait fölhasználva (ENTZ 1954) alkalmazta a DITTMAR-féle szabályt a Pécsely-pataki tanulmányában és kimutatta, hogy a *Gammarus* fossarum mindazokon a helyeken

előfordult a Pécsely-patak vízrendszerében, ahol a Ca/Mg viszony a fönti szabály szerint alakult.

Az Aszófői Sédben a víz oldott Ca és Mg tartalma igen változó, de a CaO tartalom mindig magasabb, mint 40/mg/l, azonban csak a forrásokban magasabb mint 2 : 1 a Ca/Mg aránya. A Séd többi részén általában 1,5—2 : 1 Ca/Mg arányt találunk (ENTZ 1958). Ezek a kémiai viszonyok tehát megmagyarázzák a *Gammarus fossarum* hiányát a patakban, de nyitva hagyják azt a kérdést, hogy miért hiányoznak a Séd forrásaiból, noha a kémiai viszonyok ott már megfelelőek. Úgyszintén megtaláljuk a források fenekén a fák lehulló avarját is, amely táplálkozás szempontjából fontos (SCHELLENBERG 1942). Előbbi problémára nézve az a vélemény alakult ki, hogy az Aszófői Sédben bizonyára a *Gammarus roeseli* volt az először megtelepedő faj, amely a rendelkezésre álló biotópokat (a forrásokat is) elfoglalta. Feltételezhető, hogy az esetleg utólag csekély számban bekerülő *Gammarus fossarum* konkurrenciális tényezők miatt nem tudott elszaporodni. Ezt a föltevést alátámasztják a Pécsely-pataki vizsgálatok is (STILLER 1954, 1957), amennyiben a két faj állománya nem keveredik egymással, helyesebben tendencia látszik a tiszta állományok kialakítására.

Laboratóriumban tett megfigyeléseink hasonló értelműek voltak. A két faj példányait egy akváriumban tartva gyakran látni lehetett, hogy a *Gammarus roeseli* egyedek zavarták és olykor fel is falták a *Gammarus fossarum* példányokat.

Mindkét patakban jellemző a karbonátok kiválása és a tufásodás. Ez a folyamat az Aszófői Sédben jelentősebb környezeti tényezőként hat a *Gammarus roeseli*re, mint a Pécsely-patakban, mert páncéljára kéregszerűen rakódik a kivált szervetlen anyag, míg a Pécsely-pataki Apmhipodákon csak mozaikszerű foltokban jelentkezik, olykor azonban már az úszó állatokon is látszottak (STILLER 1954).

A Pécsely-patakban a *Gammarus roeseli* alsó elterjedési határa közvetlenül a Balatonig, a torkolatig húzódik, míg az Aszófői Sédben már a torkolat előtti 5—600 méteren nem lehet találni *Gammarus*-példányokat, vagyis, ahol a vízfolyás elveszti patakjellegét és *Carex*-szal, valamint *Phragmites*-szel benőtt, árnyékolt lápon keresztül szivárog a Balaton felé.

A *Synurella ambulans* előfordulása mindkét patakban és forrásaikban megegyező képet mutat.

A Pécsely-patakban a *Polymorphus* lárvája mindig nagyobb számban fordult elő a *Gammarus fossarum*ban, mint a *Gammarus roeseli*ben.* Utóbbiban „csak ritkán található legfeljebb 1—2 lárva" (STILLER 1954, 151). A Séd vizében élő *Gammarus roeseli* populációkban 60%-os fertőzöttség is előfordult és egynémelyik példányban 6 lárva volt.

Összefoglalás

1. 1953—57-ig kutatói munkaközösség dolgozta fel a Balatonba ömlő Aszófői Sédet állattani, növénytani és ökológiai szempontból. Jelen dolgozat a Séd Malacostraca fajainak elterjedési és környezettani viszonyait tárgyalja.

* Jóllehet ennek a fajnak SCHEER (1935) szerint a *Carinogammarus roeseli* a leggyakoribb köztigazdája (Cit. ap. KOTLÁN 1953, p. 320.).

2. A Sédben a következő Malacostraca fajokat találták:

Asellus aquaticus (L.) RACOWITZA,
Gammarus (Rivulogammarus) roeseli GERVAIS,
(syn. *Carinogammarus triacanthus* SCHÄF.),
Synurella ambulans FR. MÜLLER,
Astacus fluviatilis FABRICIUS.

3. Uralkodó faj a *Gammarus roeseli*, mert a forrásvidéktől csaknem a torkolatig előfordul. Morfológiailag nem a típust képviseli, hanem a „*triacanthus*" sajátságaihoz áll közelebb.

4. A *Gammarus roeseli* a patak állati társulásának egyik legjelentősebb tagja. Gyakoriságára jellemző, hogy egyes szakaszok alámerült növényei közül 10 cm-es átmérőjű rostával néhány merítéssel több száz példányt lehet gyűjteni.

5. A *Synurella ambulans* és az *Asellus aquaticus* csaknem minden forrásban, tocsogós rétegszivárgásban és mocsaras, lápos területen megtalálható, előbbieknél jóval kisebb népességben.

6. Az előbbi állatok főtápláléka a patakba és forrásokba hulló vegyes erdő *(Fraxinus, Ulmus, Quercus)* lombja, a vízben élő algák, magasabbrendű növények és állati anyagok mellett.

7. Több alkalommal találtak a Sédben *Astacus fluviatilis* példányokat, de mindig csak egy bizonyos helyen. Ezek a rákok élénk kék vagy palaszürke színűek voltak.

8. A *Gammarus roeseli* példányok zömének páncélján meszes kéreg képződik, mely valószínűleg gátolja az állatot mozgásában, a vedlésben stb.

9. A lakott területek közelében nagyszámú *Gammarus roeseli* fertőzött a *Polymorphus minutus* GOEZE lárvájától. Egy *Gammarus* példányban általában 2—3 db acanthella fordul elő. A végleges gazda valamilyen házi vízi-szárnyas. Egy példányban 6 db ilyen lárvát is találtak. Ilyen nagyszámú parazitalárva esetén megfigyelhető volt az emésztőcsatorna alaki elváltozása a lárvák nyomóhatása következtében.

10. Az adatokat és megfigyeléseket összehasonlították az előző években feldolgozott Pécsely-pataki adatokkal. Az egyik lényeges különbség abban mutatkozott, hogy a Séd vízrendszeréből hiányzik, vagy csaknem hiányzik* a Pécsely-patakra annyira jellemző *Gammarus fossarum*. Hiányuk minden bizonnyal kémiai okokra vezethetőek vissza, amennyiben az oldott Ca és Mg viszonya nem optimális a *G. fossarum* számára. Valószínű, hogy ebben még konkurrencia (tér) is közre játszik.

11. Mindkét vízrendszerre jellemző a mészkiválás, amely a Malacostraca fajok közül csak a *G. fossarum*ot és a *G. roeseli* példányait érinti. A Pécsely-pataki *Gammarus*okon kicsi a mészinkrusztációs folt, sohasem éri el a szelvények nagyságát, míg a Séd *Gammarus*ain gyakori a szelvényt teljesen elfedő kéregszerű mészbevonat.

12. A *Gammarus roeseli* a Pécsely patakban a torkolatig — az ún. Sédút elejéig — terjed, de az Aszófői-Sédben a torkolat előtt 5—600 méteren belül már nem fordul elő.

13. A *Synurella ambulans* előfordulása mindkét patakban azonos képet mutatott.

* Lásd 165. oldal lábjegyzetét.

14. Amíg a Pécsely-patakban a *Gammarus roeseli* példányok között csak elvétve akad *Polymorphus minutus* lárvával fertőzött példány, addig a Séd vizében élő *Gammarus* populációk olykor 60%-ban fertőzöttek voltak.

IRODALOM

Dittmar, H. (1955): Ein Sauerlandbach. *Arch. f. Hydrobiol.* **50,** 305—552.

Dudich, E. (1927): Neue Krebstiere in der Fauna Ungarns. *Arch. Balat.* **1,** 343—387.

Dudich E. (1950): Rákok-Crustacea. Állathatározó 55—73, *Budapest.*

Entz B. (1958): Astacus fluviatilis gyűjtése 1935-ben az az Aszófői-Sédből (szóbeli közlés).

Entz B. (1958): Az Aszófői Séd, továbbá a Pécsely-patak és az Aszófői Séd torkolata közt a Balatonba ömlő patakok hőmérsékleti és vízkémiai viszonyai. A pataki elsődleges termelésről. *Annal. Biol. Tihany.* **25.** 109—136.

Jaczó I. (1943): Parazitológiai jegyzetek. II. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **15,** 128—130.

Kol E.—Sebestyén O. (1954): A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata. I. A Pécsely-patak. A tufásodás biológiai vonatkozásai — c. fejezet. *Annal. Biol. Tihany* **22,** 155—158.

Kotlán S. (1953): Parazitológia. *Budapest.*

Kovács M. és Felföldy L. (1958): Vegetáció-tanulmányok az Aszófői Séd mentén. Annal. Biol. Tihany. 25, — —

Lukacsovics F. (1958): Az Aszófői Séd hidrográfiai viszonyai. *Annal. Biol. Tihany.* 25, — 99—108.

Mann, H. (1941): Über das Vorkommen von Polymorphus minutus (Gze). Acanth. in der Umgebung von Tihany. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **13,** 166—167.

Moon, H. P. (1953): A re-examination of certain records for the genus Asellus (Isopoda) in the British Isles. *Proc. Zool. Soc. Lond.* **123,** Part II., 411—417.

Racowitza, E. G. (1919): Notes sur les Isopodes 1 et 2. (1) Asellus aquaticus est une erreur taxonomique : (2) Asellus aquaticus et A. meridianus n. sp. *Arch. Zool. exp. gen.* **58,** Notes et Rev. 31—43.

Schellenberg, A. (1942): Flohkrebse oder Amphipoda. *Dahl's Tierwelt Deutschland* usw. 40, T. IV. *Jena.*

Sebestyén O. (1954): A patak mint élővilágának környezete. *Annal. Biol. Tihany* **22,** 85.

Sexton, E. W. (1928): On the rearing and breeding of Gammarus in laboratory conditions. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **15.** 33—55.

Steusloff, U. (1943): Ein Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung und Lebensräume von Gammarus-Arten in Nordwest-Deutschland. *Arch. f. Hydrobiol.* **40,** 79—97.

Stiller J. (1954): A crustaceák ökológiai és elterjedési viszonyai. Az Amphipodák parazitái. (A Balatonba ömlő vizek fiziográfiai és biológiai vizsgálata I. A Pécsely-patak). *Annal. Biol. Tihany* **22,** 148—153.

Stiller, J. (1957): Zur Biologie und Verbreitung der Protozoen- und Crustaceenfauna eines Mittelgebirgsbaches in Ungarn. *Arch. f. Hydrobiol.* **53,** 392—424.

Varga L. (1957): Az Aszófői-Séd kerekesférgei (Rotatoria) és csillóshasú férgei (Gastrotricha). *Annal. Biol. Tihany* **24,** 155—164.

ÖKOLOGISCHE UND TIERGEOGRAPHISCHE BEARBEITUNG DER MALACOSTRACA-ARTEN DES ASZÓFŐI SÉD-BACHES.

Ferenc Lukacsovics

Zusammenfassung

1. Der in den Balaton-See mündende Aszófői Séd-Bach wurde nach zoologischen, botanischen und ökologischen Gesichtspunkten in den Jahren 1953—57 von einer Arbeitsgemeinschaft erforscht. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Malacostraca-Fauna des Baches und behandelt ihre Verbreitung und Umweltverhältnisse.

2. Im Aszófői Séd-Bach wurden die folgenden Malacostraca-Arten gefunden.:

Asellus aquaticus (L.) Racowitza,
Gammarus (Rivolugammarus) roeseli Gervais,
(syn. *Carinogammarus trianchanthus* Schäf.),
Synurella ambulans Fr. Müller,
Astacus fluviatilis Fabricius.

3. Die vorherrschende Art ist *Gammarus roeseli,* weil sie von den Quellen bis zur Mündung überall zu finden ist. Morphologisch gehören die Exemplare nicht zur Rasse *tipicus,* sondern eher zur Rasse *"triacanthus"*.

4. *Gammarus roeseli* ist eine der wichtigsten Mitglieder der Zoocönose des Baches, da nach der Bevölkerungsdichte die anderen Tierarten in Zahl weit hinter ihm stehen. Zwischen den submersen Pflanzen einiger Abschnitte kann man *Gammarus roeseii* mit einem Sieb von 10 cm Durchmesser aus einigen Proben in Hunderten Exemplaren leicht fangen.

5. *Synurella ambulans* und *Asellus aquaticus* sind in beinahe allen Quellen, in allen Wassersickerungen und an sumpfigen, moorigen Stellen vorhanden, doch kommen sie in viel geringerer Bevölkerungsdichte vor.

6. Die vorher erwähnten Tiere ernähren sich — abgesehen von den im Wasser lebenden Algen, höheren Pflanzen und tierischen Stoffen hauptsächlich von dem ins Wasser fallenden Laub der Mischwälder *(Fraxinus, Ulmus. Quercus).*

Es wurden öfters Exemplare des *Astacus fluviatilis* im Bache gefunden, jedoch nur an gewissen Stellen. Die Farbe dieser Krebse war blau oder schiefergrau.

8. Am Panzer des *Gammarus roeseli* bildet sich oft eine Kalkinkrustation, welche die Tiere in ihrer Bewegung, Häutung, usw. wahrscheinlich stört.

9. In der Nähe der bewohnten Stellen ist *Gammarus roeseli* sehr stark durch die Larve von *Polymorphus minutus* Goeze infiziert. In den Gammariden befanden sich im allgemeinen 2 bis 3, in einem extremen Fall sogar 6 Acanthellen, deren definitive Wirtstiere Hausenten, Hausgänse usw. sind. Bei Tieren mit vielen Larven der Parasiten war eine Deformation der Darmkanäle zu beobachten.

10. Die Angaben und Beobachtungen wurden mit dem aus dem vorigen Jahre stammenden Daten des Pécsely patak-Baches (Stiller 1954.) verglichen. Einer der wichtigsten Unterschiede lag darin, dass im Wassersystem des Aszófői Séd-Baches der für die Population des Pécsely patak-Baches so charakteristische *Gammarus fossarum* ganz oder beinahe gänzlich fehlt. Das kann wahrscheinlich auf chemische Ursachen zurückgeführt werden.

11. Die Kalkinkrustationen sind in beiden Wassersystemen charakteristisch verschieden. Das hat für *Gammarus fossarum* und *Gammarus roeseli* eine Bedeutung. An der Gammariden aus dem Pécsely patak-Bach ist der Fleck der Kalkinkrustierung klein, er erreicht die Grösse der Segmente nie. Im Séd-Bach dagegen ist eine die Segmente ganz bedeckende starke Kalkinkrustierung oft zu beobachten.

12. *Gammarus roeseli* tritt im Pécsely patak-Bache bis zur Mündung, d. h. bis zum Anfang des sogenannten Séd-ut-Abschnittes auf, doch kommt im Aszófői Séd-Bach die Art schon 500 bis 600 m vor der Mündung nicht mehr vor.

13. Die Verbreitung der *Synurella ambulans* zeigt in beiden Bächen das gleiche Bild.

14. Die Exemplare des *Gammarus roeseli* im Pécsely-Bach waren nur selten mit den Larven des *Polymorphus minutus* infiziert. Die im Aszófői Séd-Bach lebende *Gammarus*-Population war manchmal sogar bis 60% von diesen Parasiten infiziert

MÓDSZEREK ÉDESVIZEK FOSZFÁT- ÉS ALUMÍNIUM-TARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSÁRA (NÉHÁNY ADAT A BALATON ÉS A BALATONKÖRNYÉKI VIZEK ALUMÍNIUMTARTALMÁRÓL)

ENTZ BÉLA

Érkezett: 1958. február 28.

Sorozatos vízvizsgálatoknál, különösen olyankor, amikor a vízminták analízise hidrobiológiai célkitűzésekkel történik, szükséges, hogy az analízisek lehetőleg kis mennyiségű vízből, egyszerű módszerekkel, gyorsan történhessenek. A biológiai célkitűzésű munkáknál főként élő vizek vizsgálatáról van szó, melyekben éppen az élettevékenységek következtében számos vegyi tulajdonság szinte pillanatról pillanatra változik. Ezért az ilyen természetű analíziseknél gyakran a módszerek egyszerűsége, gyorsasága fontosabb, mint — bizonyos határok között — azok pontossága. Különösen előnyösek a MAUCHA-féle félmikro módszerek (MAUCHA 1945), melyek lehetővé teszik egy kb. 250 ml-es vízmintából közel teljes kémiai analízis elvégzését.

E módszerek megjelenése óta részint új módszerek bevezetésével, részint azok módosításával, több, a gyakorlatban bevált módszer látott napvilágot (CSAJÁGHY—TOLNAY 1952, ENTZ 1957). Az alábbiakban ismertetni kívánom a foszfátion meghatározási módszer módosítását és egy, az alumíniumion meghatározására alkalmas módszernek a MAUCHA-féle félmikro-eljárásra való alkalmazását.

A foszfátion meghatározása

A MAUCHA-féle PO_4^{---} meghatározási módszer meglehetősen kényes. Ennek oka egyrészt a megfelelő $SnCl_2$ oldat előállításának nehézkessége, másrészt az, hogy pontos eredmények elnyeréséhez a használt üvegnemű szennyezésmentességét nagymértékben biztosítani kell. Ez utóbbi körülmény különösen a terepmunkánál, de sorozatos munkák esetében laboratóriumi körülmények között is, nehézségeket okoz. A feljebb vázoltak figyelembevételével legalkalmasabbnak látszott az eikonogénes foszfátmeghatározási módszer alkalmazása a MAUCHA-féle csepegtetős módszerre. A módszer kidolgozásához az amerikai eikonogénes (1-amino-2-naftol-4-szulfonsavas) módszert (IMHOFF 1951), illetőleg LOHMANN—JENDRASSIK eikonogénes módszerét (LOHMANN—JENDRASSIK 1926) vettem alapul.

A módszer leírása.

A meghatározásokat 5 ml vízmintában végezzük, 10 ml-nél körjellel ellátott csiszolt dugós (Maucha-féle) kémcsőben. A mintához 1 ml molibdénkénsavat és 0,2 ml eikonogént adunk, majd a mintát desztillált vízzel 10 ml-re egészítjük ki. Ezután 10 perces inkubálás következik 37 C°-os vízfürdőn. A keletkezett kék színeződés — szemben a MAUCHA-féle sztannókloridos módszerrel keletkezett kék színeződésnél — jóval stabilabb, és még 24 óra múlva is alkalmas a színösszehasonlításra. A mintát KH_2PO_4 oldat (törzsoldat) kék színeződésével hasonlítjuk össze, melyet desztillált vízzel hasonlóképpen állítunk elő. A színösszehasonlításra kisszámú minta esetén a MAUCHA-féle csepegtetős eljárást (MAUCHA 1945, 377) közvetlenül is alkalmazhatjuk. Sorozatos vizsgálatnál azonban célszerű standard összehasonlító mintasorozatot készíteni. A színösszehasonlítást nappali fényen, fehér lap felett merőlegesen tartott kémcsövekben szabad szemmel végezzük. Ha standard sorozatunkat úgy készítjük, hogy 5 cseppenként emelkedő koncentrációban adagoljuk a KH_2PO_4 törzsoldatot, a mérési hiba határa $\pm$ 0,01 mg/l PO_4^{---}, ami gyakorlatilag is megfelel az észlelhető hibahatárnak. A módszer legjobban 0,03—0,60 mg/l-es értékek között használható. Magasabb PO_4^{---} koncentráció esetén a minta hígítása kívánatos.

A foszfátion mennyisége a következő képlet segítségével számítható ki :

$$PO_4^{---} \text{ mg/l} = 2 \cdot n \cdot v$$

ahol n = a fogyasztott cseppek száma, v pedig a csepptérfogat.

A szükséges oldatok és vegyszerek (IMHOFF 1951, LOHMANN és JENDRASSIK 1926, MAUCHA 1945):

1. Molibdénkénsav oldat. Ammóniummolibdát $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ 2,5%-os oldata 5n H_2SO_4-ben.

2. Eikonogén oldat. 6g $NaHSO_3$-ot feloldunk 40 ml vízben. Ennek az oldatnak néhány ml-ében szuszpendálunk 100 mg porított eikonogént (1-amino-2-naftol-4-szulfonsavat), majd kevés Na_2SO_3-ot adunk hozzá, míg a szuszpenzióból oldat lesz. Lehetőleg kevés szulfitot használunk fel, mert a szulfit mennyiségének növelésével a reagens bomlékonysága növekszik. Az oldat három hétnél tovább még sötét üvegben sem tárolható. Ha az oldat megsárgul, használhatatlan.

3. Mérőoldat. 0,1493 g KH_2PO_4-ot desztillált vízben 1 l-re oldunk. Az oldat 100 ml-éhez 150 ml vizet, majd 96%-os etilalkoholt öntünk, míg annak térfogata 1000 ml lesz. A mérőoldat minden ml-e 0,01 mg PO_4^{---}-t tartalmaz.

Az alumíniumion meghatározása

A Balaton vizének, valamint több környékbeli víznek meg akartuk állapítani az Al^{+++} tartalmát. Ebből a célból több kolorimetriás módszerrel végeztünk kísérleteket. Tapasztalataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy 10 ml-es vízmintában, való analízishez, illetőleg a MAUCHA-féle csepegtetős módszernek az alkalmazásához (szabad szemmel való színösszehasonlítás) az eriokrómcianin R-es módszer (LANGE 1941, 98) nem válik be. Sorozatos vizsgálatokra nagyfokú időérzékenysége miatt a hematoxilines módszer sem látszott megfelelőnek (KLUT—OLSZEWSKI 1945, 106).

A legalkalmasabbnak látszott az alumínonos meghatározási módszer. Ennek az amerikai standard módszernek a Földmérő és Talajvizsgáló Irodában használt módosított eljárását (IMHOFF 1951, 78, F. T. I. V. H. 1956, 19) alkalmaztam a MAUCHA-féle félmikro módszerre. Ennek a módszernek egyik fő előnye, hogy a keletkezett színárnyalat még 48 óra után is csaknem teljesen változatlan és így ez a módszer sorozatos vizsgálatokra különösen alkalmas.

A módszer leírása.

10 ml vizsgálandó vizet mérünk a Maucha-féle kémcsőbe. A mintához 0,4 ml 10%-os sósavat adunk. Ezután 1 csepp telített $KMnO_4$ oldatot cseppentünk hozzá, majd a kémcső tartalmát felforgatással óvatosan összeelegyítjük. 10 percnyi várakozás után a mintát 0,4 ml 20%-os KSCN oldattal elszíntelenítjük. Amennyiben a káliumrodaniddal való kezelés után az oldat rózsaszínű marad, ezt a jelenlevő Fe^{++}-ok okozzák. Így menetközben színösszehasonlítással a minta vastartalma is meghatározható a próbában. Ezután a vas okozta színeződést késhegynyi aszkorbinsav hozzáelegyítésével eltüntetjük. Megjegyzendő, hogy azonos a vizsgálat menete akkor is, ha a vizsgált vízminta Fe^{++}-okat nem tartalmaz. Ezután 1,2 ml acetátpuffert, majd 0,4 ml alumínon oldatot adunk a mintához. Ezután a minta tartalmát 1—2-szeri felborítással összeelegyítjük. A színes alumíniumkomplex már kb. 15 perc múlva kialakul, de célszerűbb a színösszehasonlítást kb. másfél óra leteltével elkezdeni. A színösszehasonlítást legbiztosabban káliumtimsós [$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$] összehasonlító sorozattal végezhetjük. Ebből a célból a mérőoldatból 4 cseppenkénti ugrásokkal 0—40 cseppig készítünk összehasonlító oldatokat úgy, hogy a Maucha-féle kémcsövekbe cseppentett mérőoldatokat 10 ml-re hígítjuk desztillált vízzel. A vakpróbából célszerű három párhuzamot készíteni. Ha a keletkezett szín intenzitását a Pulfrich-féle stúfenfotométerrel (4-es szűrő) állapítjuk meg a módszer pontossága növelhető. Az Al^{+++} mennyiségét a vizsgálandó vízben szabadszemmel történő színösszehasonlítás esetén a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$Al^{+++}\ mg/l = 0{,}05\ n \cdot v$$

Megjegyzendő, hogy n és v jelentése itt is azonos, mint a foszfátmeghatározási módszernél.

A módszer legjobban alkalmazható 0,002—0,020 mg/l alumíniumtartalom mellett, amikor pontossága $\pm$ 0,002 mg/l, 0,021—0,060 mg/l között pedig $\pm$ 0,005 mg/l. Stúfos leolvasás esetén 0,001 mg/l-től 0,100 mg/l-ig kb. $\pm$ 0,0015 mg/l-es pontossággal állapítható meg az alumínium mennyisége. Ebben az esetben mérőoldatból összehasonlító görbét szerkesztünk, melynek segítségével a leolvasási adatokból az Al^{+++} mennyisége közvetlenül megkapható.

Szükséges oldatok és vegyszerek

1. Al^{+++} mentes desztillált víz a reagensek elkészítéséhez és hígításához (IMHOFF 1951, 79).

2. Acetátpuffer oldat. 250 ml 4n ammóniumacetáthoz 3 ml jégecetet adunk (IMHOFF 1951, 79).

3. 0,1%-os alumínon (auritrikarboxilsavas-ammónium) oldat. 100 mg alumínont dörzscsészében porítunk, majd 100 ml desztillált vízben szuszpendálunk. Az oldat előállítása céljából 10 csepp acetátpuffer oldatot cseppentünk hozzá.

4. Telített $KMnO_4$ oldat (F. T. I. V. H. 1956, 19).
5. Kristályos aszkorbinsav (F. T. I. V. H. 1956, 19).
6. 20%-os KSCN oldat (F. T. I. V. H. 1956, 19).
7. Alumínium standard oldat. 0,8796 g káliumtimsót $[Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O]$ 1 l vízben oldunk, majd az oldatot 1 : 100 arányban hígítjuk. Az így kapott oldat minden ml-e 0,0005 mg Al^{+++}-t tartalmaz.

Al^{+++} analízisek a Balatonban és Balatonkörnyéki vizekben.

A Balaton vizének Al^{+++} tartalmára több adat ismeretes (Ilosvay 1898, Müller 1928, Csegezy 1938, Szabó 1930). Ezek mind gravimetriás eljárással nyert adatok, melyek szerint a tó vizének Al^{+++} tartalma 0,2—1,6 mg/l között ingadozik, átlagban mintegy 1 mg/l-re (1000 γ-ra) tehető. Ezzel szemben kolorimetriás eljárásokkal (mind eriokrómcianin R-rel, mind hematoxilinnel, mind pedig az ismertetett alumínonos eljárással) nagyságrendileg kisebb, 5—50 γ/l-es értékek adódtak (Lange 1941, Klut—Olszewski 1945, Imhoff 1951) *(táblázat)*.

Táblázat

A Balaton és a környező vizek alumíniumion tartalma (γ/l-ben)

Tihany nyílt víz	1958. II. 24	16	Aszófői Séd torkolat	1958 II. 26	26
Csopak „ „	1958 I. 27	21	Vekeny forrás	1958 II. 26	15
Akali „ „	1958 I. 31	12	Pécsely patak	1958 I. 28	15
Révfülöp „ „	1958 I. 31	20	Udvarii Séd	1958 I. 28	25
Badacsony„ „	1958 I. 31	15	Vérkút forrás	1958 I. 31	30
Tihany Kisöböl	1957 X. 24	26	Burnóti patak	1958 I. 31	23
Csopaki hevesek	1958 I. 27	27	Burnóti patak	1957 XI. 23	28
Pálkövei hevesek	1958 I. 31	33	Egervíz	1957 XI. 23	18
Kisörsi „	1958 I. 31	26	Tapolca patak	1957 XI. 23	30
Ábrahámhegy strand	1958 I. 31	26	Szépkilátó patak	1957 XI. 23	24
Fenékpuszta part.	1957 X. 24	21	Györöki patak	1957 X. 24	12
Szántód part	1958 I. 28	26	Szent Mihály forrás	1957 X. 24	51
			Zalatorok	1957 X. 24	21	
			Hévíz forrás	1957 X. 24	5	

Bár lehetséges, hogy a Balaton és a beömlő vizek Al^{+++} tartalmában az utóbbi évtizedek folyamán bizonyos csökkenés következett be, oly lényeges csökkenés, ami az adatokból kitűnik, nem látszik valószínűnek, miután a beömlő vizekben is teljesen hasonló értékeket találtunk. Így valószínű, hogy a különbségek döntő okát a vizsgálati módszerek különbözőségében kell keresnünk. Tekintettel arra, hogy a különböző kolorimetriás eljárásokkal azonos nagyságrendű értékekhez jutottunk, melyek mind lényegesen alacsonyabbak az eddig észlelt értékeknél, valószínű, hogy a régi szerzők adatai túlságosan magasak. Ez a feltevés azért lehetséges, mert a gravimetriás eljárással az Al^{+++} meghatározása indirekt úton történt, másrészt azért is, mert a szerzők a mintákat nem szűrték, nem ülepítették, hanem amint Müller és Szabó is megjegyzi (Müller 1928, Szabó 1930) a merítés után mielőbb feldolgozták az anyagot. Így a lebegő részek is okozhattak esetleg zavart a súlyszerinti meghatározásban. Bár meg kell említeni, hogy Müller adatai szerint a lebegő részek összetételében az Al^{+++} jelentős szerepet nem játszott.

Az analízisekből kitűnik, hogy a nyíltvízben az Al^{+++} értékek valamivel alacsonyabbak (12—21 γ/l), mint a partok közelében. Az utóbbi értékek, amint a táblázatból is kitűnik, mind magasabbak voltak (26—33 γ/l). A beömlő vizek közül megemlíthetjük a Zalát, melynek alumíniumtartalma közel megegyezik a Balatonéval (21 γ/l). A beömlő kisvizek különböző mennyiségben tartalmaztak alumíniumot (12—32 γ/l). Két érték ugrott ki feltűnően. Az egyik a Hévízi forrás volt (mindössze 5 γ/l), a másik pedig a Szent Mihály-forrás Balatongyöröknél (51 γ/l).

Összefoglalás

A közlemény két vízanalitikai módszer ismertetését tartalmazza, a foszfátion és az alumíniumion meghatározására. A szerző átdolgozta az eikonogénes (1-amino-2-naftol-4-szulfonsavas) foszfátmeghatározási és az alumínonos alumíniummeghatározási módszert a Maucha-féle csepegtetős eljárásra.

A PO_4^{---} 5 ml-es próbában a Maucha-féle kémcsövekben $\pm 0{,}01$ mg pontossággal határozható meg. 5 ml vízhez 1 ml molibdénkénsavat és 0,2 ml eikonogént ad és a próbát desztillált vízzel 10 ml-re egészíti ki. 10 perces 37 C°-on történő inkubálás után vagy azonnal, vagy több óra után hasonlítja össze desztillált vízzel készült KH_2PO_4-es mérőoldatos próbával. PO_4^{---} mg/l = $= 2 \cdot n \cdot v$.

Az Al^{+++} meghatározása alumínonnal (aurintrikarboxilsavas ammóniával) történt úgy, hogy a F. T. I. módszert (F. T. I. V. H. 1956, 19) a szerző átdolgozta a Maucha-féle eljárásra. 10 ml próbához 0,4 ml 10%-os HCl-t és 1 csepp tömény $KMnO_4$ oldatot ad. 10 perces várakozás után 0,4 ml 20%-os KSCN-t, majd késhegynyi aszkorbinsavat ad. Ezután 1,2 ml acetátpuffer, majd 0,4 ml alumínonoldat hozzáadása után hasonlítja össze az Al^{+++} mérőoldattal (oldatsorozattal). Ennek minden ml-e 0,0005 mg Al^{+++}-t tartalmaz. Al^{+++} mg/l = 0,05 n. v. A módszer pontossága szabadszemmel történő színösszehasonlításnál $\pm 0{,}002$—$0{,}005$ mg/l. Pulfrich-féle stúfenfotométerrel végezve az összehasonlítást, még pontosabb eredményeket kapunk.

Az ismertetett két módszer különösen hidrobiológiai célból történő sorozatos vízanalíziseknél használható előnyösen.

A Balaton vizének és a környező vizeknek alumíniumtartalma a szerző vizsgálatai szerint lényegesen alacsonyabb, mint amit régebbi szerzők megállapítottak (Ilosvay 1898, Müller 1928, Szabó 1930, Csegezy 1938). Szerző szerint a nyílt vízben kb. 12—21 γ-ra, a partközelben pedig 26—33 γ-ra tehető az Al^{+++} mennyisége literenként. A Zala Al^{+++} tartalma szintén ennyi (21 γ/l), a beömlő kis patakoké pedig 5—51 γ/l között ingadozik.

IRODALOM

Csajághy G. és Tolnay V. (1952): A víz összes keménységének, valamint kalcium- és magnézium tartalmának helyszíni meghatározása. — *Hidrol. Közl.* **32,** 438—441.

Csegezy G. (1938): Újabb adatok a Balatonvíz összetételéhez. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **10,** 424—428.

Földmérő és Talajvizsgáló Iroda (1956): Vegyvizsgálatok Háziszabványa. *Budapest,* 1—31. (kézirat).

Haase, L. W. (1954): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasseruntersuchung *Weinheim/Bergstraße Vlg. Chemie* 1—180.

Ilosvay L. (1898): A Balaton vizének chemiai viszonyai. *BTTE.* 1—28.

IMHOFF, K. (1951): Die amerikanischen Einheitsverfahren zur Untersuchung von Wasser und Abwasser. *München, Vlg. R. Oldenburg.* 1—328.
KLUT, H., OLSZEWSKI, W. (1945): Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. *Berlin, Springer Vlg.* 1—281.
LANGE, B. (1941): Kolorimetrische Analyse. *Berlin Vlg. Chemie* 1—446.
LOHMANN, K., JENDRASSIK, L. (1926): Colorimetrische Phosphorbestimmungen im Muskelextrakt. *Biochem. Z.* **178.** 419—426. (*Chem. Zentralblatt* **1927 I.** 1037.)
MAUCHA, R. (1945): Hydrochemische Halbmikro-Feldmethoden. *Arch. f. Hydrobiol.* **41,** 352—391.
MÜLLER S. (1928): A Balaton vizének vegyelemzése. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2,** 145—156.
SZABÓ Z. (1930): A Balaton vizének vegyelemzése. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **3,** 488—500.

PHOSPHAT-UND ALUMINIUM-BESTIMMUNGEN. NEUE METHODEN ZU SERIENUNTERSUCHUNGEN FÜR HYDROBIOLOGISCHE WASSERANALYSEN. — EINIGE DATEN ZUM ALUMINIUMGEHALT DES BALATONSEES UND EINIGER BÄCHEN DER UMGEBUNG DES BALATONSEES

Béla Entz

Zusammenfassung

Die Arbeit ist eine Veröffentlichung zweier umgeänderter Methoden zur Analyse der Phosphat- und Aluminium-Ionen. Verfasser bearbeitete die Bestimmung der PO_4^{---} mit Eiconogen (1-amino-2-naphtol-4-sulfonsäure) im Sinne der Halbmikro-Feldmethode von MAUCHA. In einer 5 ml Probe können, in den Eprouvetten nach MAUCHA, die PO_4^{---} Ionen mit einer Genauigkeit von ± 0,01 mg/l nachgewiesen werden. 5 ml Untersuchungswasser werden mit 1 ml Molybdänschwefelsäure und mit 0,2 ml Eiconogen versetzt und nachher mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke (10 ml) aufgefüllt. Nach einer zehnminutigen Incubation bei 37 C° kann der Farbvergleich mit einer ebenso vorbereiteten KH_2PO_4-Standardlösung-Serie vorgenommen werden. Der Farbvergleich kann sofort oder innerhalb 24 Stunden stattfinden.

PO_4^{---} mg/l = 2. n.v, wobein die Tropfenzahl, v das Tropfvolumen der Titrierpipette bedeutet.

Die Bestimmung der Aluminiumionen geschah mit einer Modifikation der Aluminon-(Ammoniumsalz von Aurintricarboxylsäure) Methodik. Zu einer 10 ml Probe in der erwähnten Eprouvette von Maucha werden 0,4 ml 10%-ige Salzsäure und ein Tropfen gesättigter Kaliumpermanganat-Lösung zugefügt. Nach 10 Minuten wird die Probe mit 0,4 ml 20%-iger KSCN-Lösung und mit etwa 20 mg Ascorbinsäure versetzt. Dann gibt man 1,2 ml Azetatpufferlösung und 0,4 ml 0,1%-iger Aluminonlösung dazu. Nach 15 Minuten ist die Lösung zum Farbvergleich bereit. Der Farbvergleich kann von diesem Zeitpunkt ab 12 Stunden lang vollzogen werden. Zum Vergleich wird eine $Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$-Lösung verwendet, welche 0,0005 mg Al^{+++} pro ml enthält.

Al^{+++} mg/l = 0,05 n.v. Die Genauigkeit der Methode entspricht ± 0,005 mg/l Al^{+++}, wenn der Farbvergleich mit freiem Auge geschieht. Mit dem Pulfrich Stufenphotometer kann eine Genauigkeit von 0,002 mg/l Al^{+++} erzielt werden.

Beide Methoden sind bei hydrobiologischen Serienarbeiten besonders nützlich.

Nach den Angaben des Verfassers ist der Aluminiumgehalt des Balatonsees bedeutend niedriger, als nach früheren Analysen behauptet wurde. (ILOSVAY, MÜLLER, SZABÓ, CSEGEZY). Im offenen Wasser ist der Al^{+++} Gehalt etwa 0,012—0,021 mg/l, in der Nähe des Ufers etwa 0,026—0,033 mg/l. Der Zala-Fluss enthält ebensoviel Al^{+++} (0,021 mg/l), die einfliessenden Kleingewässer enthalten etwa 0,005—0,051 mg/l.

ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK ALACSONYABB ÉS MAGASABBRENDŰ RÁKOK KÉMIAI ÖSSZETÉTELÉN

FARKAS TIBOR

Érkezett: 1958. február 17.

Az alacsonyabbrendű rákok és az apróbbtestű magasabbrendű rákok a legfontosabb összekötőkapocs a vízi életben az elsődlegesen termelő autotróf növények és a legmagasabb szintet jelentő és heterotróf módon táplálkozó halak között. E szervezetek főképp növényi táplálékon élnek, elfogyasztják, áthasonítják és részben anyagcserecélokra felhasználják, részben pedig szervezetükben valamilyen módon felhalmozzák a fotoszintézis termékeit. Ebből a szempontból az akkumulatív szervezetek közé sorolták őket. A táplálkozási láncolatban e helyet elfoglalván, már régen felkeltették a kutatók érdeklődését mindenféle szempontból. Kémiai összetételüket vizsgáló szakembereknek (BRANDT 1898) kezdetben csupán testüket felépítő különböző komponensek kvantitatív megismerése volt a céljuk, míg az újabb időkben már mint haltáplálék-szervezeteket is figyelembe véve történnek a vizsgálatok (GENG 1925, HARRIS 1952—54, MALIKOVA 1956).

Már régen (KNAUTHE 1902, 1919) rájöttek arra is, hogy ua. faj kémiai összetétele más és más a különböző lelőhelyek szerint. A kémiai összetétel nyilvánvalóan különböző tényezők függvénye, amelyek közül elsősorban a táplálék és a hőmérséklet jöhet szóba. Tehát egy általános sémát megadni erre vonatkozólag vagy az ebből kiszámítható kalóriatartalomra nem érdemes. Éppen ezért célszerűnek látszott balatoni vonatkozásban is foglalkozni a kérdéssel, egyrészt kémiai összetételük, másrészt a tó anyagforgalma szempontjából. Ti. a crustacea-plankton biomasszájába már van betekintésünk (SEBESTYÉN 1955), azonban nem tudjuk, hogy pl. a különböző típusú tápanyagok közül mennyi van az alacsonyabbrendű rákok testében felhalmozva és ezek potenciálisan mennyi energiát jelentenek.

Anyag és módszer

A *Daphnia magna* STRAUS és a *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* GERVAIS kivételével az analízisekhez felhasznált minták a Balatonból származnak. A crustacea-planktont N⁰ 6-os hálóval gyűjtöttem az Intézet előtti nyílt vízen. A gyűjtés után annak minőségi összetételét is meghatároztam, és e célra csak akkor használtam fel, ha valamelyik tag éppen dominált a mintában. Ily módon megközelítő képet lehet kapni a társulást alkotó egyes fajok kémiai összetételéről. Más mód a különböző fajok elkülönítésére igen

nagy munkát igényelt volna. Egyedül a *Leptodora kindtii* FOCKE-t és a *Diaphanosoma brachyurum*-ot tudtam megfelelő hálóval különválasztani. A *Corophium curvispinum* G. O. SARS f. *devium* WUNDSCH és a *Dicerogammarus villosus bispinosus* MART. a parti kövekről, a már említett *Daphnia magna* és *Gammarus roeseli* a kővágóörsi pocsolyákból, illetve az Aszófői Sédből származtak.

A behozott mintákat szobahőmérsékleten szárítottam, majd porítottam és felhasználásig exszikkátorban tároltam.

A fehérjék alacsonyabbrendű szervezetekből való meghatározása nem történhetett az össz-N 6,25-vel való szorzásával. Más szerzők (MANN 1935) kimutatták, hogy gerinctelen állatok össz-N-jének csak egy része tartozik a fehérjékhez (kb. 50%), míg más része egyéb, nem fehérje jellegű anyagok (pl. kitin) alkotórésze. A szokásos BIURET-reakció sem adott megnyugtató eredményeket a fehérjeoldószerek hatására kioldódó festékanyagok zavaró hatása miatt. Ezért a fehérjéhez kötött N és ebből a fehérjék meghatározása 0,1n NaOH-val (KREY 1951) való oldás, szűrés, a szűrletből a fehérjék 3%-os végkoncentrációjú triklórecetsavval való kicsapásával, szárításával és kjeldahlozásával történt. Szorzószámnak 6,25-öt használtam.

A zsírok meghatározása Soxhlet-készülékben történő extrakcióval történt. Tekintettel arra, hogy kis mennyiségekkel kellett dolgozni, a zsírtartalmat nem a szokásos módon, vagyis az oldószer elpárologtatása után történő lombik súlygyarapodásából számítottam ki, hanem a bemért száraz anyag (50—80 mg) súlycsökkenéséből. Az extrahálási idő 10 óra volt.

A szénhidrátok százalékos mennyiségét úgy számítottam ki, hogy a fehérjék, zsírok és a hamutartalom %-os mennyiségének összegét 100-ból kivontam. A számítás természetéből következik, hogy ebbe a csoportba nemcsak a szénhidrátok tartoznak, hanem N-tartalmú nem fehérje jellegű vegyületek is.

A víztartalom meghatározását 105 C°-on súlyállandóságig történő szárítással végeztem. A hálós crustacea-plankton élősúlyának meghatározása előtt a planktonmasszában levő vizet szűrőpapíron való előszárítással távolítottam el.

A hamu meghatározás 500 C°-on történő izzítással történt. Az össz-N meghatározását a szokásos módon végeztem cc. H_2SO_4-el való roncsolással szelén katalizátor jelenlétében és az ammónia Wagner—Parnass-készülékben való átdesztillálásával. A P-t URBACH, OROSZLÁN és munkatársai (1951) által módosított eljárása szerint határoztam meg az N-meghatározásokhoz használt mintákból.

A kalóriatartalom megállapítása RUBNER standard kalória értékei szerint történt. Eszerint 1 g fehérje 4,1 kcal, 1 g szénhidrát 4,1 és 1 g zsír 9,3 kcal kalóriának felel meg.

Az eredmények kiértékelése

Az *1. táblázat*ban a tápanyagok három főcsoportja és az ezekből kiszámítható kalóriaérték és néhány anorganikus komponens van feltüntetve. A planktonkeverékből történő analízis esetében, amikor az egyes fajokat nem lehetett elkülöníteni, feltüntettem még az illető faj %-os mennyiségét is a mintákban.

A *Diaptomus gracilis* a két mintában 80, illetőleg 76% arányban volt jelen. Amint az a *táblázat*ból látható, a minták fehérjetartalma azonos, kis

1. táblázat

Fontosabb összetevők a megvizsgált fajokban

Név	Dátum	3 Élőanyag %-a		6 Szárazanyag %-a									
		Víz	Száraz anyag	Szerves anyag	Hamu	Zsír	Fehérje	Szénhidrát	Cal/gr	Össz N	Fehérje N	P	Faj %-os mennyisége a mintában
1	2	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Diaptomus gracilis	1955. XII. 15.	—	—	94,45	5,55	36,75	33,75	26,24	5,776	8,74	5,40	0,92	80
Diaptomus gracilis	1956. IV. 7.	—	—	94,20	5,80	28,44	34,0	31,76	4,085	—	5,44	—	76
Cyclops sp.	1956. I. 23.	—	—	94,27	5,73	40,84	25,12	28,41	6,991	9,00	4,01	—	69
Cyclops sp.	1956. III. 30.	—	—	95,90	4,10	44,93	33,81	13,16	7,059	—	5,40	—	65
Cyclops sp.	1956. X. 20.	—	—	92,63	7,37	40,39	41,31	10,93	6,963	—	6,65	—	50
Kevert plankton	—	89,95	10,05	92,5	7,5	—	26,06	—	—	9,90	4,17	1,13	—
Leptodora kindtii	1956. VIII. 22.	—	—	96,13	3,87	35,69	30,67	29,77	5,755	15,30	4,90	1,88	100
Daphnia magna	1956. VI. 23.	89,78	10,22	76,60	23,40	26,47	17,06	33,07	4,516	10,34	2,70	1,99	100
Diaphanosoma brachyurum .	1957. VII. 3.	—	—	90,37	9,63	21,31	35,50	33,56	4,811	11,76	5,68	1,30	100
Gammarus roeseli	1956. XII. 19.	77,0	23,0	72,65	27,35	28,66	20,81	23,18	4,468	8,23	3,34	0,75	100
Dicerogammarus villosus ...	1956. V. 24.	64,8	35,2	78,04	21,96	32,84	20,06	25,16	4,970	7,22	3,50	0,82	100
Dicerogammarus villosus ...	1956. XII. 18.	—	—	77,74	22,26	31,20	21,81	24,73	4,808	—	3,48	—	100
Corophium curvispinum	1956. IX. 14.	62,73	37,22	90,63	9,37	30,05	24,21	36,37	5,285	9,14	3,87	1,02	100
Corpohium curvispinum	1956. XII. 16.	—	—	—	—	39,25	22,18	—	—	—	—	—	100

különbség van a szénhidrát és zsírtartalomban. A kalóriatartalom nem teljesen azonos.

A Cyclops-félék három ízben kerültek vizsgálat alá és a minták szerkezeti összetétele sem volt oly kedvező, mint a *Diaptomus* esetében. A számszerinti első mintában csak *Diaptomus gracilis* volt még jelen, a másodikban szintén, a harmadikban pedig 28,5% *Diaptomus gracilis*, 13% *Diaphanosoma brachyurum* és 7% *Daphnia longispina*. Mindezek ellenére a zsírtartalom megközelítőleg azonos maradt, míg a fehérjetartalom a „szennyezés" fokával növekedett. Legalacsonyabb az első mintában, magasabb a másodikban és legmagasabb a harmadik mintában, ahol még három másik faj is jelen volt. Ha viszont a *Diaptomus gracilis* és a *Diaphanosoma brachyurum* fehérjetartalmának ismeretében megpróbálunk a Cyclopidák tényleges fehérjetartalmára visszakövetkeztetni, az első mintára 18,52%-ot, a másodikra 25,11-et, a harmadikra 28,9%-ot kapunk, a *Daphnia longispina* nélkül. Ezt is beleszámítva, ez az érték kb. 27,5-re csökken. Ebből látható, hogy a Cyclops-félék fehérjetartalma alacsonyabb, mint a *Diaptomus gracilisé* és úgy látszik, kevésbé állandó. Hasonló jelenséget figyeltek meg Marshall és Orr (1934) *Calanus finnmarchicuson*, akiknek sikerült kimutatniok, hogy e faj fehérjetartalma nem állandó és a fehérjetartalom változása periódikus. A kalóriatartalom itt sem mutat nagyobb ingadozást.

A *Leptodora kindtii* szintén magasabb zsírtartalommal rendelkezik, fehérjetartalma alacsonyabb a *Diaptomus gracilisénál*.

A *Daphnia magna* a megvizsgált fajok között a legkevesebb fehérjét tartalmazza. A *Diaphanosoma brachyurum* aránylag sok fehérjét tartalmaz, ami várható is erőteljes csápjai miatt. Zsírtartalma viszont alacsony.

Az Amphipodák közül mindhárom faj az eddigiekhez viszonyítva aránylag kevesebb fehérjét tartalmaz, míg a zsírtartalom itt is nagy. A kalóriatartalom alacsonyabb, mint a planktonrákok esetében volt. Az Amphipodák és planktonrákok fehérjetartalma között levő különbség jól látszik a szervesanyagra vonatkoztatott fehérje mennyiségében is *(2. táblázat)*. A Cyclopidák és a kővágóörsi *Dapnia magna* kivételével — amelyeknél az értékek nagyjából azonosak az Amphipodákéval — a többi ráknál 35—40% között változik, míg az Amphipodáknál 26—28% között.

Összehasonlítva a fenti fajok fehérje-, zsír- és kalóriatartalmát, látható, hogy a planktonrákok %-osan általában több fehérjét tartalmaznak — kivéve a *Daphnia magnát* — mint az Amphipodák, a zsírtartalom aránylag mindkettőnél magas. Különös figyelmet érdemel a zsírok mennyiségének különbözősége ugyanannál a fajnál. Pl. a *Diaptomus gracilis*, vagy a *Corophium* esetében a két mintában az ételoldékony anyagok mennyisége meglehetősen különbözik, holott a fehérjetartalom majdnem azonos. Ezzel szemben a Cyclopida csoportban a zsírtartalom jóformán semmit sem változik, míg a 3 minta szerkezeti összetételében különbség van. Ezekből a tényekből azt lehet következtetni, hogy a zsírtartalom, illetve a zsír mennyisége nem jellemző az egyes fajokra, hanem azt másféle tényezők befolyásolják. Mint ismeretes, ezek akkumulatív szervezetek, és a felesleges energiát úgy látszik ebben a vegyülettípusban raktározzák. E rákoknak az anyagcseréje jóformán alig ismert. Zsíranyagforgalmuk pedig teljesen tisztázatlan. Nem tudjuk pl. azt, hogy a zsír a szervezetükben milyen eredetű? Vajon a táplálékkal kerül be, vagy maguk is szintetizálják szénhidrátokból, mint az más állatoknál általánosan ismert. Ez elvileg elképzelhető, ha meggondoljuk, hogy a fotoszintézis főter-

mékei elsősorban szénhidrátok (keményítő). Ez a kérdés még vizsgálatra szorul. Az irodalomban csak NAUMANN (1918) ad hírt a planktonrákok elsődleges zsírszintetizáló képességéről. Oligotróf svéd tavak crustaceaplanktonjának magas zsírtartalmát csak ezzel a feltevéssel tudja magyarázni.

A kalóriatartalom szempontjából is van különbség a két nagy csoport között. Az Entomostraca rákok legnagyobb részén a szárazanyagra számított kalóriatartalom magasabb, mint az Amphipodákon, kivéve a *Daphnia magnát*. Ennél fínomabb megkülönböztetést nem lehet tenni, mivel a kalóriatartalom a szervezetet felépítő komponensek függvénye, és az, mint látható, ugyanannál a fajnál sem azonos (pl. zsírtartalom).

Az *1. táblázat*ban még néhány anorganikus komponens szárazanyagra vonatkoztatott mennyisége van feltüntetve. A víztartalom megállapítása némi nehézséget jelentett a crustaceaplanktonnál, mivel a szűrőpapíron előszárított masszában levő egyedek között is maradhatott még víz, ami nem a test alkotórésze. Általában azonban magas víz- és alacsony szárazanyagtartalom jellemző ezekre a lényekre, ami itt is beigazolódik. Alacsonyabb víztartalommal rendelkeznek az Amphipodák, itt viszont a *Daphnia magná*val együtt a hamutartalom magasabb. N-tartalom szempontjából a Cladocerák járnak első helyen, amennyiben 10% felett van mindhárom fajnál, míg a Copepodáknál, a kevert planktonban és az Amphipodáknál nem teszi ki a szárazanyag 10%-át. Nagyjából ugyanez vonatkozik a P-tartalomra is. A fehérjéhez kötött N-értéke is magasabb a planktonlényeknél, ami a fehérjetartalomban még szembetűnőbb.

A szóbanforgó rákok valamennyien haltáplálék-szervezetek. Mint ilyenek, sohasem száraz állapotban kerülnek elfogyasztásra. Ezért célszerűnek látszik a szárazanyagra kapott értékeket élőanyagra is átszámítani, hogy így jobban lehessen táplálkozásbiológiai szerepüket értékelni. A *2. táblázat*ban a fehérjék, szénhidrátok és zsírok, valamint a hamu mennyisége van élőanyagra vonatkoztatva, %-osan feltüntetve. Ilyen megvilágításban a planktonrákok előnyös szerepe a tápanyagok felhalmozásában veszít jelentőségéből. Látható, hogy az élő Amphipodák fehérjetartalma több, mint kétszerese

2. táblázat

Néhány komponens az élő és száraz szervesanyag %-ában

Név 1	2 Élő anyag					8 Szerves anyag		
	Zsír 3	Fehérje 4	Szénhidrát 5	Hamu 6	Víz 7	Zsír 9	Fehérje 10	Szénhidrát 11
Gammarus roeseli	6,59	4,78	5,33	6,39	77,—	39,44	28,64	31,90
Dicerogammarus villosus	11,58	7,07	8,85	7,74	64,80	42,08	27,94	32,21
Dicerogammarus villosus	11,0	7,69	8,72	7,85	64,80	40,13	28,05	31,81
Corophium curvispinum .	10,59	8,53	12,82	3,30	62,73	33,23	26,77	40,21
Diaptomus gracilis	3,67	3,37	2,64	0,55	90,—	38,92	35,74	27,29
Diaptomus gracilis	2,84	3,40	3,17	0,58	90,—	30,19	36,09	33,71
Cyclops sp.	4,08	2,51	2,84	0,57	90,—	43,35	26,66	30,16
Cyclops sp.	4,49	3,38	1,31	0,41	90,—	46,85	26,19	29,62
Cyclops sp.	4,03	4,13	1,09	0,73	90,—	43,23	44,21	11,69
Leptodora kindtii	3,56	3,06	2,97	0,38	90,—	37,12	31,90	30,96
Daphnia magna	2,64	1,70	3,30	2,34	90,—	34,55	22,27	43,17
Diaphanosoma brachyurum	2,13	3,55	3,35	0,96	90,—	23,58	39,28	37,13

a planktonrákokénak és ugyanez vonatkozik zsírokra és szénhidrátokra is. Legtöbb fehérjét a *Corophium* tartalmaz, utána két *Gammarus* következik és messze mögöttük a planktonrákok. Ha pl. ezen rákokat, mint fehérjeforrást vizsgáljuk, kiszámítható, hogy 1 g fehérje 11,7 g *Corophium*ban, 12,9 g *Dicerogammarus*ban és 28,5 g crustaceaplanktonban foglaltatik, vagyis a halaknak, hogy 1 g fehérjetáplálékhoz jussanak, ennyi g élő állatot kell elfogyasztaniok. Mindezek ellenére, ha figyelembe vesszük a hozzáférhetőség és a tömeg kérdését, táplálkozási szempontból a mérleg ismét a planktonrákok javára billen. Ezek a számadatok azonban csupán a fehérje mennyiségére vonatkozhatnak. Jelenleg még nem állnak rendelkezésre adatok a különböző rákok fehérjéinek biológiai értékéről. Lehetséges, hogy ezen a téren lényeges különbségek vannak köztük, amelyek alapján a táplálkozásban betöltött szerepüket ismét más szemszögből ítélhetjük meg.

Végezetül, összehasonlítva a jelenlegi vizsgálati eredményeket más szerzők által már korábban közöltekkel, bizonyos különbségeket lehet találni. A fehérje-meghatározásoknak csak egy része jöhet számításba a bevezetőben is említett okok miatt. KNAUTHE adatai szerint a vegyesplankton szárazanyagra számított fehérjetartalma 37—40%, a különböző tavakból származó *Daphnia*éké 58—69% között ingadozik, a Copepodáknál pedig 52—64 között. GENG lényegesen alacsonyabb értékekről ad hírt: *Daphnia magna* 26%, plankton 6—57%. Ezek a különbségek egyrészt valószínűleg az alkalmazott módszerekkel magyarázhatók, de nem szabad figyelmen kívül hagyni a gyűjtési körülményeket sem. A jelen fehérjeadatok mintegy közbeeső helyet foglalnak el. KNAUTHE fehérjeadataival nagyjából megegyeznek a planktonrákokra kapott értékek, csupán a *Daphnia magna* esetében van eltérés. GENG adatainál kissé alacsonyabbak. Sokkal nagyobb és figyelemre méltóbb differenciákat lehet a zsírtartalom szempontjából felfedezni. Itt ugyanis az alkalmazott módszer (SOXHLET) is azonos volt minden esetben. KNAUTHE (1919) analízisei alapján a planktonrákok csak 4,4—10,9%, a Copepodák 6—14%, a *Daphnia*k 5—13% zsírt tartalmaznak. GENG (1925) szerint a *Daphnia magna* szárazanyagra számított zsírtartalma 4,62%, a *Leptodora hyalina* pedig 10,91% zsírt tartalmaz. Alacsony értékeket talált tengeri crustaceaplanktonban BRANDT, CLARKE és BISHOP (1948) is (6 illetve 4,2%). Ezzel szemben a Balatonból származó kevert és szelektált planktonrákok zsírtartalma igen magasnak mondható. Amint a táblázaton is látni lehet, az éteroldékony anyagok mennyisége mindig 20% felett van és néha még a 40%-ot is meghaladja. A behozott mintákban nemegyszer oly nagy mennyiségű zsír volt, hogy az a víz tetején cseppekben úszott. Ebből is látható, hogy itt rezervzsírral állunk szemben. A protoplazma alkotórészét képező és ott fiziológiai funkciókat végző zsír a gyűjtéskor fellépő mechanikai hatásokra nem tudott volna onnan elszabadulni.

Az Amphipodák zsírtartalmára vonatkozólag irodalmi adat ugyan nem áll rendelkezésre, de enélkül is nyugodtan magasnak mondhatjuk.

Differenciákat lehet a szintén minden esetben azonos módszerrel meghatározott szárazanyagra vonatkoztatott össz-N tekintetében is találni. GENG a *Daphnia magná*ban 6,40%, a kevert-planktonban 7,9%, a *Leptodora hyalinä*ban 7,46%-ot talált. KNAUTHE által közölt adat is alatta marad a jelenlegieknek (*Daphnia magna* 8%). Viszont WINOGRADOV szerint a *Daphnia pulex* 10,07% N-t tartalmaz. BIRGE és JUDAY (1922) szerint a *Leptodora sp.* 8,94%, a Copepodák pedig 9—10%-ot tartalmaznak. MEYER (1914) 8,11% N-t

talált a *Gammarus pulex*ban. A balatoni Cladocerák az irodalomban levő adatoknál több N-t tartalmaznak, beleértve a *Daphnia magnát* is, míg a kevert plankton és a Gammaridák megegyező értékeket mutattak.

Összefoglalás

Néhány alacsonyabbrendű (kevert-plankton, *Diaptomus gracilis, Cyclops sp., Daphnia magna, Diaphanosoma brachyurum, Leptodora kindtii)* és magasabbrendű (Amphipoda) rák kémiai összetételét vizsgáltam. A következő összetevőket határoztam meg: zsír, fehérje, szénhidrát, víz, hamu, organikus anyag, össz-N és fehérje-N, össz-P, valamint a kal/g tartalom számítás útján.

A meghatározásokból és azoknak más adatokkal való összehasonlításából megállapítható:

1. A megvizsgált fajok valamennyien magas zsírtartalommal rendelkeznek, amelyek mennyisége nem állandó és nem jellemző a fajra.

2. A fehérjetartalom szempontjából különbséget lehet tenni az Amphipoda és Entomostraca rákok között. A megvizsgált Amphipoda rákok szárazanyagra számított fehérjetartalma (20—22%) alacsonyabb, mint a megvizsgált alacsonyabbrendű rákoké (25—35%). Az alacsonyabbrendű rákokon belül a Cyclopidák kevesebb fehérjét tartalmaznak (25—28%), mint a *Diaptomus gracilis* (34%).

3. Az egy grammra számított kalóriaérték követi a fenti csoportosítást.

4. Össz-N és -P tekintetében ilyen differenciákat nem lehet kimutatni. A Cladocerák össz-N tartalma 10% felett van, míg a többi ráknál 10% alatt.

5. A jelen eredmények és a vonatkozó irodalmi adatok között több tekintetben eltérés mutatható ki azonos módszer esetén is. Ezeknek az eltéréseknek az oka egyrészt valószínűleg környezeti tényezőkben rejlik, másrészt az alkalmazott módszerek hibáival magyarázhatók.

IRODALOM

Birge, E., C. Juday (1922): The inland lakes of Wisconsin. The plankton. Part I. Its quantity and chemical compositon. — *Bull. Wisc. Geol. nat., Hist. Surv.* **64,** 1—222.

Brandt, K. (1898): Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons. — *Wiss. Meeresuntersuch,* **3,** 45—90.

Clarke, G. L., D. W. Bishop (1948): The nutritional value of marine zooplankton with a consideration of tissue as an emergency food. — *Ecology* **29,** 5 4—71.

Geng, H. (1925): Der Futterwert der natürlichen Fischnahrung. — *Z. für Fischerei* **23,** 137—165.

Harris, E., G. A. Riley (1952—54): Oceanography of Long Island sound, 1952—54 VIII. Chemical composition of the plankton. — *Bull. of the Bingham Oceanographic Collection.* **15,** 315—323.

Krey, J. (1951): Quantitative Bestimmung von Eiweiss im Plankton mittels Biuretreaction. — *Kiel. Meeresforsch.* **8,** 16—29.

Mann, H. (1935): Untersuchungen über die Verdauung und Ausnutzung des Stickstoffsubstanzes einiger Nährtiere durch verschiedene Fische. — *Z. für Fischerei* **33,** 231—274.

Marschall, S. M., Nicholls, A. G. Orr, A. P. (1934): On the biology of Calanus finnmarchicus. V.: Seasonal distribution, size, weight and chemical composition in Loch Striven in 1933 and their relation to the phytoplankton. — *J. Mar. biol. Ass. U. K.* **19,** 793—827.

MEYER, J. A. (1914): Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung wirbelloser Tiere. — *Wiss. Meeresunters.* **16,** 231—283.
NAUMANN, E. (1918): Einige Gesichtspunkte betreffs der Fettproduction des Süsswasserzooplanktons. — *Arch. für Hydrobiol.* **13,** 307—312.
OROSZLÁN J., SZOLNOKI I., FELFÖLDY L. (1951): Évelő füveink kémiai vizsgálata. I. Tarlómaradványok és földalatti részek. — *MTA Biol. Oszt. Közl.* **1,** 213—222.
SEBESTYÉN O. (1955): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. V. Biomasszaszámítások nyíltvízi crustaceákon. — *Annal. Biol. Tihany.* **23,** 75—94.
VINOGRADOV, A. P. (1953): The elementary chemical composition of marine organisms. — *Sears Foundation for Marine Research* **2,** New Haven, 1953.

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG NIEDERER UND HÖHERER KREBSE

Tibor Farkas

Zusammenfassung

Die chemische Zusammensetzung einiger niederer und höherer Krebstiere (Crustaceenplankton, *Cyclops sp,. Daphnia magna, Diaphanosoma brachyurum, Leptodora kindtii,* bzw. *Dicerogammarus villosus, Gammarus roeseli, Corophium curvispinum)* wurde untersucht. Die folgenden Bestandteile wurden bestimmt: Fett, Eiweiss, Kohlenhydrat, Wasser, Asche, organisches Material Gesamtstickstoff, Eiweissstickstoff und Gesamtphosphor. Weiterhin wurde der Kalorienwert pro g durch Kalkulation ermittelt.

Aus den Bestimmungen und deren Vergleichung mit anderen Daten konnte folgendes festgestellt werden:

1. Alle untersuchten Arten weisen einen hohen Fettgehalt auf, dessen Quantität nicht beständig und für die Arten nicht charakteristisch ist.

2. Den Eiweissgehalt betreffend kann zwischen den Amphipoden und Entomostracen ein Unterschied festgestellt werden. Der Eiweissgehalt der untersuchten Amphipoden ist niedriger als derjenige der untersuchten Entmostracen. Unter den niederen Krebsen enthalten die Cyclopiden weniger Eiweiss als *Diaptomus gracilis.*

3. Der auf ein Gramm berechnete Kaloriengehalt folgt der oben erwähnten Gruppierung.

4. Ein ähnlicher Unterschied den Gesamt-Stickstoffgehalt und Phosphorgehalt betreffend ist nicht nachweisbar. Der Gesamt-N liegt bei den Cladoceren über 10%, bei anderen Krebsen unter 10%.

5. Es ist zwischen den vorliegenden Ergebnissen und den Daten in der berücksichtigten wissenschaftlichen Literatur auch im Falle der Verwendung identischer Methoden ein Unterschied festzustellen. Die Ursache dieser Abweichungen steht wahrscheinlich mit ökologischen Faktoren in Zusammenhang.

Tab. 1. Wichtigste Komponenten in den untersuchten Arten

1: Name, **2**: Datum, **3**: In % des Lebendgewichtes, **4**: Wasser, **5**: Trockenmaterial, **6**: In % des Trockengewichtes, **7**: organisches Material, **8**: Asche, **9**: Fett, **10**: Eiweiss, 11: Kohlehydrat, **12**: kcal/g, **13**: Gesamt-N, **14**: Eiweiss-N, **15**: Phosphor, **16**: Der prozentuale Anteil der Art in der Probe

Tab. 2. Einige Komponenten in % des lebenden und trockenen organischen Materials

1: Name, **2**: Lebendes Material, **3**: Fett, **4**: Eiweiss, **5**: Kohlenhydrat, **6**: Asche, **7**: Wasser, **8** Organisches Material, **9**: Fett, **10**: Eiweiss, **11**: Kohlehydrat

NÉHÁNY ÉDESVÍZI RÁK KAROTINOIDATARTALMÁRÓL

FARKAS TIBOR

Érkezett: 1958. február 17.

A gerinctelen állatok karotinoidatartalmára vonatkozó irodalom (LÖNNBERG, E. 1933, EULER, H., HELLSTRÖM, H., 1934, KOHN, S. K. et al. 1952, stb.) igen széleskörű, és számos állat pigmenttartalma a legrészletesebben meg van már vizsgálva. Ezek az állatok túlnyomórészt tengeriek. Tengeri alacsonyabb- és magasabbrendű rákokkal is sokat foglalkoztak. Ennek oka főképp a tenger A-vitamin háztartásának vizsgálatában rejlik. E vizsgálatok során meg lehetett állapítani a kovamoszatokban szintetizálódott β-karotintól a különböző halak és emlősök májában és más depóiban felhalmozódó A-vitaminig az utat (KOHN 1954). Megállapították azt is, hogy ebben a láncolatban nem kevés jelentősége van néhány rákcsoportnak, amelyek testükben nagy mennyiségű β-karotint halmoznak fel, ami alapanyagul szolgálhat az A-vitamin képződésének saját és náluknál magasabbrendű tengeri szervezetekben.

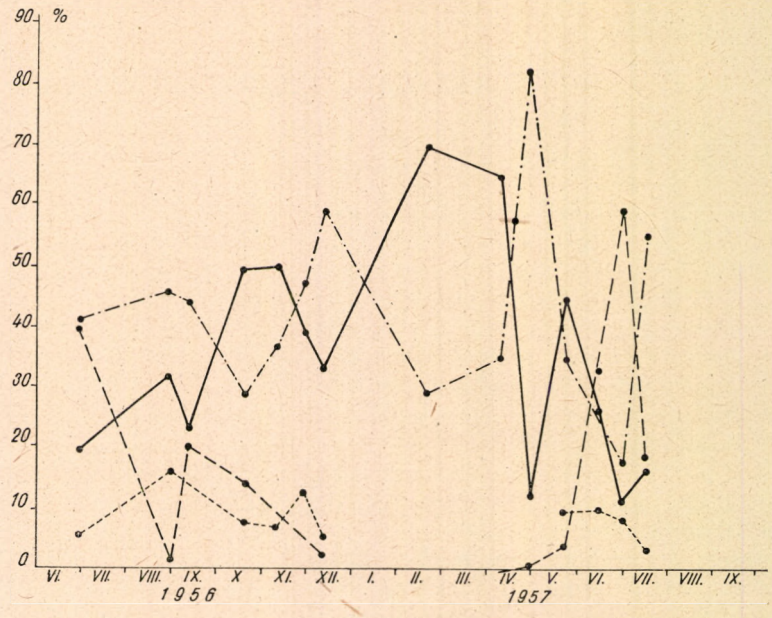
Édesvízi vonatkozásban sokkal kevesebb ismeretanyag áll rendelkezésre. Nem tudjuk pontosan, mely halfajok rendelkeznek nagy A-vitamin felhalmozó képességgel és a táplálkozási lánc mely tagjai halmoznak fel ehhez elegendő mennyiségű festéket szervezetükben. Ezért érdemesnek látszott haltáplálék gyanánt szolgáló rákszervezeteken ilyen irányú vizsgálatokat végezni. A cél elsősorban annak megállapítása volt, hogy rendelkeznek-e egyes fajok vagy csoportok a tengeriekhez hasonló karotinoida-felhalmozó képességgel, ebből a szempontból van-e különbség közöttük, és hogy milyen jelenségek befolyásolják a felhalmozás mértékét.

Anyag és módszer

A következő fajokon végeztem meghatározásokat: *Diaphanosoma brachyurum* (LIÉVIN), *Daphnia magna* STRAUS, *Leptodora kindtii* FOCKE, a mindig több faj keverékéből álló hálós crustaceaplankton, *Dicerogammarus villosus bispinosus* MART., *Gammarus (rivulogammarus) roeseli* GERVAIS, *Corophium curvispinum* G. O. SARS f. *devium* WUNDSCH. A mintákat a táblázatokon megjelölt gyűjtőhelyeken és a szintén ott feltüntetett időpontokban gyűjtöttem, a laboratóriumba élő állapotban hoztam be és szobahőmérsékleten (maximum 30 C°) szárítottam. A karotinoida-tartalom meghatározására igen alkalmasnak látszott némely változtatással a WILLSTAEDT—BEHRNTS által javasolt kolorimetriás módszer. Az eljárás a következő:

A szárított és őrölt minta 50—100 mg-ját kémcsőbe mérjük és azt szobahőn N_2-atmoszférában, sötétben háromszor acetonnal ($5 \times 2 \times 2$ ml) kezeljük.

A harmadik extrahálás alkalmával már rendszerint semmi festék sem oldódik ki, jeléül a megelőző tökéletes extrakcióknak. Ezután a mintákat G-4 jénai üvegszűrőn szűrjük és a szűrletet vákuumban N_2-átáramoltatás mellett a várható festéktartalomtól függően 2,5 vagy 5 ml-re töményítjük. A méréseket Pulfrich-fotométerrel végezzük, 0,5 cm-es küvettában "S" 50-es szűrővel az astaxanthin abszorbciós maximumánál. Standard oldatként β-karotin acetonos oldatát használjuk megfelelő hígításban. Az ismeretlen oldatra kapott



1. ábra. A fajok százalékos mennyiségének változása a megvizsgált mintákban.
Magyarázat :

———— Cyclopida,
— — — — *Diaptomus gracilis*,
— — — *Diaphanosoma brachyurum*,
--------- *Daphnia cucullata*.

Fig. 1. Die Veränderung des prozentualen Anteiles der Arten in den untersuchten Proben.
Ordinate : Prozentualer Anteil der Art in der Probe
Abszisse : Monat.

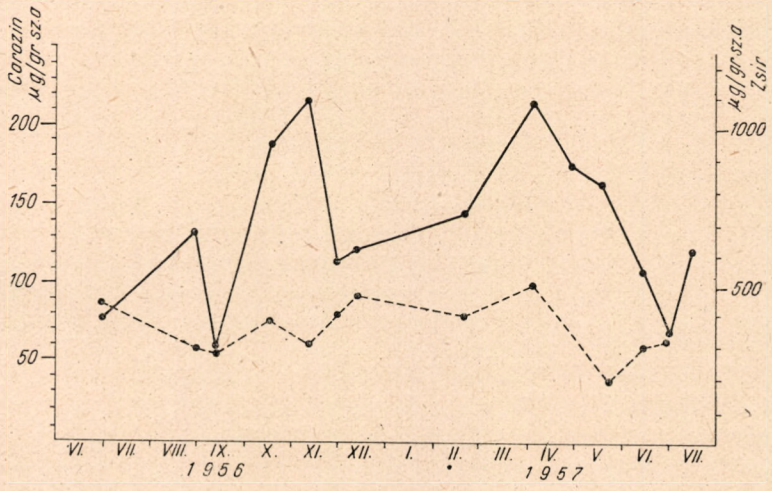
értékeket a hígítás ismeretében könnyen átszámolhatjuk a bemért szárazanyagra. Párhuzamosan a mintákból meghatároztam az éterrel oldható anyagok mennyiségét Soxhlet-készülékben történő extrakcióval, valamint a víztartalmat 105 C°-on való szárítással. A méréseket három párhuzamban végeztem.

Eredmények és megbeszélés

A kevert hálós-plankton elnevezésű csoport anyagát N° 6-os hálóval gyűjtöttem a Tihany előtti nyíltvízen. Az ilyen módon nyert mintákban sem naupliuszok, sem más zooplankton szervezet a crustaceákon kívül nem volt. A crustaceaplankton (későbbiekben planktonkeverék) mindig több fajból

állott. A fajok száma 2 és 4 között ingadozott. A meganalizált minták szerkezetbeli (százalékos) összetételének változását az *1. ábra* szemlélteti.

A *2. ábra* a festéktartalom változását szemlélteti a vizsgálati idő alatt. Az ábrán látható, hogy a csoport festéktartalma igen változatos. Csupán néhány esetben esett azonban 100 μg/g szárazanyag alá. A különböző időpontokból származó minták festéktartalma között levő különbség olyan nagy, hogy átlagértéket megadni nem lehet. A *2. ábrán* a minták zsírtartalma is fel van tüntetve. Úgy látszik, hogy a planktonkeverék festéktartalmának változása periodikus. 1956 június végén 78 μg/g, 1957 június végén 70 μg/g értékekkel és egy év alatt két maximummal. Az egyik maximum ősszel,



2. ábra. A crustaceaplankton zsír és karotinoida tartalmának változása.
Magyarázat :
———— karotinoida,
— — — — zsír.

Fig. 2. Die Veränderung des Fett- und Carotinoidgehaltes des Crustaceen planktons.
Rechte Ordinate : Fett μg/g Trockengewicht
Linke Ordinate : Carotinoiden μg/g Trockengewicht
Abszisse : Monat
———— Carotinoide
— — — — Fett

október végén november elején, a másik pedig tavasszal, március végén április elején.

A festéktartalom változásának okát keresve fel kell tételezni, hogy azt a planktonkeverékben jelenlevő valamelyik faj számarányának megváltozása vonná maga után. Az *1.* és *2. ábra* egybevetése azt mutatja, hogy e feltevés csak részben igazolható. Az 1956. VI. 28. és 1957. II. 20. közötti időben igen nagy megegyezést lehet találni a Cyclopídák* %-os arányának

* A Balaton planktonjában a Cyclopídák két fajjal vannak képviselve, melyek közül a *Mesocyclops leuckarti* (Claus) nyáron, a *Cyclops vicinus* Uljanin pedig télen dominál a mintákban.

változása között. II. 20. után azonban ezt kimutatni nem lehet. A *Diaptomus gracilis* %-os mennyisége egyszer még a 80-at is eléri anélkül, hogy pozitívan befolyásolná a festék-koncentráció változásának alakulását. 1957. V. 20. után ismét párhuzamot lehet találni a Cyclopidák — és a *Diaptomus* mennyiségének változása — és a festéktartalom változása között.

A karotinoidák zsírban oldódó tulajdonsággal rendelkeznek. A *2. ábrán* is látszik, hogy a planktonrákok sok zsírt tartalmaznak. Látszik az is, hogy a zsírtartalom sem állandó. A zsír a legegyszerűbb esetben magas zsírtartalmú táplálékokkal kerül be a szervezetbe, és ott felhalmozódik. Az irodalomban általánosan elfogadott tétel szerint az állatok, de novo karotinoidákat képtelenek szintetizálni. — Ennek csak LWOFF 1927-ből származó adata mond ellent, aki az *Idya furcata* nevű Copepodán azt tapasztalta, hogy ez karotinmentes diétán is szintetizált festéket, amelyet a szemében halmozott fel. — Ezen az alapon nincs okunk kételkedni az idevonatkozó irodalom megállapításaiban. Ebben az esetben viszont a zsír- és festéktartalom változásának nagyjából párhuzamosan kellene futnia. A *Calanus finnmarchicus*nál ez ki is mutatható. A különböző gyűjtőhelyekről előkerült példányok magas festéktartalmával általában magas zsírtartalom járt együtt. Ez a párhuzam azonban itt nem mindig fedezhető fel, amint az ábráról is látszik. Mindenesetre február végétől V. 23-ig megvan. A többi időszakban azonban nem tudtuk kimutatni. A zsír- és festéktartalom éppen akkor változik egyértelműen, amikor a Cyclopída-festékgörbék nem futnak párhuzamosan. A zsír- és a festéktartalom párhuzamos változásából azt a következtetést lehet levonni, hogy ebben az esetben a magas festéktartalom változásának az oka a táplálék pigmenttartalmának változásában keresendő, és az állatok, lévén a táplálékukban sok festék, ezt passzívan felhalmozták. Ebben a jelenlevő két, illetve három Copepoda faj egyaránt részes. E passzív felhalmozás mellett azonban szó lehet aktív felhalmozásról is, amelyért úgy látszik leginkább a Cyclopídák volnának a felelősek. Abban az esetben ui. amikor a *Cyclops*- és festék-görbék párhuzamosan futnak, hiányzik a festék és a zsírtartalom között levő párhuzam. A jelen vizsgálatokból — sajnos — nem derül ki a Cyclopidák zsírtartalmának periódikus változása. Még ha a felhasznált táplálékukban különböző is volt a festékek és a zsír egymáshoz való aránya, sem változik a helyzet lényegesen, mert a festék- és a *Cyclops*-görbék igen egyértelműen futnak és azt a *Diaptomus* %-os arányváltozása csak néha és nagyon gyengén zavarja (1956. X. 8., XI. 11. között). A hálós mintákban tavasszal és nyáron jelenlevő Cladocerák festékfelhalmozó képességére ilyen vizsgálatok alapján nem lehet következtetni, miután a megvizsgált mintákban kis mennyiségben fordultak elő.

Az első táblázaton a többi begyűjtött planktonrák (illetve keverék) karotinoida-tartalma van feltüntetve. Mint látjuk, a *Leptodora kindtii* semmi festéket nem tartalmazott. Nem találtam még csak nyomokban sem festéket a kővágóörsi időszakos vizekből származó *Daphnia magná*ban sem, holott ugyanezen faj tenyészetből származó példányai aránylag sok festéket tartalmaztak *(1. táblázat)*. Ugyancsak magas festéktartalommal rendelkeztek a Belső-tóból származó Cyclopidák. A Balatonból származó *Diaphanosoma brachyurum* festéktartalma is magas. Érdemes megemlíteni, hogy e faj festéktartalma 136 μg/g volt 1957. VII. 4-én, míg a kevert hálós plankton VII. 1-én csak 70 μg/g szárazanyag mennyiségnyi festéket tartalmazott. Nem valószínű, hogy a festéktartalom 3 nap alatt majdnem a kétszeresére emelkedett volna. Inkább valószínű az a feltevés, hogy a nyáreleji Cladocera betörést

okozó *Diaphanosomák*, optimális táplálkozási és szaporodási viszonyaik következtében, a festéknek magas koncentrációját voltak képesek magukban felhalmozni *(1. táblázat)*.

1. *táblázat*

Planktonrákok karotinoida tartalma

Név 1	Dátum 2	Gyűjtőhely 3	Olaj sz. a. % 4	karotinoidák	
				µg/gr sz. a. 5	µg/gr é. a. 6
Cyclops sp.	1956. II. 26.	Belső-tó		513,65	51,36
Diaphanosoma brachyurum ..	1957. VII. 4.	Balaton	21,52	136,00	13,6
Leptodora Kindtii	1956. VIII. 21.	Balaton	35,69	—	—
Daphnia magna	1956. VII. 22.	Kővágóörs	26,47	—	—
Daphnia magna	1957. VI. 3.	Tenyészet		421,0	42,10

é. a. = élőanyag
sz. a. = szárazanyag

A Gammaridák festéktartalma szintén nem egyforma és nem arányos a zsírtartalommal. Más képet kapunk azonban akkor, ha a gyűjtőhelyet is figyelembe vesszük. A *Dicerogammarus villosus* 1—3 sz. mintái a tihanyi móló környéki kövekről származtak, ahol a köveken nagyon gyenge vagy éppen semmilyen algabevonat nem volt. A 4., 5., 6. sz. mintákat a tihanyi Kis-öböl kövei alól gyűjtöttem, a köveken dús algabevonat volt. A 7. és 8. sz. minták

2. *táblázat*

Amphipodák karotinoida tartalma

Sz. 1	Név 2	Datum 3	Gyűjtőhely 4	Olaj sz. a. % 5	karotin oidák	
					µg/g sz. a. 6	µg/g é. a. 7
1	D. v.	1956. V. 22.	B	33,27	108,83	38,37
2	D. v.	1956. V. 30.	B	32,00	105,96	37,36
3	D. v.	1956. X. 23.	B	29,34	116,85	41,20
4	D. v.	1956. XII. 18.	B	31,20	220,36	77,70
5	D. v.	1957. II. 4.	B	19,21	160,16	56,49
6	D. v.	1957. IV. 5.	B		191,70	67,61
7	D. v.	1957. VII. 9.	B		136,40	48,11
8	D. v.	1957. VII. 9.	B		232,66	82,06
9	G. r.	1956. XII. 19.	A-p.	28,66	416,60	137,49
10	G. r.	1957. II. 20.	A-p.	13,68	134,69	44,44
11	G. r.	1957. II. 20.	P-p.	8,63	147,35	48,32
12	G. r.	1957. VIII. 7.	A-p		356,79	118,03
13	C. c.	1956. VI. 12.	B	36,64	73,61	27,39
14	C. c.	1956. XII. 16.	B	39,25	137,16	51,06
15	C. c.	1957. II. 5.	B	26,18	157,40	58,58
16	C. c.	1957. VII. 3.	B	28,56	73,56	27,38

sz. a. = szárazanyag
é. a. = élőanyag
D. v. = Dicerogammarus villosus
G. r. = Gammarus roeseli
C. c. = Corophium curvispinum
B = Balaton
A-p. = Aszófői Séd
P-p. = Pécsely-patak

gyűjtése azonos időpontban történt. A Fehérpartok környéki kövekről (7 származó gammaridák festéktartalma majdnem a fele a Cyprián-forrás környékéről (8) származó és algabevonattal rendelkező kövekről gyűjtött fajtársaikénak. A *Gammarus roeseli* 1956. XII. 19-én és 1957. VIII. 7-én megvizsgált példányai (9, 12) az Aszófői Séd csillárkás és kékmoszatos részéről származtak és sok festéket tartalmaztak, míg az 1957. II. 20-án az Aszófői Séd torkolat előtti részéből származó példányok (10) csak 134,6 μg/g festéket tartalmaztak szárazanyagra vonatkoztatva. Ugyancsak "alacsony" festéktartalommal rendelkezett a Pécsely-patak torkolat-előtti részéből gyűjtött minta is (11). A kékmoszatos részről származó példányok a vastag kékmoszatos és csillárkás iszapban bő karotinoida-forráshoz juthattak, míg mindkét patak torkolat előtti szakaszán a homokos hordalékban ez nem állhatott oly nagymértékben rendelkezésükre.

A *Corophium curvispinum* 1. sz. mintája a móló melletti kövekről, 2. és 3. sz. mintája a tihanyi Kis-öböl algadús köveiről, a 4. sz. mintája pedig a szintén algabevonattal nem rendelkező Fehér-partok környékén levő kövekről származott. Ennek megfelelően más és más a festéktartalom is.

Amint látható volt, a megvizsgált rákok nagy többsége sok festéket képes szervezetében felhalmozni és a felhalmozott festék összefüggésben látszik állni a rendelkezésre álló táplálék minőségével, egy mintán belül. A meghatározásokhoz felhasznált rákokat semmilyen szempont szerint sem csoportosítottuk. Ez nagyrészt keresztülvihetetlen volt a példányok kicsinysége miatt. Hím és nőnemű, kis és nagy egyedek, különböző fejlődési állapotok kerültek válogatás nélkül vizsgálat alá. Ilyen szempontok szerint is lehet azonban különbség köztük. A Gammaridák esetében a két nem aránylag könnyen elkülöníthető egymástól. Miután mások (Goodwin 1949) a nemek között is találtak differenciákat, célszerűnek látszott itt is választ keresni a kérdésre.

3. táblázat

Különböző nemű Dicerogammarusok festéktartalma

	♂	♀	♀	
1957 VI. 6.	99,53	127,10	164,60	μg/g
1957 V. 19.	94,54	116,67	123,63	μg/g

♀ petés nőstény
♀ embriós nőstény

A *3. táblázat*on néhány ilyen mérés eredménye van feltüntetve. Elkülönítettem a hímeket, a petés nőstényeket és az olyan nőstényeket, amelyeknek költőüregében már embriók voltak. Látható, hogy a hímek rendelkeznek a legalacsonyabb festéktartalommal, a legmagasabbal pedig az embriós nőstények.

Ez a megfigyelés nem ellenkezik az irodalmi adatokkal. Goodwin és Srisukh (1949) a *Trigopus fulvus*t ilyen szempontból vizsgálva kimutatták, hogy a nőstények több festéket tartalmaznak, mint a hímek és, hogy a festéktöbbletet petéikben halmozzák fel. A Gammaridák petéi acélkék színűek. Ez a kék szín a legnagyobb valószínűség szerint (más rákokon kimutatták, pl. a homáron Kuhn, Lederer 1933) egy karotin-protein komplex eredménye (astaxanthin-protein, ovoverdin). Ugyancsak Goodwin (1951) mutatta ki a *Homarus vulgaris*nál, hogy ez a komplexum az embriogenezis folyamán felbomlik, és astaxanthin válik szabaddá, aminek a szerepe az embriogenezis

folyamán még nem tisztázott. Ezzel magyarázható lenne a petés és embriós nőstények karotinoidatartalma között levő különbség. Az általam használt aceton ui. csak a szabad karotinoidákat oldja, oldhatatlan marad a komplex kötésben levő festék. Az embriogenezis végére azonban ez elbomlik és a szabaddá váló astaxanthin már oldható. Ezt az átalakulást egyébként a peték és az embriók színe között levő különbség is igazolja. Míg a peték a már említett kék színűek, addig az embriók enyhén pirosak.

Kohn, Fischer és Thompson (1955) több alacsonyabb- és magasabbrendű rákot (tengeri) vizsgáltak meg karotinoida-tartalmukra vonatkozóan. Találtak néhány fajt, illetve csoportot, amelyek igen nagy mennyiségű festéket halmoztak fel szervezetükben. A planktonrákok közül sokat találtak a *Calanus finnmarchicus*ban (7, 18, 57 μg/g) és az *Eucheta norvegica*ban (12, 107, 21, 73, 19 μg/g élősúly). Az Amphipodák közül a *Gammarus marinus* tartalmazott nagyobb mennyiségű festéket (35 μg/g é. s.) Más csoportok még nagyobb festékfelhalmozó képességgel rendelkeztek. Az euphausidákra különösen jellemző a felhalmozás. Pl. a *Meganyctiphanes norvegica*ban 60, 54, 69, 111, 73 μg/g é. s., a *Thisanoessa raschii*ben 58, 83 μg/g é. s. festéket találtak. A rákokban talált festék mennyiségének a változását kapcsolatba tudták hozni a táplálékul szolgáló kovamoszatok mennyiségének a változásával (1954).

Ezekkel a számadatokkal a most megvizsgált néhány édesvízi fajt összehasonlítva, látható, hogy azoktól egyáltalán nem maradnak el. A crustaceaplankton festéktartalma 7,8—21,7 μ/g között ingadozik, az Amphipodáké szintén eléri a tengeri nívót.

A megvizsgált fajok valamennyien apróságfaló szervezetek voltak. Az Amphipodák szívesen fogyasztanak detrítuszt is. Ezeknél a festéktartalom jellemző lenne a táplálék szerint. Sok detrítusz esetén alacsonyabb a festéktartalom. A *Leptodora* ragadozó és emiatt nem tud elsődleges (növényi) karotinoida-forráshoz jutni. Talán emiatt nem sikerült benne egyszer sem találni festéket.

E rákokból egyelőre még nincsenek a festékek minőségi szempontból behatóbban tanulmányozva. Tájékozódó jellegű papírkromatográfiás vizsgálatok alapján úgy látszik, hogy a planktonrákok egyetlen festéket tartalmaznak nagyobb mennyiségben. Ez az astaxanthin (azonosítása *Cambarus affinis* páncélból nyert astaxanthin párhuzamos futtatásával történt), és emellett még egy frontalfutó sárga pigment is kimutatható nyomokban, valószínűleg β-karotin. Ez a megfigyelés is megegyezik az irodalmi adatokkal. Tengeri Copepodákban csak astaxanthint találtak, míg a β-karotin jelenlétéről vitatkoznak. Előfordulása azonban érthető, mert ez az astaxanthin alapanyaga. Emellett még három másik festékféleség előfordulását is észleltük a Gammaridákban, ezek azonban meghatározva jelenleg még nincsenek.

A zooplankton magas astaxanthin tartalmának komoly táplálkozásbiológiai jelentősége van. Ma már bizonyított tény (Kohn 1949), hogy ez az anyag provitaminja lehet az A-vitaminnak és az is bizonyítást nyert, hogy az állati szervezetek ezt mint provitamint hasznosítani is tudják (Weilands stb.). Mivel a mérések β-karotin standard oldattal való összehasonlítással történtek és az A-vitamin nemzetközi egysége is β-karotinban van kifejezve (1 IE = 0,6 μg β-karotin), a kapott értékeket át lehet A-vitaminra számítani. Így megállapítható, hogy pl. a planktonrákok karotinoid-tartalma 18—36 IE A-vitaminnak felel meg, egy g élősúlyra vonatkoztatva. Ennek jelentősége

akkor domborodik ki különösen, ha meggondoljuk, hogy az apró rákok legfontosabb táplálékai a halivadéknak, mely fejlődéséhez többek között elegendő mennyiségű A-vitamint is igényel.

Összefoglalás

Balatoni és nem balatoni, a táblázatokban feltüntetett rákokon karotinoida-tartalom meghatározásokat végeztem. A meghatározásokból megállapítható:

1. A megvizsgált fajok, egy kivétellel, magas festéktartalommal rendelkeznek.

2. A Balaton nyíltvízi planktonjának festéktartalma periodikus változást mutat, egy év alatt két maximummal. A megvizsgált minták szerkezetbeli összetételét is figyelembe véve, kitűnik, hogy a jelenlevő fajok közül a Cyclopidák döntő mértékben részesek a festék felhalmozásában, míg a Cladocerák kis számarányuknál fogva nem voltak ilyen módon tanulmányozhatók.

3. Az Amphipodák festéktartalma is igen nagy különbségeket mutat. Ezeket a különbségeket kapcsolatba lehetett hozni a gyűjtőhelyen rendelkezésükre álló táplálék milyenségével. Magas festéktartalmú rákok olyan helyekről származtak, ahol sok növényi táplálék állott rendelkezésre.

4. A táplálék összetételének a festéktartalomra gyakorolt hatása alapján az Amphipodákon, valamint a Belső-tavi és a balatoni plankton festéktartalmának különbözőségéből arra lehet következtetni, hogy a Balatonban a rákok a növényi táplálkozás szempontjából egy évben kétszer vannak optimális viszonyok között.

IRODALOM

Euler, H., Hellström, H., Klussman, E. (1934): Über den Carotinoidgehalt einiger Evertebraten. — *Hoppe—Seyler's Z. Physiol.* **228,** 77—89.

Fischer, L. R., Kohn, S. K., Thompson, S. Y. (1952): Vitamin A and Carotenoids in certain invertebrates. I. Marine crustacea. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **31,** 229—258.

Fischer, L. R., Kohn, S. K., Thompson, S. Y. (1954): Vitamin A and Carotenoids in certain ivertebrates. II. Studies of seasonal variatons in some marine crustacea. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **33,** 589—612.

Fischer, L. R., Kohn, S. K., Thompson, S. Y. (1955): Vitamin A and Carotenoids in certain invertebrates. III. Euphausiacea. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **34,** 81—100.

Goodwin, T. W., Srisukh, S. (1949): Some observations on Astaxanthin Distribution in marine Crustacea. — *Biochem. J.* **45,** 268—270.

Goodwin, T. W. (1951): Carotenoid metabolism during Development of Lobster Eggs. — *Nature (London)* **167,** 559.

Goodwin, T. W. (1952): The comparative Biochemistry of the Carotenoids. — *Chapman & Hall. London.*

Grangaud, R., Viqualis, P., Marsonet, R., Moatti, J. P. (1956): Biosynthese von vitamin A bei Gambusia halbrocki Gard. — *C. R. hebd. Seances Acad. Sci.* **243,** 1170—72.

Gstirner, F. (1940): Chemish-physicalische Vitaminbestimmungsmethoden. — *Ferdinand Enke. Stuttgart.*

Karrer, P., Jucker, E. (1948): Carotinoide. — *Birkerhäuser. Basel.*

Kohn, S. K., Thompson, S. Y. (1949): Preformed vitamin A in Crustacea. — *Arch. Biochem.* **24,** 233—34.

Kohn, S. K. (1954): Vitamin A des invertebrates marines et metabolism des carotinoids du plancton. — *Bull. Soc. Chim. Biol.* **1954,** 209—225.

Lönnberg, E. (1932): Zur Kenntnis der Carotinoide marinen Evertebraten. — *Ark. Zool.* **23,** 1—74.

Lwoff, A. (1927): Le cycle du pigment carotinoide chez Idia furcata (Baird) (copepod harpaticide). Nature, origine, évolution du pigment et des reserves ovulaires au cours de la ségméntation. Structure de l'oeil chez copépodes. — *Bull. Biol. de la France et de la Belgique.* **61,** 193—240.

Neilands, J. B. (1947): The conversion of carotene to vitamin A in the Fish. — *Arch. Biochem.* **13,** 145—149.

ÜBER DEN CAROTINOIDGEHALT EINIGER SÜSSWASSERKREBSE

Tibor Farkas

Zusammenfassung

An Krebsarten aus dem Balaton-See, Belső tő, Pécsely-Bach und Aszófői-Séd-Bach wurden Bestimmungen des Carotinoidgehaltes vorgenommen.

Aus den tabellarisch zusammengestellten Ergebnissen konnten folgende Schlüsse gezogen werden :

1. Alle untersuchten Arten weisen mit Ausnahme von *Leptodora kindtii* einen hohen Farbstoffgehalt auf.

2. Der Farbstoffgehalt des Planktons des offenen Wassers des Balatons zeigt eine Periodizität mit zwei Maxima im Jahr. Die strukturelle Zusamennsetzung der Proben wurde mit blossem Auge untersucht. In der Hauptsache wird der Farbstoff von Cyclopiden gespeichert. *Diaptomus gracilis* ist in dieser Hinsicht weniger bedeutend. Die Cladoceren waren auf diese Weise wegen ihrer kleinen Anteile in den Proben selbständig nicht zu erfassen.

3. Auch der Farbstoffgehalt der Amphipoden weist sehr grosse Unterschiede auf. Diese Unterschiede können mit dem an den Sammelstellen vorhandenen Futter in Zusammenhang gebracht werden. Krebse mit hohem Farbstoffgehalt stammten von solchen Orten, wo sie sich hauptsächlich mit frischen Pflanzen ernähren konnten.

4. Da die Zusammensetzung des Futters den Farbstoffgehaltes der Amphipoden beeinflusst, kann man wegen des unterschiedlichen Farbstoffgehaltes des Balatonsee-Planktons analog annehmen, dass sich die Krebse bzw. ihr pflanzliches Futter hier jährlich zweimal unter optimalen Verhältnissen befinden.

Erklärung der Tabellen

Tab. 1. Carotinoidgehalt der Planktonkrebse.

1 : Name, **2** : Datum, **3** : Sammelstelle, **4** : Öl in % des Trockengewichtes, **5** : μg Carotinoiden in 1 g Trockenmaterial, **6** : μgCarotinoiden in 1 g lebendem Material

Tab. 2. Carotinoidgehalt der Amphipoden.

1 : Nummer, **2** : Name, **3** : Datum, **4** : Sammelstelle, **5** : Öl in % des Trockengewichtes; **6** : μg Carotinoiden in 1 g Trockenmaterial, **7** : μg Carotinoiden in 1 g lebendem Material

VIZSGÁLATOK NÉHÁNY, A HAZAI VIZEK ANYAGFORGALMÁBAN FONTOSABB SZEREPET JÁTSZÓ RÁK ZSÍRSAVGARNITURÁJÁN

(Előzetes közlemény)

FARKAS TIBOR

Érkezett: 1958. március 3.

Haltáplálékul szolgáló rákszervezetek (planktonrákok, Amphipoda rákok) kémiai összetételének vizsgálatakor kitűnt, hogy magas zsírtartalommal rendelkeznek. Zsírtartalmuk mértéke szinte példa nélkül áll az idevonatkozó irodalomban. A különböző összetételű hálós planktonminták között mennyiségi tekintetben nem sikerült különbséget találni. A zsiradék különböző oldószerekkel történő frakcionálása sem vezetett kielégítő eredményhez. Az egyes frakciók még ua. fajnál sem voltak állandóak. Csupán annyi különbséget sikerült kimutatni a két nagy rákcsoport között, hogy az Amphipodák szárazanyagra vonatkoztatott zsírtartalma alacsonyabb a planktonrákokénál. Mivel a zsír magas energiatartalma miatt valószínűleg fontos szerepet játszik a tó anyagforgalma szempontjából, érdemesnek látszik ezzel a kérdéssel bővebben foglalkozni. Elsősorban a zsír eredetének kérdését kell tisztázni ezen szervezeteken. A táplálékból származik-e, vagy sajátmaguk szintetizálják-e más anyagokból? Vagyis milyen összefüggés van a táplálékukban levő és a testükben elraktározott zsír között? Van-e különbség az egyes rendszertani csoportok között a zsírsavgarnitúra tekintetében és ha van, akkor ez a táplálkozási láncolatban kimutatható-e?

Az édesvízi életközösség táplálkozási láncainak zsíranyagforgalma nem teljesen ismert. Tengeri vonatkozásban bőven állnak rendelkezésre adatok. Megállapították, hogy a különböző (főképp planktonevő) halakban található zsír zsírsavgarnitúrája nem sokban különbözik a planktonrákokban szintetizálódó savaktól. A sós vizekre jellemző magas C-atomszámú savakat pedig az algáktól kezdve a planktonrákokon keresztül a halakig—mindenütt megtalálták. Megállapították azt az érdekes tényt is, hogy az édes- és sósvíz-eredetű zsírok között jellemző eltérések vannak minőségi és mennyiségi tekintetben (LOVERN 1932). Édesvízi zsírokra vonatkozó analízis azonban kevés van és azok is főképp halakra vonatkoznak. Édesvízi rákokra vonatkozó adat LOVERNtől (1935) származik és csupán három fajra szorítkozik.

Anyag és módszer

Kevert hálós crustaceaplanktonon, a *Diaphanosoma brachyurum* (LIEVIN), *Leptodora kindtii* FOCKE, *Limnomysis benedeni* CZERN., *Dicerogammarus villosus bispinosus* MART., *Corophium curvispinum* G. O. SARS f. *devium*

WUNDSCH és *Gammarus (rivulogammarus) rosseli* GERVAIS rákfajokon végeztem minőségi zsírsavmeghatározásokat. Az említett rákok, a *Gammarus roeseli* és két hálós crustaceaplankton-minta kivételével, a Balantonból származnak. Két crustaceaplankton-mintát a tihanyi Belső-tóban, egyet pedig a kővágóörsi időszakos vizekben gyűjtöttem. Gyűjtés után szobahőmérsékleten szárítottam, ezt követőleg porítottam és felhasználásig exszikkátorban tároltam a mintákat.

A száraz mintákból háromszor éter—alkohol 1 : 3 arányú keverékével kivonatot készítettem, mely jórészt zsírokat tartalmazott. A szűrt oldatot 10 ml-re töményítettem és alikvot részéből meghatároztam a zsír mennyiségét, a maradékot pedig KOH segítségével elszappanosítottam alkoholos közegben. A nemszappanosodó alkatrészek eltávolítására petrolétert használtam. A szappanoldatból híg HCl segítségével szabadítottam fel a zsírsavakat. Az éterrel kirázott savakat Na_2SO_4 felett szárítottam, indifferens atmoszférában bepároltam. A további vizsgálatokhoz 1%-os benzolos oldatot készítettem.

A zsírsavak analízisére a rendelkezésre álló csekély anyagmennyiségek miatt papírkromatográfiás módszert választottam. A módszer az általánosan alkalmazott papírkromatográfiás eljárásoktól abban különbözik, hogy e savak hidrofób tulajdonsága miatt a futtatás fordított fázisban történik. A papír hidrofóbizálása KAUFFMANN (1954) előírása szerint történt a petróleumnak 190—220 C° közé eső frakciójával. Az ily módon előkészített papírra visszük fel vizsgálati oldatunk meghatározott mennyiségét és futtatjuk 70—90%-os impregnáló anyaggal telített ecetsavval. A kromatogrammok előhívása 2 órás szárítás után rézacetát-káliumferrocianiddal való kezeléssel történik, ami intenzív vörösbarna foltok megjelenéséhez vezet fehér alapon.

A standard körülmények fokozott biztosítása céljából a papírban mindig azonos mennyiségű petróleumot tartottam vissza (1,2 mg/cm²), a futtató ecetsav töménysége pedig 90% volt.

Ilyen körülmények között a rendelkezésre álló modellsavakra a következő *Rf** értékeket kaptam Schleicher und Schüll 2043/B papíron :

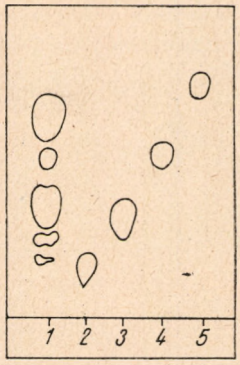
Laurinsav	0,61	Olajsav	0,29
Miristinsav	0,43	Linolsav	0,41
Palmitinsav	0,25	Linolénsav	0,49
Sztearinsav	0,19		

Mint láthatjuk, bizonyos esetekben az *Rf* értékek alapján nem várhatunk kielégítő szelekciót. Miután itt különben is várhatóan sok komponenssel kellett dolgozni, amelyek egymást csak zavarnák a papíron, továbbá a szelekció érdekében is, a futtatás előtt a zsírsavakat szobahőn szilárd (összes telített sav és a telítetlen savak izomér módosulatai) és szobahőn folyékony (összes telítetlen sav az előbbi izomérek kivételével) frakciókra különítettem az ismert alkoholos-ólomacetásos módszerrel. Így még olyan kis mennyiségű savakat is sikerült a papíron kimutatni, amelyek a kevert savak futtatásakor elő sem tűntek.

Az azonosítás főképp modellsavak és *Rf* értékek segítségével történt, szükség esetén az illető modellsavnak a mintához való hozzákeverésével.

$$* Rf = \frac{\text{folt közepének távolsága a startponttól}}{\text{oldószerfront távolsága a startponttól}}$$

Ebben az esetben a foltot akkor tekintettem azonosnak a megfelelő modellsavval, ha ennek hozzákeverése után újabb folt nem jelent meg a papíron, hanem csak az eredeti folt felülete növekedett. Teljesen ismeretlen sav esetén, ha az nagyobb mennyiségben volt jelen, a sav leoldásával és molekulasúlyának (Ms) meghatározásával végeztem az azonosítás. Modellként alkalmaztam több esetben a lenolajból felszabadított zsírsavakat. A lenolajban a következő savak fordulnak elő, kifutási sorrendben alulról felfelé: sztearin-, palmitin-, olaj-, linol- és linolénsavak. Az *1. ábra* a lenolaj zsírsavjainak, valamint a telített homológ sor C_{12-18} tagjainak papíron való elhelyezkedését mutatja *(1. ábra)*.



1. ábra. 1. lenolaj, kevert savak: 600 μg,
2. sztearinsav: 100 μg,
3. palmitinsav: 100 μg,
4. mirisztinsav: 100 μg,
5. laurinsav: 100 μg,

Fig. 1 1. Leinöl, gemischte Säuren: 600 μg
2. Stearinsäure: 100 μg
3. Palmitinsäure: 100 μg
4. Myristinsäure: 100 μg
5. Laurinsaure: 100 μg

Igen kis mennyiségben előforduló savak esetén (pl. planktonrákok), amikor modellsav nem állott rendelkezésre és a molekulasúly (Ms) meghatározásához sem lehetett elegendő anyagmennyiséget összegyűjteni, a minőségi meghatározást az eddigi módszerekkel nem tudtam elvégezni. A különböző minták kb. azonos elhelyezkedésű foltjainak azonosítására kiszámítottam e foltok olajsavhoz (o. s.) való viszonyát a papíron:

$$R_{o.s.} = \frac{\text{olaj—sav folt közepének távolsága a startponttól}}{\text{ismeretlen folt közepének távolsága a startponttól}}$$

Így legalább azt meg lehetett állapítani, hogy az egyes foltok azonosak-e egymással vagy nem.

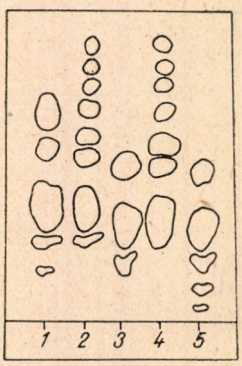
A kromatogrammok mennyiségi kiértékelése így nem lehetséges. Hogy azonban mégis összehasonlítást tudjunk tenni az egyes savak mennyiségére vonatkozólag is, mindig azonos anyagmennyiségeket vittem fel. A foltnagyság és a koncentráció között ui. (JÁKY: 1956) összefüggés van (FISCHER-szabály), másrészt pedig a koncentráció és a szín intenzitása között is. Ti. alacsony koncentráció esetén a komplex színe gyengébb.

Az eredmények kiértékelése

1. *Alacsonyabbrendű rákok*

Kevert hálós crustaceaplankton. A *2. ábra* a balatoni planktonrákokból nyert zsírsavak papíron való elhelyezkedését mutatja. Amint az ábrából kitűnik, a telített savakat a mirisztin-, palmitin- és sztearin-sav képviseli. Több — főként őszi és téli — mintában azonban ezek mellett, még újabb savak is előfordulnak a „telített" frakcióban, amelyek a kevert savak futtatásakor elő sem tűnnek.

Ezeket a savakat, bár még pontosan azonosítva nincsenek, a papíron való elhelyezkedésük alapján C_{20-22} telített savaknak is lehet tekinteni. Ti. a telített homológ sorozat esetén az *Rf* értékek a molekulasúly függvényei. Magasabb molekulasúlyú savak lassabban futnak. A telítetlen savak közül nagy mennyiségben fordulnak elő C_{18} savak, amelyeknek a telítetlenségi foka különböző. A foltnagyság alapján sok olaj- és linolsavat tartalmaznak a megvizsgált minták, míg a linolénsav mennyisége lényegesen alacsonyabb. Az ábrán is látható a linoltól nem teljesen elváló folt molekulasúlya alapján egy C_{16} telítetlen sav (molekulasúly = 264, a palmitoleinsav molekulasúlya 254. Jelen



2. ábra. 1. lenolaj, kevert savak : 600 μg,
2. crustaceaplankton, kevert savak : 600 μg,
3. crustaceaplankton, telített (szilárd) 600 μg;
4. crustaceaplankton, telítetlen : 600 μg,
5. crustaceaplankton, telítetlen (szilárd) 600 μg

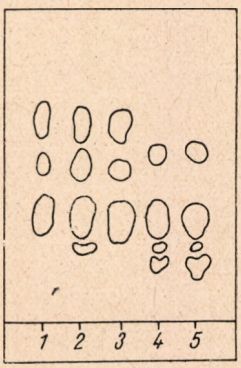
Fig. 2 1. Leinöl, gemischte Säuren : 600 μg
2. Crustaceen-Plankton, gemischte Säuren : 600 μg
3. „ „ gesättigte (feste) Säuren : 600 μg
4. „ „ ungesättigte (flüssige) Säuren : 600 μg
5. „ „ gesättigte (feste) Säuren : 600 μg

esetben mért magasabb molekulasúly a linolsav, — amelytől e folt nem vált el kvantitatívan — zavaró hatásával magyarázható), amely az irodalmi adatok alapján is nagyobb mennyiségben fordul elő édesvízi zsírokban. Ez a sav a megvizsgált rákok közül csupán a planktonrákokból volt kimutatható. Amint a *2. ábráról* is látható, e savakon kívül még további 2—3 telítetlen sav is előfordul a mintákban, amelyek még eddig azonosítva nincsenek. $R_{o.s.}$ értékük: 17, 19, 20. Ezek a savak néhány — főképp nyári — mintából hiányoztak.

A *Diaphanosoma brachyurum*ból nyert savak *(4. ábra)* minőségileg azonosak a fentiekkel, azonban a linolénsav és a fölé kifutó telítetlen és a sztearinsav alá kifutó feltehetően telített savak hiányoztak a megvizsgált mintából (egy minta).

Az említett hálós crustaceaplankton-mintákban mindig több rákfaj volt, melyek közül a *Cyclops sp.* és a *Diaptomus gracilis* mindig nagyobb mennyiségben, a *Diaphanosoma brachyurum* és a *Daphnia cucullata* pedig kisebb mennyiségben fordultak elő különböző arányban a megvizsgált mintákban. Ezek a rákok jórészt növényevők, táplálékuk túlnyomórészt alga. Miután

táplálkozásbiológiailag és emellett rendszertanilag is közel állnak egymáshoz, lényeges differenciákat nem lehet várni közöttük. Mint láttuk, a *Diaphanosoma brachyurum* — amelyet sikerült tisztán is gyűjteni — zsírsavgarnitúrája sem ütött el a domináló savak tekintetében a vegyes hálós planktonétól. A C_{20-22} telített (?), valamint a linolén és a fölé kifutó telítetlen savak időleges hiányának oka ezekből a vizsgálatokból még nem derül ki. Elképzelhető, hogy a táplálékkal állanak összefüggésben. Az is lehetséges, hogy valamelyik említett fajra lennének jellemzőek és csak az illető faj változó mennyiségének következtében nem kerülnek mindig elő.



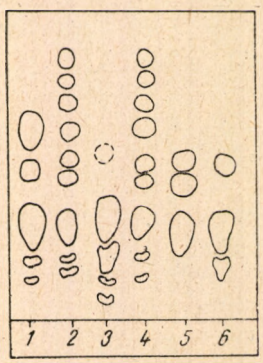
3. ábra. 1. lenolaj, telítetlen : 400 μg,
2. *Leptodora* kevert savak : 600 μg,
3. *Leptodora* telítetlen savak : 600 μg,
4. *Leptodora* telített (szilárd) savak : 600 μg,
5. *Leptodora* telített (szilárd) savak : 600 μg, + sztearinsav 50 μg

Fig. 3. 1. Leinöl, ungesättigte Säuren : 400 μg
2. Leptodora, gemischte Säuren : 600 μg
3. „ ungesättigte (flüssige) Säuren : 600 μg
4. „ gesättigte (feste) Säuren : 600 μg
5. „ gesättigte (feste) Säuren : 600 μg + Stearinsäure 50 μg

A szintén pelágikus életmódon élő ragadozó *Leptodora kindtii* Focke zsírsavgarnitúrája azonban nem egyezik meg teljes mértékben az előbbi rákokéval. Több tekintetben eltérés mutatható ki. Amint a *3. ábrán* is látszik, a telített savakat itt is a C_{14-18} savak képviselik. Azonban még egy negyedik sav is megjelenik ezek mellett, a palmitin és a sztearinsav között, amely eddig még nem fordult elő. Ezt a foltot elhelyezkedése alapján C_{17} savnak is lehetne tekinteni. Újabban páratlan szénatomszámú savakat is találtak a természetben. Margarinsavat hidrogénezett juh zsírból (Shorland et al. 1955) és halolajokból mutattak ki (Hansen et al. 1955). Mivel a két savféleséget ólomsóik alkoholban való oldékonyságának alapján választottam szét, és ismeretes, hogy ilyen módon nemcsak a telített, hanem a szobahőn kristályos telítetlen savak (eleidin, petroselin, vaccensav) is kiválnak alkoholos oldatukból, ezt a foltot ezen savak valamelyikének is lehet tartani. Sajnos ebből a mintából olyan kis anyagmennyiség állott rendelkezésre, hogy egyelőre részletesebben nem foglalkozhatom a kérdéssel, annál is kevésbé, mert e faj csupán nyáron gyűjthető. A telítetlen zsírsavgarnitúrában is van eltérés. A linolénsav a foltnagyság alapján lényegesen nagyobb mennyiségben van

jelen, mint a többi planktonrákban. Azonban a linolénsav fölé kifutó, a többi planktonrákban kis mennyiségben előforduló savak, sőt úgy látszik a palmitolein sav is, a *Leptodorá*ban hiányzik *(3—4. ábra)*.

A tihanyi Belső-tóból származó hálós crustaceaplankton zsírsavgarnitúrája is elüt némileg a balatoniétól. A különbség egyes savak hiányával és mások megjelenésével függ össze. Ez már a kevert savak futtatásakor látszik. Amíg a balatoni mintáknál a sztearinsav sohasem jelent meg a kevert savak között, addig, nagyobb mennyiségénél fogva, már itt megjelenik



4. ábra. 1. lenolaj, kevert savak: 600 μg,
2. belsőtavi plankton, kevert savak: 600 μg,
3. belsőtavi plankton, telített (szilárd) savak: 600 μg,
4. belsőtavi plankton, telítetlen: 600 μg,
5. *Diaphanosoma brachyurum*, telítetlen savak: 600 μg,
6. *Diaphanosoma brachyurum*, telített (szilárd) savak: 600 μg

Fig. 4. 1. Leinöl, gemischte Säuren: 600 μg
2. Plankton vom Belső-tó-Teich, gemischte Säuren: 600 μg
3. Plankton vom Belső-tó-Teich, gesättigte (feste) Säuren: 600 μg
4. Plankton vom Belső-tó-Teich, ungesättigte (flüssige) Säuren: 600 μg
5. Diaphanosoma brachyurum, ungesättigte (flüssige) Säuren: 600 μg
6. Diaphanosoma brachyurum, gesättigte (feste) Säuren: 600 μg

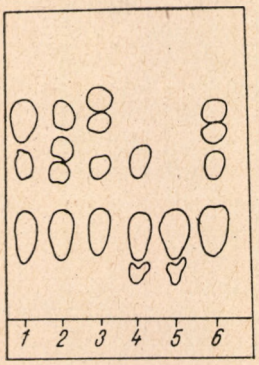
A telített savak közül a mirisztinsav az egyik mintából teljesen hiányzott, a másikban pedig csak igen kis mennyiségben volt jelen. A balatoni planktonban gyakran előforduló sztearinsav alá kifutó telített savak itt is jelen vannak. A telítetlen frakció majdnem teljesen azonos a balatoni rákokéval. A linolénsav mennyisége azonban a foltnagyság alapján magasabb, mint a Balatonban. A linolénsav fölé kifutó savak itt is megvannak és $R_{o.s.}$ értékük alapján (17, 18, 20) feltehetően azonosak a balatoni planktonéval. A telítetlen frakciókban ezenkívül még két másik sav is előfordul kis mennyiségben, amelyeket eddig a balatoni planktonban még nem lehetett kimutatni. Ezek az olajsav alá futnak ki és még azonosításra várnak. Egyelőre csupán annyit lehet mibenlétükről mondani, hogy C-atomszámuk 18-nál magasabb. A belsőtavi planktonból nyert savak papírkromatogrammját a *4. ábra* szemlélteti.

A Kővágóörs környéki időszakos vizekben gyűjtött Cladocera-rákokban *(5. ábra)* ólomsóik alkoholban való oldhatósága alapján csak telítetlen savakat találtam. Ebben az esetben sem jelentek meg újabb foltok a papíron, mint

amelyeket eddig találtunk a planktonrákoknál. Érdekes azonban, hogy a linolénsav mennyisége, a foltnagyság alapján, itt is magasabb, mint a Balatonban, a linolénsav fölé kifutó savak pedig teljesen hiányoztak.

2. *Magasabbrendű rákok*

A Balatonban gyűjthető Amphipodák *(Dicerogammarus villosus, Corophium curvispinum)* mind telített, mind telítetlen savak tekintetében szegé-



5. ábra. 1. lenolaj, telítetlen savak : 600 μg,
2. kővágóőrsi plankton, telítetlen savak : 600 μg,
3. *Dicerogammarus vill.* telítetlen savak : 600 μg,
4. *Dicerogammarus vill.* telített (szilárd) savak : 600 μg,
5. *Limnomysis benedeni,* telített (szilárd) savak : 600 μg,
6. *Limnomysis benedeni,* telítetlen savak : 600 μg

Fig. 5. 1. Leinöl, ungesättigte (flüssige) Säuren : 600 μg
2. Plankton von Kővágóörs, ungesättigte (flüssige) Säuren : 600 μg
3. *Dicerogammarus vill.* ungesättigte (flüssige) Säuren : 600 μg
4. *Dicerogammarus vill.* gesättigte (feste) Säuren : 600 μg
5. *Limnomysis benedeni,* gesättigte (feste) Säuren : 600 μg
6. *Limnomysis benedeni,* ungesättigte (flüssige) Säuren : 600 μg

nyebbnek mutatkoztak a planktonrákoknál. Sem a *Dicerogammarus*ban, sem a *Corophium*ban sztearinsavnál magasabb C-atomszámú telített sav nem fordult elő. A jelenlevő három telített sav közös a planktonrákokéval. A telítetlen savaik közül, mint láttuk, az olaj-, linol- és linolénsav szintén előfordul a planktonrákokban, de itt a linolénsav mennyisége a foltnagyság alapján magasabbnak látszik. Mindkét fajnál a linolénsav felett van még egy folt, amely azonosnak mutatkozott a balatoni plankton hasonló elhelyezkedésű foltjával, azonban ennél nagyobb mennyiségű.

Az Aszófői-patakban gyűjtött *Gammarus roeseli* zsírsavgarnitúrája csupán annyiban tér el a balatoni rokonától, hogy mirisztinsavat nem tartalmaz. Ugyanez a helyzet a *Limnomysis benedeni* esetében is *(5. ábra).*

Áttekintve és összehasonlítva a megvizsgált fajok, illetve csoportok zsírsavgarnitúráját, érdekes és úgy látszik jellegzetes differenciákat találunk minőségi tekintetben. A telített savak közül mindegyik fajnál előfordul a palmitin- és sztearinsav, a balatoni eredetű fajoknál emellett még — a *Limno-*

*mysis*től eltekintve — a mirisztinsav is. Ez a sav azonban sem a Belső-tóban gyűjtött crustaceaplanktonban, sem az Aszófői Sédből származó *Gammarus roeseli*ben nem fordul elő. Amíg azonban az Amphipodáknál a telített frakciót csupán e két, ill. három sav alkotja, addig a planktonrákokénál, kis mennyiségben ugyan, de újabb savak jelennek meg bizonyos esetekben. Az eddigi vizsgálatok alapján azonban ezzel kapcsolatban csak annyit lehet mondani, hogy az őszi és téli mintákban gyakoribbak, mint nyáron. A telítetlen savak közül mindkét csoportban együttesen előfordulnak az olaj-, linol- linolénsavak. A linolénsav mennyisége azonban alacsonyabb a balatoni planktonban, mint a másik két gyűjtőhelyen. A planktonrákokban az említett savakon és a plamitoleinsavon kívül még más telítetlen savak is vannak, amelyeknek azonosítása még a jövő feladata.

Ily módon a zsírsavgarnitúra (előforduló zsírsavak száma) tekintetében különbséget tudunk tenni az Entomostraca és Amphipoda rákok között. Ezeket a differenciákat még jobban kihangsúlyozhatjuk azáltal, ha figyelembe vesszük a gliceridekben való kombinációjukat. Hilditch formulája alapján* ui. az Amphipodáknál 7 zsírsavat számításba véve, az elméletileg lehetséges trigliceridek száma 84, a planktonrákokéban ez a szám 11 zsírsav alapján 269-re ugrik.

Az eddigiekből már kitűnt, hogy e rákokban főként C_{16-18} telített és telítetlen savak dominálnak. Lovern (1932) az édesvízi lények (főképp a halak és 3 rákfaj) zsírjának analízisekor arra a megállapításra jutott, hogy az édes- és tengervízi eredetű zsírok között jellemző különbségek vannak. Ezeket a különbségeket a következőkben jelölte meg :

1. magas C_{18} savtartalom az édesvizekben,
2. C_{20-22} savak csökkentett mennyisége az édesvizekben,
3. palmitoleinsav mennyisége magasabb az édesvízben, mint a tengerben.

Amint látjuk, ezeket a kritériumokat a most megvizsgált rákok zsírja teljesen kielégíti. Úgy látszik bizonyos ingadozások vannak ezen belül, amelyek esetleg jellemzőek az élőhelyre. Ez a kérdés még további vizsgálatra szorul.

A fent említett különbségek bepillantást engednek nyerni a vizek anyagforgalmába is. Ma a depózsírok eredetéről, ill. összetételéről az az elfogadott álláspont (Bourne Kidder 1953), hogy azt a diéta nagymértékben befolyásolja. Ha ezt a megállapítást az alacsonyabbrendű rákokra is elfogadjuk, beleértve a balatoni crustaceaplanktont, különbséget tudunk tenni a különböző természetes vizek között. Amint már említettem, a planktonrákok természetes táplálékának javarésze algákból és szerves törmelékből áll és így az előbbi feltevés szerint zsírsavkészletüket is innen kapják. Az algák azonban valamilyen ok miatt az egyik esetben szintetizálnak bizonyos savakat (pl linolénsav), ill. bizonyos savból többet szintetizálnak, a másik esetben viszont nem. *Azok a tényezők, amelyek hatására egy sav vagy éppen egy vegyülettípus*

$$* N = \frac{n^3 + 3n^2 + 2n}{6}$$

N = a lehetséges trigliceridek száma
n = a zsírsavak száma

szintetizálódik vagy sem, jellemzőek lehetnek magára az élettérre. A linolénsavnak az előfordulása már csak azért is említésre méltó, mert a linol és archidonsavval együtt az esszenciális zsírsavak közé sorolták (UNGLAUB & HUNTER 1957), és így hiánya vagy elégtelen mennyisége különböző következményeket vonhat maga után a táplálkozási láncban. Az a tény pedig, hogy ilyen — a magasabbrendű gerincesek életében — fontos vegyületek közül valamelyik egyik vagy másik fajban halmozódik inkább fel, alkalmas lehet a fajok táplálkozási láncban játszott szerepének az értékelésére. Ui. nemcsak az a fontos, hogy mennyi táplálék áll adott időben rendelkezésre, hanem az is, hogy a szükséges anyagok elegendő mennyiségben vannak-e jelen, ill. van-e olyan szervezet, amely ezeket képes tárolni.

Már történt említés a táplálék és a depózsír kapcsolatáról. Ezen az alapon feltehetőleg összefüggés van az algák, ill. detrítusz-részecskék és a planktonrákok zsírsavgarnitúrája között. Sajnos, balatoni vonatkozásban ilyen adatok még nem állanak rendelkezésre. LOVERN (1936) algazsír analízise alapján azonban a megegyezés a kétféle zsír között igen nagy. Anélkül, hogy kételkednénk ezeknek a vizsgálatoknak a helyességében, a kérdés ilyen módon való megoldását csak igen óvatosan fogadhatjuk el, mert végső fokon nem tudjuk milyen savak fordulnak elő a balatoni algákban. Komplikálja a helyzetet az is, hogy a tengeri crustaceaplankton sok komponensből álló zsírsavgarnitúráját nem tudták teljes mértékben összhangba hozni a tengeri kovamoszatok és crustaceaplankton táplálékául szolgáló más algák aránylag egyszerűbb zsírsavgarnitúrájával (LOVERN 1936).

Más a helyzet a *Leptodora* esetében. A *Leptodora kindtii* ui. ragadozó szervezet, és éppen a megvizsgált balatoni rákokból táplálkozik, vagyis zsírsavkészletét innen kapja. Azonban a kétféle zsírsavgarnitúra között, mint láttuk, nincs teljes azonosság. A lényeges differencia — bizonyos savak hiányán, illetve megjelenésén kívül — a linolénsavnak magasabb mennyisége. A különbség okát még szintén nem tudjuk pontosan magyarázni. Lehetséges, hogy az algákban szintetizálódott zsír a táplálkozási lánc folyamán bizonyos, talán jellemző elváltozásokon megy keresztül.

Különös a helyzet a *Dicerogammarus* esetében is. A *Dicerogammarus* zsírsavgarnitúrája is más, mint a rendelkezésére álló tápláléké. Zsírt, táplálék formájában nagyobb mennyiségben a köveken levő kovamoszat bevonatról vehetnek fel. Bár a Gammaridák túlnyomórészt detrituszevők, ezt feltehetően meg is teszik. E mellett szól magas festéktartalmuk is. A gyűjtőhely kövein levő kovamoszat bevonat zsírsavgarnitúrája azonban, savakban sokkal szegényebbnek mutatkozott a kövek alól származó Gammaridákénál. A kovamoszatokban ui. csak telítetlen savakat találtam: olaj- és linolsavakat. Az ugyanitt gyűjtött detrituszban a telítetlen savakat szintén e két sav képviselte, a linolénsav jelenléte egyelőre bizonytalan. Vagy egyáltalán nem fordult elő, vagy igen alacsony koncentrációja miatt az alkalmazott előhívási módszerrel nem mutatható ki. A telített savak közül a *Dicerogammarus*sal közös volt a palmitin- és sztearinsav. Mirisztinsav hiányzott a detrítuszmintából, viszont az állatokból a detrituszban jelenlevő, sztearinsavnál magasabb molekulasúlyú savak hiányoztak. A palmitin, sztearinsav, sőt a mirisztinsav *Dicerogammarus*ban való előfordulását egyszerűen meg lehetne magyarázni még a detrituszban levő zsírsavak ismerete nélkül is, az olajsav biohidrogénezésével és az így keletkezett sztearinsav láncának két C-atomonkénti rövidítésével. Ez a folyamat a gerinceseknél ismeretes (STETTEN 1940). Nehéz

jelenlegi tudásunk alapján azonban a linolénsav jelenlétét magyarázni. E sav, mint már említettük, magasabb gerincesekben esszenciálisnak számít, vagyis az egyes szervezetek nem képesek szintetizálni. A *Dicerogammarus*ban jelenlevő linolénsav ezek szerint táplálék eredetű, ha e szervezetre is érvényesek a gerincesekre megállapított törvényszerűségek. Viszont táplálékukból az eddigi vizsgálatok szerint hiányzik. Előfordulásának magyarázata így az lenne, hogy a linolsav további dehidrogénezésének az eredménye. Ezzel viszont a *Dicerogammarus* egy, a magasabb gerinces értelemben esszenciális savat állított elő,-vagyis számára ez a sav nem esszenciális. Ha viszont maga sem képes szintetizálni és mégis a táplálékból veszi fel, ahol a mennyisége csak igen alacsony, akkor ez a tevékenysége a tó anyagforgalma szempontjából legalább olyan fontos, mint az előbbi feltevés összehasonlító élettani szempontból. Ez a kérdés természetesen a már eddig felvetett problémákkal együtt további vizsgálatokat kíván.

Végezetül köszönetet mondok Dr. Jáky Miklósnak a Növényolaj- és Háztartás vegyipari Kutatóintézet igazgatójának a modellvegyületek és a szakirodalom rendelkezésre bocsátásáért, valamint értékes szakmai tanácsaiért.

Összefoglalás

Alacsonyabbrendű rákokat tartalmazó hálós crustaceaplankton-minták (balatoni hálós plankton, *Diaphanosoma brachyurum*, *Leptodora kindtii*, belső-tavi és kővágóörsi hálós anyag) és magasabbrendű rákok (*Dicerogammarus villosus*, *Gammarus roeseli*, *Corophium curvispinum*, *Limnomysis benedeni*) zsírsavgarnitúráját vizsgáltam papírkromatográfiás módszerrel. A vizsgálatok az említett fajok zsírsavkészletére, a köztük levő különbségekre és részben a táplálékukban levő zsírsavakhoz való viszonyukra tértek ki.

A balatoni planktonrákokban maximálisan 7 telítetlen (főkomponens : olaj, linol, palmitolein, kisebb mennyiségben linolén és 3 még nem azonosított sav) és 5 telített (mirisztin-, palmitin-, sztearin- és két a sztearin-sav alá kifutó, eddig szintén nem azonosított) sav mutatható ki. A belső-tavi crustaceaplanktonból mindezek mellett még két, az olajsavnál alacsonyabb *Rf* értékű, kis mennyiségben jelenlevő sav mutatható ki. A planktonrákokban kis mennyiségben jelenlevő savakat néhány esetben nem lehetett kimutatni. Megjelenésük, illetve eltűnésük oka még nem ismeretes.

A magasabbrendű rákok zsírsavgarnitúrája egymáshoz igen hasonló és eltér a planktonrákoktól az ott kis mennyiségben jelenlevő savak hiányával. A telítetlen savakat az olaj-, linol-, linolén- és egy efelett elhelyezkedő -sav, a telítetteket pedig a planktonrákokban is előforduló $C_{14-16-18}$ savak képviselik, melyek közül a mirisztin sav a *Gammarus roeseli*ből és a *Limnomysis benedeni*ből hiányzik.

A *Leptodora kindtii* zsírsavgarnitúrája nem azonos teljes mértékben a táplálékát képező crustaceaplanktonéval. A *Dicerogrammarus villosus* zsírsavgarnitúrájának egyes tagjait (linolénsav) sem lehet a táplálékul szolgáló kovamoszatok és detrítusz zsírsavgarnitúrájára visszavezetni.

Valamennyi megvizsgált faj zsírja ugyanazokat a bélyegeket mutatja, amelyeket Lovern jellemzőknek talált az édesvízi szervezetekre.

IRODALOM

BOURNE, G. H., KIDDER, G. W. (1953): Biochemistry and Physiology of Nutrition. — *Academic Press Inc., Publishers New York*, 1953.

HILDITCH, T. P., LOVERN, J. A. (1936): The evolution of natural fats. A general Survey. — *Nature (London)* **137,** 478—481.

HANSEN, R. P., SHORLAND, F. B., COOKE, J. N. (1955): Occurence of n-Nonadecanoic acid in Ox Perinephric Fat. — *Nature (London)* **176,** 882.

JÁKY M. (1956): Zsíradékok papírkromatográfiai viszonyai. — *Élelmezési Ipar* **10,** 44—50.

KAUFMANN, H. P., NITSCH, W. H. (1954): Die Papierchromatographie auf dem Fettgebiet. XVI. Weitere Versuche zur Trennung von Fettsäuren. — *Fette, Seifen:* **56,** 154—158.

LOVERN, J. A. (1932): Fat metabolism in fishes. I. General survey of the fatty acid composition of the fats of a number of fishes, both marine and freshwater. — *Biochem. J.* **26,** 1978—1984.

LOVERN, J. A. (1935): Fat metabolism in fishes. VI. The fats of some plankton crustacea. — *Biochem. J.* **29,** 847—849.

LOVERN, J. A. (1936): Fat metabolism in fishes. IX. The fat of some aquatic plants. — *Biochem. J.* **30,** 387—390.

SHORLAND, F. B., JESSOP, A. S. (1955): Isolation of Heptadecenoic Acid from Lamb Caul Fat. — *Nature (London)* **176,** 737.

STETTEN, D., SCHOENHEIMER, R. (1940): The conversion of Palmitic acid into Stearic and Palmitoleic acids in Rats. — *J. of Biol.-Chem.* **133,** 329—341.

UNGLAUB, W. G., HUNTER, F. M. (1957): Essential fatty acids. — *Amer. J. Med. Sci.* **233,** 90—98.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE FETTSÄUREGARNITUR EINIGER FÜR DEN STOFFKREISLAUF EINHEIMISCHER GEWÄSSER WICHTIGEN CRUSTACEEN

Tibor Farkas

(Vorläufige Mitteilung)

Zusammenfassung

Über die Fettsäuregarnitur der im Stoffkreislauf der Süsswasserbiotope wichtigen niederen und höheren Crustaceen-Arten stehen in der Literatur nur wenige Daten zur Verfügung. Die vorliegende Arbeit befasste sich mit den in einigen niederen (Netzplankton vom Balaton-See ; *Diaphanosoma brachyurum* LIÉVIN, *Leptodora kindtii* FOCKE, Netzproben vom Belső tó-Teich und Kővágóörs) und höheren (Dicerogammarus villosus bispinosus, *Gammarus (Rivulogammarus) roeseli* GERVAIS, *Corophium curvispinum* G. O. SARS f. *devium* WUNDSCH, *Limnomysis benedeni* CZERN.) Krebsen vorkommenden Fettsäuren und mit den in den einzelnen Gruppen möglichen Unterschieden. Es wurde weiterhin auch das Verhältnis der in den Tieren gefundenen Fettsäuren zu denen der im Futter der Krebse vorkommenden Komponenten untersucht.

Als Methode wurde die durch KAUFMANN empfohlene papierchromatographische Trennung angewandt. An Hand der Lösungsfähigkeit ihrer Bleisalze im Alkohol wurden die Fettsäuren vor der papierchromatographischen Trennung in feste und flüssige Fraktionen geteilt.

In den Planktoncrustaceen des Balaton-Sees konnten maximal 7 flüssige (Hauptkomponente : Öl, Linol, Palmitolein, in kleinerer Menge Linolen und drei, bisher noch nicht identifizierte Säuren) und 5 feste (Myristin-, Palmitin-, Stearin-Säure und zwei weitere unter die Stearinsäure auslaufende, bisher ebenfalls, nicht identifizierte Säuren) nachgewiesen werden. In dem Crustaceenplankton des Belső tó wurden in der flüssigen Fraktion neben den schon erwähnten noch zwei weitere Fettsäuren festgestellt, deren *Rf*- Werte niedriger sind als jene der Ölsäure. Die in den Planktonkrebsen in geringer Menge vorhandenen Säuren konnten nicht in allen Fällen nachgewiesen werden. Die Ursache ihrer Anwesenheit oder Abwesenheit ist noch nicht bekannt.

Die Fettsäuregarnituren der höheren Krebse sind in den untersuchten Arten einander sehr ähnlich und grenzen sich von der Garnitur der Planktonkrebse durch die

Abwesenheit der in diesen Arten in geringer Menge vorkommenden Säuren ab. Die flüssigen Säuren werden durch Öl, Linol, Linolen und durch eine über die letztere auslaufende Säure, die festen Säuren durch die in den Planktonkrebsen auch vorkommenden $C_{14-16-18}$-Säuren vertreten. Die Myristinsäure fehlt in *Gammarus roeseli* und *Limnomysis benedeni* CZERN. völlig.

Die Fettsäuregarnitur von *Leptodora kindtii* FOCKE stimmt nicht völlig mit der des als Nahrung dienenden Crustaceenplanktons überein. Auch einige Glieder (Linolensäure) der Fettsäuregarnitur des *Dicerogammarus villosus bispinosus* können nicht auf die Fettsäuregarnitur der als Nahrung dienenden Diatomeen und des Detritus zurückgeführt werden. Die Fettsäuregarnituren der untersuchten Arten weisen übereinstimmend dieselben Eigenschaften auf, welche durch LOVERN als charakteristisch für Süsswasser-Organismen gefunden wurden.

CELLULÓZEBONTÁS MÉRTÉKE A BALATON KÜLÖNBÖZŐ BIOTÓPJAIBAN ÉS ANNAK MÉRÉSE ANTRON REAGENSSEL

FELFÖLDY LAJOS és F. KALKÓ ZSUZSA

Érkezett: 1958. február 17.

Valamely édesvíz cellulóze-bontó képessége, a gyakorlati szempontokon túlmenőleg, igen fontos elméleti probléma is. Valószínűleg nem járunk messze a valóságtól, ha a cellulózét, ezt a vízoldhatatlan, lassan leépülő, nagy tömegben termelődő és felhalmozódó szénhidrátot a természet egyik legfontosabb szerves szén-forrásának tartjuk. A természetes édesvizek és halastavak problematikus szénellátásában (MAUCHA 1949) bizonyára fontos szerepe van nemcsak a vízből kiemelkedő magasabbrendű vízi növényzet testében felépülő és ősszel a tóba jutó, hanem a planktonszervezetek egy része sejtfalában felhalmozódó cellulózenak is, amint azt CORBELLA (1956) a *Ceratium hirundinella* esetében feltételezi. A cellulózebontást nem lehet kézlegyintéssel elintézni, mint a további anyagforgalomra hatástalan metánképződést, mert a metán mikrobiológiai oxidációja mellett (ROSSOLIMO 1935, 558) rá kell mutatnunk arra, hogy még anaerób körülmények között is keletkezik széndioxid (BORUFF és BUSWELL 1930, ROSSOLIMO 1935), aerób körülmények között pedig (DUBOIS 1928) a cellulóze-bontó tevékenység mennyiségi meghatározására is alkalmas széndioxid 50—60%-a a környezetbe jut, 25—35%-a újabb sejtalkotórésszé épül, 5—10%-a pedig a talajban, iszapban marad (WAKSMAN 1926). A cellulóze-bontás tanulmányozásával tehát bepillanthatunk a szén-ciklus lebontási folyamataiba is (PERFILIEV 1929).

A cellulóze-bontó mikroorganizmusok tevékenységének vizsgálata tehát az édesvízi mikrobiológia igen fontos feladata. Véleményünk szerint azonban céljaink érdekében nem szükséges feltétlenül a mikroorganizmusok izolálásával kapcsolatos szorosan vett mikrobiológiai munka, hanem megelégedhetünk a rendszerbe juttatott ismert mennyiségű cellulóze bontásának vizsgálatával. A modern talajtanban is mind szélesebb körben alkalmazzák, az egyes mikroorganizmus csoportokra vagy bizonyos anyagok körforgalmára nézve fontos tevékenység tanulmányozását a megfelelő enzimek mennyiségi meghatározásával. FERMI (1910) óta biokémikus-mikrobiológiai munkák egész sora foglalkozik ezzel a problémakörrel (HOFMANN és munkatársai 1950—53; SEEGERER 1953; magyar nyelvű összefoglalását lásd SZABÓ 1955 szemléjében).

Az ilyen természetű cellulóze-bontás (celluláze-aktivitás) mérés nem újdonság. Vagy a talaj, trágya, iszap stb. saját cellulóze-tartalmának változását kísérik figyelemmel (BARTHEL és BENGTSSON 1924, STEINER 1931), esetleg cellulóze hozzáadása után a keletkező széndioxidot mérik (WAKSMAN 1926),

vagy a vizsgálandó mintába vitt szűrőpapírcsík súlycsökkenését határozzák meg (RUBENTSCHIK 1928, BAIER 1936, KUZNIAR 1956 és sokan mások).

Az édesvízben a halászhálók cellulóze-rostjainak megóvása érdekében indult el a munka. BRANDT (1939) kezdeményezésére finom pamutfonál szakítási ellenállásának gyengülését használták fel a cellulóze-bontás mértékéül. A bontó-képesség környezettani feltételeit (KLUST és MANN 1954), a víz kémizmusának (KLUST és MANN 1955, 1955*a*) és különféle hálókonzerváló anyagoknak (KLUST 1940, BRANDT és KLUST 1950, MESECK 1928, MESECK és munkatársai 1934) hatását is megvizsgálták, de összefüggést kerestek a cellulóze-bontó képesség és a tótípusok (RUBENTSCHIK és GOJCHERMAN 1939), sőt az eutrofizálódás foka (KLUST és MANN 1954) között is. Meg kell emlékeznünk a szennyvíz-biológiával kapcsolatos, szintén gyakorlati irányú cellulóze-bontás vizsgálatokról is (HEUKELEKIAN 1927, BORUFF és BUSWELL 1930, KORSAKOWA 1939), bár részletes tárgyalásuk messze vezetne.

Számunkra módszertanilag különösen fontosak MÁRKUSNÉ (1954, 1955) kutatásai, aki a mozgó vízben teljesen szertefoszló, idegen szennyeződést könnyen felvevő, rostos szűrőpapír helyett celofánt alkalmaz, melynek maradékát, ha az a reátapadó idegen részecskék miatt gravimetrikusan nem mérhető, kémiai úton, antron reagenssel méri.

A módszer ismertetése

Exszikkátorban, $CaCl_2$ sicc. felett szárított kb. 10 mg súlyú, 0,1 mg pontossággal lemért celofán csíkokat nylon vagy perlon anyagból készült kb. 3 × 6 cm-es kis zacskókban 10 percig desztillált vízben főzünk, hogy a rájuktapadt mikroorganizmusokat elpusztítsuk. Sikerrel használtunk erre a célra híg hipoklorit oldatokat is (Eau de Javelle, klórmész, „Hypo"). Ezután a mintákat vagy odakünn helyezzük el a vizsgálandó termőhelyen, vagy a behozott mintába ágyazva 37°-os termosztátban inkubáljuk őket megfelelő hosszú ideig. A Balaton vizében augusztusban egy hétig, termosztátban 4—5 napig. Az *in vitro* kísérleteknél szokásos pufferolást elhagytuk. Már HEUKELEKIAN (1927) rámutatott a $CaCO_3$ tartalmú közeg kedvező hatására, mert a kalciumkarbonát a cellulóze-bontáskor keletkező és azt gátló savakat megköti. A Balaton iszapja és fenéküledéke mindig dús kalciumkarbonát tartalmú.

Az expozíció után a celofán csíkokat a zacskóból kivéve, puha ecsettel, desztillált vízben alaposan megtisztogatjuk, ha azonban nagyon elrongyolódtak, nem erőltetjük a tisztogatást. Legcélszerűbb a tiszta csíkokat a szintén alaposan kimosott zacskókba visszatéve, szobahőmérsékleten megszárítani.

A száraz csíkokat 100 ml-es száraz mérőlombikba ejtjük és 10 ml kb. 60%-os kénsavban feloldjuk. Vigyázni kell, nehogy a lombik oldalára tapadjanak, mert akkor a teljes feloldás sok vesződséggel jár. Mérsékelten rázogassuk. Feloldódás után egy óra múlva jelig töltjük desztillált vízzel.

A hőmérséklet kiegyenlítődése után 10 ml-t mérünk belőle 50 ml-es mérőlombikba, kb. 6%-os kénsavval jelig töltjük és igen alaposan összerázzuk (= hígított celofán oldat). Ebből a hígított oldatból 2 ml-t 100 ml-es Erlenmeyer-lombikba pipettázunk, majd állandó rázogatás és jéghűtés mellett makrobürettából 4 ml antron reagenst adunk hozzá cseppenként. A lombikokat nyakukra ólomkarikát (POPOFF 1944) akasztva, 5 percre heves forrásban levő vízfürdőbe helyezzük. Ezután folyó vízzel 15 perc alatt lehűtjük

a lombikokat, és a keletkezett sárgászöld szín mélységét Pulfrich-fotométer *S 61*-es szűrőjével fotometráljuk 1 cm-es küvettában, desztillált vízzel szemben. Minden sorozattal standard görbét készítünk ismert celofán mennyiség bemérésével. Az eredeti előírástól eltérően nem kémcsőben, hanem nagyobb méretű Erlenmeyer-lombikban dolgozunk, mert ebben az elegy jól összekeverhető és általában jobban kezelhető, mint kémcsőben. A cellulázeaktivitás mértékét így a hatásnak kitett celofán minta százalékában tudjuk kifejezni (MÁRKUSNÉ 1955).

Az antron reagens készítése : 5 ml vízhez 100 ml konc. kénsavat adunk, majd kihűlés után 200 mg antront oldunk fel benne. A reagenseknek analitikai tisztaságúnak kell lenni. Használat előtt jégen tartjuk legalább négy óra hosszat. Az antron készítését lásd MÁRKUSNÉ 1954, 233.

Cellulóze-bontó képesség mérése a Balatonban

1956. augusztus 6-án a Biológiai Kutatóintézet melletti Kis-öböl különböző pontjain levert karókra és kis bójákkal megjelölt helyekre helyeztünk ki celofán mintákat perlon-hálóból készült zacskókban 3—3 párhuzammal. Egy hét múlva az *1. táblázat*-ban látható anyagveszteséget kaptuk.

1. táblázat

A Balatonban egy hét alatt elbomlott cellulóze mennyiségek a kiindulási mennyiség százalékában 1956. augusztus 6—14. Víz hőfoka : 23—25 C°

Párhuzamok	1	2	3	6. Átlag
1. Vízben 0—5 cm mélyen	—	1,6	1,1	1,4
2. Vízben 40 cm mélyen	6,4	3,2	3,0	4,2
3. Vízfenék, 75 cm víz alatt	8,4	8,0	9,1	8,5
4. Iszapban 2 cm mélyen	7,2	6,9	7,2	7,1
5. Nádtörmelék turzásban	38,0	35,6	37,6	37,0

1956. szeptember 8-án a Kis-öböl partján levő, már trágyaszerűen felaprózódott nádtörmelék turzásból vett minták 100—150 grammnyi mennyiségét 12 cm átmérőjű Petri-csészékben a perlon-hálóból készült zacskókba rejtett celofán csíkokra rétegeztük. A 37°-os termosztátban inkubált mintákból minden második napon 8—8 csíkot tisztogattunk le és szárítottunk meg. A hatodik napon a minták már annyira elrongyolódtak, hogy csak négyet tudtunk a tasakból kivenni *(2. táblázat)*.

2. táblázat

Cellulóze-bontás % értékei *in vitro* kísérletben 37°-on hat nap alatt (nádtörmelék turzás anyaga)

Párhuzamok	1	2	3	4	5	6	7	8	Átlag
2 nap múlva	5	0	3	0	12	2	5	1	3,5%
4 nap múlva	36	47	29	41	34	36	30	46	37,4%
6 nap múlva	78	74	56	65	—	—	—	—	68,2%

1956. szeptember 19-én az alábbi mintákkal állítottunk be kísérleteket az előbbi módon: A Kis-öböl partján levő nádtörmelék turzás felső, de állandóan nedves része, ugyanennek a turzásnak alsó, víz alatti, kissé homokosabb része, föveny a Kis-öböl közepéről és nyíltvízből merített Balatonvíz. Öt napi inkubáció után, 37°-os termosztátban az alábbi bontási fokozatokat találtuk (5—5 párhuzam átlaga):

	Elbontott cellulóze %
Nádtörmelék turzás felső része	53,0
Nádtörmelék turzás víz alatti része	21,0
Föveny a Kis-öböl közepéről	20,3
Nyíltvízi Balatonvíz a felszínről	0,7

A parton felhalmozott nádtörmelékben folyik természetesen a legintenzívebb cellulóze-bontó tevékenység. A felső rész szárazanyaga 15,8% szerves kötésű szenet tartalmaz, izzítási vesztesége pedig 51%. A vízben levő alsó része ugyanennek a szerves törmelék tömegnek már homokosabb: izzítási vesztesége csak 39%, szerves C tartalma 10,7% a szárazanyagra vonatkoztatva. Igen feltűnő, hogy a Kis-öbölből származó homokos föveny (izzítási veszt.: 5,5%, szerves C: 0,5%!) cellulóze-bontó képessége alig marad el a korhadó szervesanyagban dús víz alatti nádtörmeléké mögött. A balatonvíz *in vitro* alig mutatott bontóképességet.

Külön kell megemlékeznünk a tófenéken folyó cellulóze-bontásról, melyre nézve igen változó és összeegyeztethetetlen* adatokat kaptunk. 1956. augusztus 6—14 közt a 75 cm-es víz fenekén 8,5% jó párhuzamokkal *(1. táblázat)*. 1956. szept. 19—24 közt az 5 m mély vízből vett iszapmintában *in vitro* 64,6% (öt jó párhuzam átlaga). 1957. február 18-án 3 m mélyről vett mintában *in vitro* 32%, ugyanekkor a természetben 7% egy hét alatt (3—3 jó párhuzam). A sekély vízben mért, elég arányos adattól eltekintve, különösen a szeptemberi adat igen magas, ami arra utal, hogy a Balaton fenekén élénk bontótevékenység folyhat. Ha ehhez még hozzávesszük a Balaton sekélységét és állandó oxigéntelítettségét, valószínűnek tarthatjuk, hogy részben a magasabb rendű növények szerves törmeléke, részben a planktonalgák elhalt maradványai állandó és tetemes széndioxid-forrást jelentenek a tó autotrófiás mikroorganizmusai számára.

Összefoglalás

MÁRKUSNÉ celluláze-aktivitás mérő módszerét ismertettük hidrobiológiai célra alkalmazva. Ennek lényege az, hogy ismert súlyú celofáncsíkot helyez ki a cellulóze bontás hatásának, majd a visszamaradt celofánt antron reagenssel méri. Így a cellulóze-bontást a kiindulási mennyiség százalékában tudjuk megadni.

Ismertettük eddigi, tájékozódó jellegű méréseink eredményét a Balatonban. A tóba kihelyezett minták segítségével egy hét alatt jól értékelhető

* ENTZ BÉLA vizsgálatai szerint igen kis távolságokon belül nagy különbség adódhat a fenéküledék iszap- illetve homoktartalmában (szóbeli közlés). Ez a celluláze-aktivitást lényegesen befolyásolhatja. ENTZ BÉLA közléséért és a kézirathoz fűzött kritikai megjegyzéseiért hálás köszönetemet kell kifejeznem.

bontótevékenységet mérhettünk. A cellulóze-bontás a partszegélyen felhalmozott nádtörmelék turzásban volt maximális és csökken a vízmélységgel párhuzamosan.

In vitro kísérleteink szerint, 37°-os termosztátban 5 nap alatt kaptunk jó eredményeket és a különböző helyekről származó mintákban folyó cellulóze-bontás közti különbség ily módon is jól megfogható. A nyíltvízi fenékiszap még további vizsgálatot igényel, az azonban valószínűnek látszik, hogy különösen ősszel a cellulóze-bontás igen intenzív.

IRODALOM

Baier, C. R. (1936): Studien zur Hydrobakteriologie stehender Gewässer. — *Arch. f. Hydrobiol.* **29,** 183—264.

Barthel, C. and N. Bengtsson (1924): Action of stable manure in the decomposition of cellulose in tilled soil. — *Soil. Sci.* **18,** 185—200.

Boruff, C. S. and A. M. Buswell (1930): Fermentation products from corn stalks. — *Ind. Chem.* **22,** 931—933.

Brandt, A. (1939): Der Zelluloseabbau in Binnengewässern. — *Geol. d. Meere u. Binnengew.* **3,** 70—87.

Brandt, A. (1944): Über den Zelluloseabbau in Seen. — *Arch. f. Hydrobiol.* **40,** 778—821.

Brandt, A. und G. Klust (1950): Zelluloseabbau im Wasser. — *Arch. f. Hydrobiol.* **43,** 223—233.

Corbella, C., N. Della Croce e O. Ravera (1956): Plancton, bentos e chimismo delle acque e dei sedimenti in un lago profondo (Lago Maggiore). — *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* **9,** 125—262.

Dubois, R. J. (1928): The decomposition of cellulose by aerobic bacteria. — *J. Bacter.* **15,** 223—234.

Fermi, C. (1910): Sur la présence des enzymes dans le sol, dans les eaux et dans les poussières. — *Cbl. Bakt.* II. **26,** 330.

Heukelekian, H. (1927): Decomposition of cellulose in fresh sewage solids. — *Ind. Chem.* **19,** 928—930.

Hofmann, E. und G. Hoffmann (1953): Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. IV. Die β-Glucosidase. — *Biochem. Z.* **324,** 397—400.

Hofmann, E. und J. Niggemann (1953): Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. III. Proteinase. — *Biochem. Z.* **324,** 308—310.

Hofmann, E. und W. Schmidt (1953): Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. II. Urease. — *Biochem. Z.* **324,** 125—127.

Hofmann, E. und A. Seegerer (1950): Der Fermentgehalt des Bodens als Maßstab seiner biologischen Aktivität. — *Biochem. Z.* **321,** 97.

Hofmann, E. und A. Seegerer (1951): Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. I. Saccharase. — *Biochem. Z.* **322,** 174—179.

Klust, G. (1940): Mikroskopische Untersuchungen an faulenden Baumwollgarnen. — *Z. Fischerei* **38,** 206—210.

Klust, G. und H. Mann (1954): Experimentelle Untersuchungen über den Zelluloseabbau im Wasser. — *Vom Wasser* **21,** 100—109.

Klust, G. und H. Mann (1955): Untersuchungen über den Einfluss chemischer Faktoren auf den Zelluloseabbau im Wasser. — *Arch. f. Fischereiwiss.* **6,** 249—275.

Klust, G. und H. Mann (1955a): Über die chemischen Grundlagen des Zelluloseabbaues. — *Arch. f. Hydrobiol.* Suppl. **22,** 354—362.

Korsakowa, M. P. (1939): Bodensedimente als Ursprung der sekundären Verunreinigung der Flüsse. — *Mikrobiologija* **8,** 1136—1149. (*Bot. Zbl.* **34,** 272. 1941.)

Kuzniar, K. (1956): The energy of decomposition of cellulose in forest soils. — *Ekol. Polska* Ser. A. **4,** 21—34. (lengy. angol összefogl.)

Maucha, R. (1949): Einige Gedanken zur Frage des Nährstoffhaushalts des Gewässer. — *Hydrobiologia* **1,** 225—237.

Maucha R. (1953): A vizek produkciós-biológiája és a halászat. — *MTA Biol. Oszt. Közl.* **2,** 393—432.

Márkus L.-né (1954): Szénhidrátok meghatározása növényi anyagokban antron reagenssel I. — *Agrokémia és Talajtan* **3,** 227—234.

Márkus L.-né (1955): Szénhidrátok meghatározása növényi anyagokban antron reagenssel II. Cellulázaktivitás mérése talajban és trágyában. — *Agrokémia és Talajtan* **4**, 207—216.

Meseck, G. (1928): Untersuchungen über den Netzfrass niederer Wassertiere und über Netzimpregnierungen im Binnenwasser. — *Z. Fischerei* **26**, 237—310.

Meseck, G., H. Mertens, A. Schön und H. Rumphorst (1934): Untersuchungen über den bakteriellen Abbau verschiedenen konservierter Netzzellulose in Küstengewässern. — *Z. Fischerei* **32**, 399—458.

Nikolaewa, C. J. und A. F. Soliman (1923): Zur Frage über die Mikroflora und ihre biochem. Prozesse im Schlamme des Grundes des Glubkoje-Sees. — *Arb. Hydrobiol. Glubkoje Sta.* **5**, (cit. ap. Brandt 1944.)

Perfiliev, B. W. (1929): Die Mikrobiologie der Süsswasserablagerungen. — *Verh. Internat. Ver. Limnol.* **4**, 107—143.

Popoff, I. D. (1944): Chemische Beurteilung von Rohfaser und N-freien Extraktstoffen in Pflanzensubstanzen. — *Bodenkde u. Pflanzenernhrg.* **33**, 257—274.

Rossolimo, L. (1935): Die Boden-Gasausscheidung und das Sauerstoffregime der Seen. — *Verh. Int. Ver. Limnol.* **7**, 539—561.

Rubentschik, L. (1928): Zur Frage der aeroben Zellulosezersetzung bei hohen Salzkonzentration. — *Cbl. Bakt.* II. **76**, 305—314. (*Bot. Zbl.* **16**, 426. 1930.)

Rubentschik, L. I. und D. G. Gojcherman (1939): Zur Mikrobiologie der bioanisotropen Salzgewässer: Untersuchungen der Seen Slawjanskie. — *Mikrobiologija* **8**, 533—548. (*Bot. Zbl.* **34**, 213. 1941.)

Seegerer, A. (1953): Der Saccharasegehalt des Bodens als Maßstab seiner biologischen Aktivität. — *Z. Pflernrg, Düng. Bodenkde* **61**, 251—260.

Steiner, M. (1931): Beiträge zur Kenntnis des Zellulose und Chitinabbaues durch Mikroorganismen in stehenden Binnengewässern. — *75 Jahre Stella Matutina, Feldkirch* 1931. *Festschr.* **2**, 367—402. (*Bot. Zbl.* **21**, 85. 1932.)

Szabó I. (1955): A talajenzimológia eredményeinek kritikai összefoglalása. Szemle. — *Agrokémia és Talajtan* **4**, 183—191.

Waksman, S. A. (1926): Die Zellulose und ihre Zersetzung durch Mikroorganismen im Boden. — *Internat. agrik.-wiss. Rundsch. N. F.* **2**, 811—823.

Waksman, S. A. and C. E. Renn (1936): Decomposition of organic matter in sea water by bacteria. III. Factors influencing the rate of decomposition. — *Biol. Bull.* **70**, 472—483.

DECOMPOSITION OF CELLULOSE IN DIFFERENT HABITATS OF LAKE BALATON AND ITS MEASUREMENT BY ANTHRONE REAGENT

Lajos J. M. Felföldy and *F. Zsuzsa Kalkó*

Summary

The cellophane and anthrone reagent method worked out by Mrs. Márkus (1954, 1955) for the establishment of cellulase activity of soils and manure was applied to limnological purposes as follows:

Cellophane strips of about 10 mg weight (weighed with an accuracy of 0,1 mg) placed into little bags made of nylon or perlon netting were exposed in natural habitats (biotopes). In the case of in vitro experiments, the strips in the bags were put into Petri dishes filled with the collected material and then placed into a thermostate at 37° C. Before the exposition the strips and bags were boiled for ten minutes in distilled water at boiling point to kill any microorganisms that might be present.

At the end of the incubation period (about a week in free lake or five days in thermostate) the cellophane strips were washed in distilled water and after drying at room temperature they were dropped into a dry volumetric flask of 100 ml, and dissolved in 10 ml c. 60% H_2SO_4. After complete dilution the solution was let to stand for one hour, and then filled to the mark. If necessary, 10 ml of this solution can be diluted further in a 50 ml volumetric flask. Shake vigorously.

4 ml anthrone reagent was added in drops from a macroburette to 2 ml of the diluted cellophane solution under ice cooling. Then the mixture is placed into a boiling

water bath for five minutes, and subsequently cooled to room temperature with running tap water for 15 minutes.

The yellowish-green color was measured by S 61 filter of Pulfrich step photometer, in a 1 cm cuvette, against distilled water. Standard curve has to be drawn up for each experimental series with known quantities of cellophane. The anthrone reagent is prepared as follows : mix 5 ml distilled water with 100 ml conc. H_2SO_4 and when cool let 200 mg anthrone dissolve in it. This reagent has to be placed into a frigidaire for 4 hours before use.

Cellulase activity measurements were made in different places of Kis-öböl bay in Lake Balaton. The results obtained from free lake (6—14. VIII. 1956 ; water temp. 23—25° C) are shown in *Table 1*. Three parallels : 1, 2, 3 and the average (**6**) are tabulated. The places of exposition were : **1.** 0—5 cm under water ; **2.** 40 cm under water ; **3.** on the bottom surface of 75 cm deep water ; **4.** 2 cm beneath the silt surface ; **5.** in the heap of broken reed fragments piled up by the waves.

Table 2 shows the data of an *in vitro* experiment. The experimental material was collected from the heap of reed detritus mentioned above. The incubation took place in Petri dishes for 6 days in 8 parallels : 1—8. Cellulose decomposition rate was measured in the intervals of two, four and six days (Átlag = average).

The cellulase activities of the following samples were measured with a similar *in vitro* experiment, incubated for 5 days :

	Decomposed cellulose in %
Detritus consisting of broken reed fragments on the shore	53,0
The same, under water	21,0
Sandy silt from the middle of Kis-öböl bay	20,3
Lake water	0,7

The results obtained from these preliminary experiments show that this anthrone reagent method can be successfully employed for the measurement of the cellulose decomposing power of various biotopes of Lake Balaton, not only *in vitro* but in samples exposed in the free lake too.

DETRÍTUSZ-TURZÁSOK KOVAMOSZATAINAK ÉS CSILLÓSAINAK ÖKOLÓGIAI VIZSGÁLATA A TIHANYI-FÉLSZIGET KELETI PARTJÁN

GELLÉRT JÓZSEF és TAMÁS GIZELLA

Érkezett : 1958. február 20.

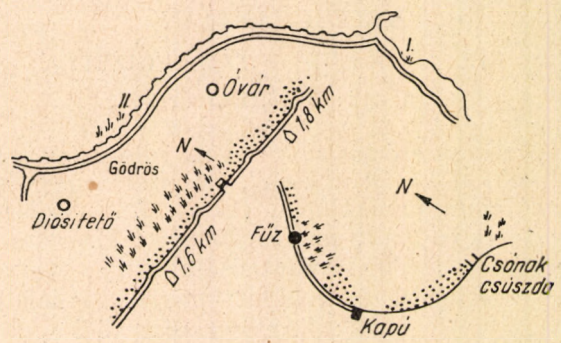
"A Balaton parti öve eróziós szakaszaira jellemzőek a locsolás terében (szupralitorális lépcső) alakuló turzások", állapította meg SEBESTYÉN OLGA "Parti tanulmány" című munkájában (1957). Amennyiben ez a jelenség ténylegesen jellemző és ez pedig minden kétséget kizárólag így van, akkor ezeknek a turzásoknak biológiai vonatkozásokban is szervesen hozzá kell tartozniok a Balaton életéhez. Ez derül ki SEBESTYÉN munkájának egy másik mondatából is, mely így hangzik : "Az apró részekből épült turzások közül a tavi életben különös jelentőségük van a detrítusz-turzásoknak".

A detrítusz-turzások kovamoszataira és csillósaira vonatkozó vizsgálatainkat SEBESTYÉN említett tanulmányának eredeti kézirata hozta mozgásba, illetve indította el. Ezzel egy vizsgálatsorozatot indítottunk meg, melynek jelen beszámolónk csak egy részletét képezi. Vizsgálatainkat azon meggondolások alapján kezdtük el, hogy adva van a parton egy, a Balatonra jellemző jelenség, mely egy biotópot hoz létre és ez viszont olyan helyen képződik, ahol egyrészt közvetlenül balatoni, másrészt pedig szárazföldi hatásoknak van kitéve. Ez a biotóp minden szárazföldi állapota ellenére kifejezetten vízi szervezeteknek nyújt életteret és a Balaton élővilágára van kihatással.

Vizsgálatainkban a partra kivetett törmelékből alakult detrítusz-turzásokkal, mint biotóppal foglalkoztunk. A turzások élővilága túlnyomórészt mikroszkopikus nagyságrendű, vagy ennek határán álló szervezetekből tevődik össze. A protisták igen magas faj- és egyedszámmal vannak képviselve. Bár az ilyen turzások élővilágára vonatkozólag elég sok irodalmi adat van, mégis szükségesnek tartottuk a protisták világának két csoportjával, a kovamoszatokkal és csillósokkal behatóbban is foglalkozni. Vizsgálatainkban azt a célt tűztük magunk elé, hogy megismerjük a szóban forgó biotóp kovamoszatainak és csillósainak mennyiségi és minőségi, valamint ökológiai viszonyait, az évszakonkénti változások mibenlétét és mértékét, de nem utolsó sorban e két csoport táplálkozásbeli összefüggéseit. Más hasonló területek vizsgálatának eredményeit is felhasználva, következtetni tudunk majd a tó anyagforgalmában való szerepükre is. Az ökológiai hatótényezők közül a levegő és víz hőmérsékletét, a vízállást és a vízmozgásokat vettük figyelembe. Sajnos, a kémiai viszonyokra nem térhettünk ki.

A biotóp ismertetése és a gyűjtések időpontja

Kutatásaink során egyrészt terepmegfigyelésekre, másrészt laboratóriumi mikroszkópos feltárásokra szorítkoztunk. 1957 évben a Tihanyi-félsziget keleti partszakaszairól gyűjtött anyagot vizsgáltuk. Két olyan hasonló fekvésű partszakaszt választottunk, ahol az említett turzások többé-kevésbé azonos dinamikai körülmények között alakultak ki. Ilyen szakasz volt a Kis-öböl és a Gödrös előtti partrészlet (*1. ábra*). Mindkét helyen a köves száraz partrészlet alatt a 150—200 cm-es, makrovegetációtól mentes szélvizet nádas határolta a nyíltvíz felé. E két szakaszon kialakult detrítusz-turzásokat az előttük levő nádasok védték a túl erős hullámhatásoktól, így a hullámzás



1. ábra. A tihanyi félsziget keleti partjának térképvázlata a gyűjtőhelyekkel (I. Kisöböl, II. Gödrös)

Fig. 1 Geographische Skizze des Ostufers der Halbinsel Tihany mit den Sammelstellen (I. Kisöböl-Bucht, II. Gödrös-Abschnitt)

csupán locsolta és állandó nedves állapotban tartotta, de elmosni nem tudta, tehát minden időszakban végezhettünk gyűjtéseket. A vizsgált biotóp keletkezésére vonatkozólag ismét Sebestyén Olga szavaival kell élnünk: "... növényzettől mentes, lapos eróziós partok szélvizének förnaszerű üledéke — a hullámjárás intenzitása és a vízállás szerint — időnként partrakerül, s ott turzás alakjában fölhalmozódik". A partra vetett üledék-tömegbe azonban igen sok idegen elem is vegyült. Ennek egy része a vízi-, más része pedig a szárazföldi makrovegetációból került ki. Így a begyűjtött mintákban igen nagy százalékban volt nádlevél és falevél. Mindkét utóbbi alkatrész előzőleg már átment egy bizonyos fokú vízi korhadási folyamaton, de még a teljes felaprózódás előtt partra vetette a hullámjárás. A leveles, szálazatos elemek közé még igen sok szervetlen elem, homok és iszap vegyült és az egész turzást kisebb-nagyobb nádszárak szőtték át. Ezek a nádszárak szilárdító vázként bizonyos tartósságot biztosítottak a turzások anyagának. Gyűjtőhelyeink szűkebb területét fényképeken mutatjuk be (*I. tábla 1—2 kép*). A képeken láthatjuk a két különböző helyen kialakult turzások azonos viszonyait. A felvételeken nem látszik a makrovegetációtól mentes szélvíz, mert a felvételek idejében ezt a részt a hullámzás által körülbelül azonos hosszúságú részekre feldarabolt nádszárak borítják. A partszegély alakjának és a hullámzás irányának megfelelően helyezkednek el a nádszárak és az ún. nádmozaikot alkotják. A felvételeket követő időben azonban a nádmozaik elvándorolt, víz alá



1



2

1. tábla 1—2. kép.

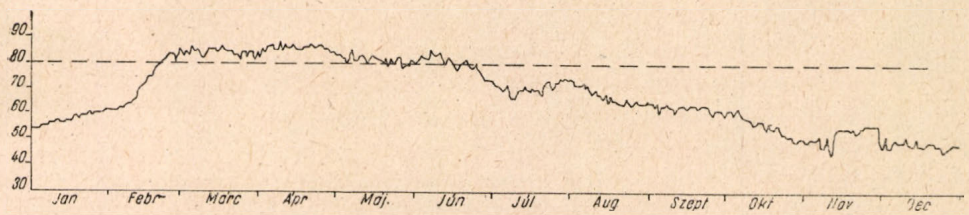
1. Detrítusz-turzás a Kis-öbölben (1957. III. 12.)
2. Detrítusz-turzás a Gödrösnél (1957. IV. 17.). Gellért J. felvétele

Tafel. I. Fig. 1—2.

1. Detritus-Drift in der Kisöböl-Bucht (1957. III. 12).
2. Detritus-Drift im Gödrös-Abschnitt (1957. IV. 17.)

Foto József Gellért

került, vagy partra vetette a hullám, így szabaddá vált a szélvíz tükre. Az *1. kép* a Kis-öbölben, a *2. kép* pedig a Gödrös előtti partszakaszon képződött detrítusz-turzást mutatja (*I. tábla*). Mindkét képen az látható, hogy a turzás cikcakkos lefutású, bár eredendően többé-kevésbé szabályos ív alakú volt. Egyes helyeken azonban — a szélvíz felőli beszögeléseknél — az éppen ott levő nagyobb kő megvédte a turzást a hullámhatásoktól, a kövek közötti részen pedig a hullámzás a part felé tolta a törmeléket. A két gyűjtőhelyen bár azonos helyi hatások közepette jöhettek létre a turzások, az alkotó elemek összetételében azonban különbségek mutatkoztak. A Kis-öbölbeli turzásban igen sok lomblevél vegyült, ami a közvetlenül felette levő fűzfának köszönhető. A Gödrös előtti partszakaszról gyűjtött anyagban viszont nagyon kevés volt a lomblevél, ezzel szemben több volt a nádgyökér alkotta fonalas elem, amihez



2. ábra. A Balaton vízállásának 1957. évi menete a tihanyi mérce adatainak alapján (0 pont = 104,075 m az Adria felett)

Fig. 2. Wasserstand des Balaton-Sees im Jahre 1957 nach Messungen in Tihany (0 Punkt = 104,075 m über dem Meeresspiegel)

elég sok fonalas-moszat elem is vegyült. Mindkét gyűjtőhelyen a vízállás és hullámintenzitásnak megfelelően, a turzások szélvíz felőli oldala állandó locsolásnak volt kitéve. A vízállás az egész vizsgálati periódusban (*2. ábra*) olyan szinten állott, hogy a detrítusz-turzások mindkét gyűjtőhelyen bőséges nedvességgel voltak ellátva. Június közepéig a turzások alsó része állandóan víz alatt volt és közben a hullámok is locsolták, ekkor azonban bekövetkezett egy vízszint csökkenés, de ez nem volt olyan mértékű, hogy a hullám-locsolás megszűnt volna.

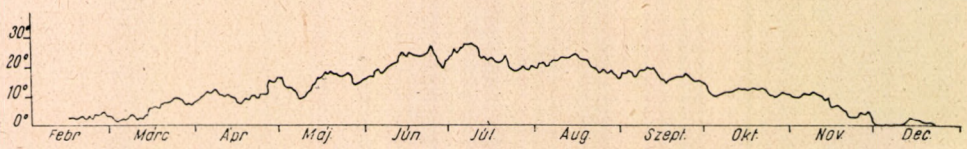
Bár mindkét gyűjtőhelyen a nádas védte a turzást, a hullámhatásban mégis mutatkozott némi különbség, mely elsősorban a vízhőmérsékletben nyilvánult meg. A Gödrösnél a Kis-öböllel szemben, a vízhőmérséklet általában 3—4 C°-kal alacsonyabb volt, ami egyrészt azzal magyarázható, hogy a Kis-öbölben a móló mérsékelte a nyíltvíz hatását, viszont a Gödrösben a vizsgált terület a nyíltvíz szabad hatásának volt kitéve, másrészt a Kis-öböl D-i fekvésű, a Gödrös ÉK-i, hideg mikroklímájú.

A két szakaszról a következő időpontokban gyűjtöttünk tavaszi, nyári és őszi mintákat: 1. Kis-öböl: III. 27., IV. 9. (V. hónapban sajnos nem gyűjthettünk), VI. 18., VII. 3., VIII. 14., IX. 3. és X. 1.; 2. Gödrös: IV. 7. és 25., V. 9., VI. 10., VII. 15., VIII. 26., IX. 16. és X. 7. A begyűjtött anyagot laboratóriumban mikroszkóposan dolgoztuk fel. November hónapban az alacsony vízállás következtében a turzások mindkét partszakaszon szárazra kerültek, így ebben a hónapban nem végeztünk gyűjtést. Igaz ugyan, hogy a turzások anyaga a locsolás megszűnése ellenére még annyira nedves volt,

hogy benne mind a kovamoszatok, mind a csillósok még aktívan élhettek, mégsem tartottuk helyénvalónak az előző mintákkal azonosnak venni és az eredményeket a többivel összehasonlítani.

Kovamoszatok

A minták kovamoszatait részben eleven, részben pedig roncsolt állapotban vizsgáltuk. A roncsolást nem a szokásos kénsavas forralással, hanem VAN DER WERFF (1955, 276—277) ún. hideg-roncsolásos módszerével végeztük. Ez utóbbi eljárásnak az előbbivel szemben az az előnye, hogy a páncélok nem töredeznek szét és aránylag nagyon rövid idő alatt rendszertanilag jól



3. ábra. A Balaton vizének 1957. évi hőmérséklete a tihanyi Kis-öbölben (± 30 cm mélységben mérve)

Fig. 3. Jahrestemperatur des Balaton-Wassers (1957) in der Kisöböl-Bucht, Tihany (± 30 cm Tiefe gemessen)

meghatározható anyagot kapunk. Roncsolás után az anyagot 4%-os formalinban konzerváltuk.

A turzások élővilágára kedvezően hatott a vízállás és a vízhőmérséklet évi alakulása. A Balaton vízállása 1957. év első heteiben a tihanyi mérce adatai szerint 54 cm volt, majd hirtelen emelkedett s február 20-án már elérte a középszintet (80 cm). Kisebb ingadozásoktól eltekintve csaknem négy hónapon keresztül 80—90 cm közötti vízállást jegyeztünk fel. Június közepétől a vízszint fokozatosan csökkent (a július végi emelkedés a görbén a viharos szeles idő mérési adatait tükrözi). Augusztus elejétől két hónapon át 60—65 cm a vízállás, majd október második hetétől kezdve hirtelen apadás következett be (*2. ábra*).

Az 1956/57 telén kialakult jégpáncél február közepéig tartott. Hirtelen felmelegedés következtében a víz hőmérséklete március végén csaknem elérte a 10 C°-ot. A vízhőmérsékleti görbén az év első felében általában nagyobb ingadozások láthatók, mint az év második felében. Augusztus közepétől kezdve csekély ingadozásokkal lassú lehűlés következett be. A víz hőmérséklete még november közepéig 10 C° felett maradt (*3. ábra*).

A turzások kovamoszat-vegetációjának egyes tagjait márciustól októberig mindkét gyűjtőhely valamennyi mintájában megtaláltuk *(1. táblázat)*, míg másokat kevés egyedszámban csupán egy-egy mintából jegyeztünk fel. Ez utóbbiakat éppen szórványos előfordulásuk és kis számuk miatt nem tüntettük fel a táblázaton. A Kis-öböl egy-egy mintájában fordultak elő a következők: *Achnanthes oestrupii* (A. CLEVE) HUST. (VI. 18.), *Cyclotella comta* (EHR.) KÜTZ. (VI. 18.), *Fragilaria crotonensis* KITTON (III. 27.), *Navicula lacustris* GREGORY (VI. 18.), *N. menisculus Schumann* (VI. 18.), *N. placentula* fo. *jenisseyensis* (GRUN.) MEISTER (IX. 3.), *N. scutelloides* W. SM. (IV. 9.),

Neidium iridis fo. *vernalis* REICHELT (III. 27.), *Nitzschia acicularis* W. SM. (IV. 9.), *N. amphibia* GRUN. (VI. 18.), *N. linearis* W. SM. (IV. 9.), *Surirella biseriata* BRÉB. (VII. 31.), *S. tenera* var. *nervosa* A. SCHMIDT (X. 1.), *Synedra amphicephala* KÜTZ. (VI. 18.), *S. vaucheriae* var. *capitellata* GRUN. (VI. 18.). A Gödrös egy-egy mintájában pedig az alábbiak szerepeltek : *Amphora veneta* (KÜTZ.) (IV. 17.), *Cyclotella meneghiniana* KÜTZ. (IV. 17.), *Cymbella naviculiformis* AUERSWALD (VIII. 26.), *C. parva* (W. SM.) CLEVE (VI. 10.), *Diatoma vulgare* var. *linearis* GRUN. (VIII. 26.), *Gyrosigma spencerii* var. *nodifera* GRUN. (IV. 17.), *Melosira arenaria* MOORE (VII. 15.), *M. italica* (EHR.) KÜTZ. (VIII. 26.), *M. varians* C. A. AG. (VII. 15.), *Navicula hungarica* GRUN. (IV. 17.), *N. mutica* var. *nivalis* (EHR.) HUST. (IV. 17.), *N. placentula* (EHR.) GRUN. (X. 7.), *N. radiosa* KÜTZ. (VIII. 26.), *N. rhynchocephala* KÜTZ. (IX. 16.), *Nitzschia dissipata* (KÜTZ.) GRUN. (IV. 17.), *N. spectabilis* (EHR.) RALFS. (V. 9.), *N. thermalis* KÜTZ. (IV. 17.), *N. tryblionella* HANTZSCH. (VI. 10.), *N. tryblionella* var. *levidensis* (W. SM.) GRUN. (IV. 25.), *Pinnularia microstauron* var. *brébissonii* (KÜTZ.) HUST. (VI. 10.), *Pinnularia sp.* (IV. 26.), *Synedra acus* KÜTZ. (IV. 17.), *S. acus* var. *radians* (KÜTZ.) HUST. (IV. 17.).

A társulás tagjainak nagyrésze bentikus, kisrésze pedig a Balaton nyíltvizéből a hullámzással idesodródott pelagikus forma (*Cyclotella bodanica*, *C. comta*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*, *Nitzschia acicularis*, *Stenopterobia pelagica*, *Stephanodiscus astraea* var. *minutula*, *Synedra acus* var. *angustissima*). A *Cymatopleura elliptica*, *C. solea* és *Surirella biseriata* a Balaton nyíltvizében csaknem mindig jelen vannak (ENTZ—SEBESTYÉN 1946, 261), de népességsűrűségük alacsony, viszont a Balaton fenékiszapjában nagyobb egyedszámban egész éven át megtalálhatók (ISTVÁNFFI 1897; SEBESTYÉN 1947 ; ENTZ—TAMÁS 1952 ; TAMÁS 1954). Előfordulásukra vonatkozólag számos irodalmi adat ismeretes, ennek ellenére pelágikus vagy bentikus voltuk még nem tisztázott (HUBER—PESTALOZZI 1942, 482). A *Diatoma elongatum* var. *tenuis*-t általában planktonformaként jelölik, de ismeretes mint partiövben élő faj is (HUBER—PESTALOZZI 1942, 433). A turzásmintákban való előfordulása a parti köveken észlelt tavaszi tömegkifejlődésével áll szoros összefüggésben (vö. FELFÖLDY 1958 ; GELLÉRT—TAMÁS 1958). A 116 kovamoszatforma közül jelentős számban fordultak elő olyanok, melyek eutróf tavak partiövére jellemzőek (*1. táblázat*).

Ha HUSTEDT (1930) meggondolása szerint az egyes genusok fajait helyváltoztatási képességük alapján osztályozzuk (raphés és raphe nélküli) aktív mozgó és nem mozgó alakokat kell megkülönböztetnünk. Az előbbiek 58%-át, míg az utóbbiak 42%-át teszik ki a felsoroltaknak. Ezekhez a számadatokhoz azonban még hozzá kell tennünk azt is, hogy nagyobb népességsűrűségben szerepeltek a mozgó formák (vö. HUSTEDT—ALEEM 1951 ; NULTSCH 1956).

A turzásokban talált kovamoszatoknak csaknem fele oligohalob (vö. a Balaton 11—13 mg/l Cl^- mennyiségével), néhány indifferens (*Diploneis elliptica*, *Epithemia turgida*, *Navicula hungarica*, *N. hungarica* var. *capitata*, *N. rhynchocephala*, *Nitzschia tryblionella*, *Rhopalodia gibba*) és néhány halofil (*Amphora veneta*, *Cocconeis pediculus*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. striata*, *Nitzschia tryblionella* var. *levidensis)* volt. A fajok pH igényét tekintve 45 alkalofil, 13 alkalobiont, 6 indifferens és 3 acidofil fordult elő (vö. HUSTEDT 1938—1939 ; JØRGENSEN 1948 ; SCHEELE 1952). A szaprobionta fokozat szerint (LIEBMANN 1951) 3 oligoszaprób, 3 α-mezoszaprób és 20-nál több

1. táblázat

Bacillariophyta

(Szerzők: Hu = Hustedt; Hub = Huber—Pestalozzi; Jø = Jørgensen; Ko = Kolbe; Li = Liebmann; Sche = Scheele)
Jelmagyarázat: G = Gödrös, K = Kis-öböl, e = előfordul, k = kevés számban található, s = sok, koz = kozmopolita, alk = alkalofíl, alb = alkalobiont, aci = acidofíl, ind = indifferens, hal = halofíl, oli = oligohalób, o = oligoszaprób, α-m = alfa mezoszaprób, β-m = beta-mezoszaprób

1. Faj neve	2. Előfordulás									5. Általános ökológiai jelleg (irodalom szerint)	6. Csillósok felhasználják táplálékul
	3. helye	4. hónapja és gyakorisága									
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Melosira granulata (Ehr.) Ralfs.	K				k	k	k		k	eutróf vizek planktonjában, koz, Hu;	
	G		k	k	k					alk, Jø; β-m, Li	
Cyclotella bodanica Eulenst.....	K	k	k		k		k	k		tavak planktonjában elterjedt, Hu;	
	G		s	s	k	k		k		Hub; o, Li	+
„ ocellata Pant.	K					s	k		k	édesvizek partiövében elterjedt, Hu; Hub	
	G		k	k				k	k		
„ striata (Kütz.) Grun.....	K		e							édes- és brakvizek partiövében, hal, Hub	
	G					k					
Stephanodiscus astraea var. minutula										eutróf vizek planktonjában, koz, Hu;	
(Kütz.) Grun.	G		e	e						alb, Jø	
Diatoma elongatum var. tenuis (Ag.)	K	k	k		k	k				tavak planktonjában és partiövében is	
V. Heurck	G		k	k				k	k	elterjedt, Hub	+
Diatoma vulgare Bory	K					k				tavak és folyók partiövében, Hub; alb,	
	G						k			Jø; alk, Sche; β-m, Li	
„ vulgare var. producta Grun. ...	K	k	s		k	k	k	k	k		
	G		k	k	k		k		k		
Opephora martyi Héribaud	K	k	e			k	k		k	alb, Jø	
	G		k	k							
Fragilaria construens (Ehr.) Grun. ...	K	s	s			s	s	s	s	eutróf tavak partiövében, koz, eurihalin	
	G		k				k			és euritóp, Hu; alk, Jø; Sche; β-m, Li	+
„ inflata var. istvánffii (Pant.)											
Hust.	K	k			k	k	k	k	k	édesvizek partiövében, Hu	
Fragilaria intermedia Grun.	K		s		s	s				édesvizekben elterjedt, koz, Hu; alk, Sche	
	G		k	k	s		k		k		+
„ pinnata Ehr.	K				k					eutróf tavak partiövében, koz, ind és	
	G			k						euritóp, Hu; alk, Jø	
Synedra acus var. angustissima Grun..	G			s	k					planktonforma, Hu; Hub; o, Li	
„ capitata Ehr.	G		k	k	k					tavak partiövében Európában, Hub;	
										alk, Jø; oli, Ko	

Synedra parasitica (W. Sm.) Hust. ...	K		k							eutróf tavak partiövében, koz, oli, Hu	
	G			k							
„ rumpens var. fragilarioides Grun.	K	k			s					édesvizekben elterjedt, koz, oli, Hu	
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr.	K	k	k		e	k	k	k		édesvizekben elterjedt, koz, euritóp, ind	
	G		k			s			k	és eurihalín, Hu; alk, Jø; Sche; β-m, Li	+
„ ulna var. spathulifera Grun. .	G		k	k	k	k				partiforma, Hu	
„ vaucheriae Kütz.	K	k	s		k					tavak partiövében elterjedt, koz, oli, Hu	
	G		k	k					k		
Cocconeis pediculus Ehr.	K	k	s			k	k		k	eutróf tavak partiövében, alk, Jø;	
	G		k				s			euritóp, hal, Sche	
„ placentula Ehr.	K	k	s		s		k	k	k	álló- és folyóvizek partiövében, koz,	
	G		s	s				s	s	Hu; alk, Jø; euritóp, Sche	+
„ placentula var. euglypta	K	k	s		s	s	s	s	s	tavak partiövében, koz, euritóp és ind,	
(Ehr.) Cleve	G		k	s	k	k	s	s	s	Hu; alk, Jø	+
Achnanthes affinis Grun.	G		k				k			Európa édesvizeiben és sósvizekben is elterjedt, Hu; oli, Ko	
Rhoicosphenia curvata (Kütz.) Grun. .	K	k	k		k	k	k	k	k	eutróf tavak partiövében, alk, Jø; oli,	
	G		k	k	k	k	k	k	k	eurihalín, Ko; β-m, Li	
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabh. .	K	k	k		k	s	s	s	s	eutróf tavakban elterjedt, alb, Jø; ind,	
	G		k	k	k	s	s	s	s	oli, Ko	+
„ kützingii (Grun.) Cleve ...	K		k							édesvizek partiövében, koz, oli, Hu	
	G		k	k	k		s				+
„ peisonis (Grun.) Hust	K				k		k		s	brak- és édesvizekben is elterjedt, Hu	
	G						k		s		+
Caloneis silicula (Ehr.) Cleve	K				e					állóvizek partiövében, koz, oli, Hu; alk,	
	G					k				Jø	
„ silicula var. gibberula (Kütz.)	K	e									
Grun.	G				e						
Caloneis schumanniana var. biconstricta	K	k			k	k	k		k	édesvizek partiövében elterjedt, koz, oli,	
Grun.	G		k				e		k	Hu	+
Caloneis sp.	K	e									
	G		e								+
Neidium dubium (Ehr.) Cleve	K	k			e		k		k	ind, Jø	
	G							e			
Diploneis domblittensis (Grun.) Cleve .	K				k		k		k	édesvizekben, tavakban elterjedt, Hu	
	G			k		e					
„ elliptica (Kütz.) Cleve	K	s	s		s	k	k	k	k	tavak partiövében és fenékiszapjában,	+
	G		k	s	k		k	k	s	koz, ind, Hu	+
„ oculata (Bréb.) Cleve	G			e	e					tavak partiövében és fenékiszapjában, koz, oli, Hu	

1. táblázat (folytatás)

1. Faj neve	2. Előfordulás: 3. helye	4. hónapja és gyakorisága: III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	5. Általános ökológiai jelleg (irodalom szerint)	6. Csillósok felhasználják táplálékul
Navicula costulata Grun.	K	k	e		e					tavak fenékiszapjában gyakori, alk, JØ	
„ cryptocephala Kütz.	K	e						s	s	édesvizekben elterjedt, koz, oli, Hu,	+
	G		k	k			s	k	k	alk, JØ; euritóp, Sche; *a*-m, Li	+
„ dicephala (Ehr.) W. Sm.	K	k					k			koz, oli, Hu; alk, JØ	
„ gastrum Ehr.	K	k	k		s	k	k		k	partiforma, koz, oli, Hu; alk, JØ	
„ gracilis Ehr.	K	s	s		s	s	s	s	s	koz, ind és eurihalin, Hu; álló- és	+
	G		s	s	s	s	s	s	s	folyóvizek partiövében, Sche; alk, JØ	+
„ hungarica var. capitata (Ehr.) Cleve	G		k				e			partiforma, koz, in, Hu; hal?, Ko	+
„ lanceolata (Ag.) Kütz.	G			k			e			partiforma, koz, oli-ind, Hu; alk, JØ	
„ placentula fo. rostrata A. Mayer	K	k				k		k	k		
	G						k		k		
„ pupula Kütz.	K				e					koz, oli, Hu; ind, JØ	
	G						k				
„ tuscula (Ehr.) Grun.	K	k	s		s	k	k	s	s	fenékiszapban gyakori, alb, JØ; oli, Ko	
	G		k								
Pinnularia nobilis Ehr.	G		e				e			koz, oli, Hu; oligotróf tavak iszapjában, aci, JØ	+
Amphora ovalis Kütz.	K	s	k		s	k	k	k	s	koz, állóvizek partiövében, oli, Hu; alk,	
	G		k	k	k	k	s	s	k	JØ	+
„ ovalis var. pediculus (Kütz.) Grun.	K	k	k		k	k	k	k	s	koz, oli, krenofil, Hu; eutróf tavak	
	G		k	k	k	k	k		k	partiövében, alk, JØ	+
Cymbella affinis Kütz.	K	k			k	s	k	s	s	álló- és folyóvizek partiövében, koz,	
	G		e			s	s	s		oli, Hu; alb, JØ; *β*-m, Li	+
„ cistula (Hemprich) Grun.	K	e								partiforma, koz, oli, Hu; alk, JØ	
	G		e			k	k				
„ cymbiformis (Kütz.) V. Heurck	K		k		k		k	k	k	partiforma, koz, oli, Hu; alk, JØ	
	G		e	k		s			k		+
„ ehrenbergii Kütz.	K					e	k	e	e	eutróf tavakban gyakori, alk, JØ	
	G		k								
„ lanceolata (Ehr.) V. Heurck	K		k		k	k	k	k	k	tavak partiövében, koz, oli, Hu; alk, JØ	
	G		k	k	k	k		s	k		+
„ prostata (Berk.) Cleve	K	k	k		k				k	eutróf tavak, folyók partiövében, alk, JØ	
	G		k	s	k				k		+

Gomphonema acuminatum Ehr.	G					k	e		k	partiforma, koz, oli, Hu; alk, Jø	+
„ intricatum var. vibrio	K	e	e		k	k	k	k		partiforma, koz, oli, Hu;	
(Ehr.) Cleve	G		k	k	k	k	k	k	k		
Gomphonema olivaceum (Lyngb.) Kütz.	K	s	s		k	k	k	s		álló- és folyóvizekben, alb, Jø; Sche;	
	G		k	k		s		k	k	oli, Ko; β-m, Li	+
„ olivaceum var. calcarea	K				k	k		k		eutróf tavakban, alb, Jø	
Cleve	G		s			s	s	k	k		+
Epithemia sorex Kütz.	K	k						k	k	koz, ind-hal?, Hu; eotróf tavak parti-	
	G		k	k	k	s	s	k	k	övében, alk, Jø; β-m, Li	+
„ turgida (Ehr.) Kütz.	K		e							édesvizek partiövében, koz, ind, Hu;	
	G								k	alk, Jø; β-m, Li	
„ zebra (Ehr.) Kütz.	G		k					k		koz, oli, Hu; alk, Jø	
„ zebra var. porcellus (Kütz.)	K						k			alk, Jø	
Grun.....	G		k	k					k		
Rhopalodia gibba (Ehr.) O. Müll.	K	k			e	k	k	k	k	partiforma, koz, ind, krenofil, Hu; alk,	
	G		k	k		s	s	k	k	Jø	
Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun. ..	K	k								koz, oli, Hu; ind, Jø; α-m, Li	
	G		k								
Nitzschia acuta Hantzsch.....	K	k								eutróf tavakban, alb, Jø; oli, Ko	
	G			k	k		k		k		
„ angustata (W. Sm.) Grun. .	K								k	tavak fenékiszapjában, alk, Jø	
	G			s	s		k	k	k		+
„ hungarica Grun.....	K								k	koz, hal-mesohalób, Hu; hal, alb, Sche	
	G		k								+
„ recta Hantzsch	K				e					koz, oli, Hu; eutróf tavak fenékiszap-	
	G					k	k			jában, alk, Jø	
„ sigmoidea (Ehr.) W. Sm.	K		k		k	k	k	s	s	eutróf tavak fenékiszapjában, alk, Jø;	
	G		k			k	s	k	k	oli, Ko	
„ vermicularis (Kütz.) Grun...	K	k	k				k		k	édesvizekben elterjedt, Hub; oli, Ko;	
	G		e				k			aci, Jø	+
Cymatopleura angulata Grev.	K								k		
	G							e			
„ elliptica (Bréb.) W. Sm. .	K	k	k		s	s	k	k	s	Közép-Európában elterjedt, planktonban	
	G		k	k	k	s	s	s	k	és fenékiszapban, Hub; alk, Jø; β-m, Li	
„ solea (Bréb.) W. Sm. ..	K	k	k		s	s	k	k	k	eutróf vizek planktonjában és parti-	
	G		k	k		k	k	k	k	övében, koz, oli, Hu; alk, Jø; β-m, Li	+
Stenopterobia pelagica Hust.	K								e		
	G								e		
Surirella turgida W. Sm.	K		e			k	k		k	alpesi tavak planktonjában, Hub	
	G		k	k							
Campylodiscus noricus var. hibernica	K	k							k	eutróf tavak partiövében és fenékiszap-	
	G		k				k	k		jában, koz, oli, Hu; alk, Jø	

a β-mezoszapróbok száma. A nagy egyedszámú β-mezoszaprób kovamoszatok jelenléte a környezet β-mezoszaprób jellegére mutat.

Bentikus és pelágikus kovamoszatokon kívül feljegyeztünk más pelágikus moszatokat is : *Chroococcus sp.*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Lyngbya circumcreta*, *L. limnetica*, *L. martensiana*, *Merismopedia glauca*, *Planktonema lauterbornii*, *Closterium acerosum*, *Cosmarium margaritiferum*, *Staurastrum paradoxum*, *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Selenastrum sp.* (vö. SEBESTYÉN 1957, 170). A turzásminták iszapos anyagában sokszor megtaláltuk az *Oscillatoria amphibia*, *O. princeps*, *O. subtilissima* és *O. tenuis* fonalait, valamint az *Asterothrix rhapidioides* vízigomba telepeit.

A *táblázat*on és a felsorolásokban néhány a Balatonból eddig még fel nem jegyzett kovamoszat is szerepelt : *Achnanthes oestrupii*, *Cyclotella striata*, *Diatoma elongatum* var. *tenuis*, *Diploneis domblittensis*, *Gyrosigma peisonis*, *G. spencerii* var. *nodifera*, *Navicula lacustris*, *N. mutica* var. *nivalis*, *Nitzschia acuta*, *Opephora martyi*, *Stenopterobia pelagica*, *Synedra rumpens* var. *fragilarioides*, *S. vaucheriae* var. *capitellata*. E fajokkal kapcsolatban megemlítjük, hogy a Tihany előtti nyíltvíz fenékiszap mintáiból néhányat már évekkel ezelőtt feljegyeztünk (*Diploneis domblittensis* 1958. II. 4., *Gyrosigma peisonis* 1955. II. 5., *Nitzschia acuta* 1952. I., 1955. II. 5., *Opephora martyi* 1955. II. 5., *Stenopterobia pelagica* 1955. II. 5.). A Kerekedi-öböl fenékiszapjában is előfordultak a fenti fajok (1955. X. 28.). Az *Achnanthes oestrupii* több egyedét találtuk meg a Kis-öböl parti kövein (1957. V. 13.) tenyésző *Vaucheria sessilis* és *V. terrestris* fonalai között (vö. TAMÁS 1958*a*). Az utóbbi évek hálóplankton mintáiban és a merített minták anyagában is gyakran szerepelt a *Stenopterobia pelagica*. Ezek a kovamoszatok — a *Gyrosigma peisonis* és *Synedra rumpens* var. *fragilarioides* egy-egy mintából feljegyzett nagyobb egyedszámától eltekintve (*1. táblázat*) — alacsony népességben fordultak elő a turzásmintákban. Méreteikben megegyeztek a HUSTEDT (1930) és HUBER—PESTALOZZI (1942) által közölt méretekkel.

A turzásmintákból meghatározott fajok közül egyeseknél (*Cymbella naviculiformis*, *Navicula lanceolata*, *Surirella turgida*) az irodalomból eddig ismert méreteknél kisebb adatokat jegyeztünk fel, míg a *Gomphonema intricatum* var. *vibrio*nál a HUSTEDT (1930) által közölt méretnél (110 μ) hosszabbat (125—150 μ kaptunk (vö. HUSTEDT 1938—1939, 437).

A turzásminták fajokban és egyedszámban gazdag kovamoszatait a jelenlevő csillósok egy része felhasználta táplálékul. A valamennyi mintából feljegyzett magas egyedszámú *Cocconeis placentula* var. *euglypta* és *Navicula gracilis* bármikor bőven állott a csillósok rendelkezésére (*Bryophyllum loxophylliforme* fo. *balatonica*, *Chilodonella cucullulus*, *Frontonia acuminata*, *F. atra*, *Hemicycliostyla lacustris*, *Histrio macrostoma*, *Lembadion bullinum*, *Oxytricha fallax*). Bár egyesek előfordulása meglehetősen szórványos és egyedszámuk alacsony, mégis éppen egy-egy mintából feljegyzett nagyobb népességük idején (sok) a csillósok felhasználták táplálékul : *Cyclotella bodanica* Gödrös, IV. 17., *Cymbella lanceolata* Gödrös, IX. 16., *Epithemia sorex* Gödrös, VIII. 26., *Gomphonema olivaceum* Kis-öböl, III. 28., *Gomphonema olivaceum* var. *calcarea* Gödrös, VIII. 26., *Gyrosigma attenuatum* Kis-öböl, VII—X., *G. peisonis* Gödrös, X. 7., *Nitzschia sigmoidea* Gödrös, VIII. 26.

A csillósokból feljegyzett 32 kovamoszat közül 18 mozgó és 14 nem mozgó faj szerepelt. A fajszám mellett azonban elengedhetetlenül szükséges

az egyedszám (népességsűrűség) tekintetbe vétele. A vizsgálatok során ugyanis megállapítottuk, hogy a csillósok főként a nagy népességű mozgó fajokat használták fel táplálékul. Leggyakrabban fordultak elő a csillósokban a 10—25 μ hosszúsággal bíró kovamoszatok (*Cocconeis placentula*, *C. placentula* var. *euglypta*, *Diploneis elliptica*, *Navicula cryptocephala*). A 40—60 μ közötti *Amphora ovalis* és *Navicula gracilis* egyedeit gyakran láttuk. Egy-egy csillósban megtaláltuk a 200—250 μ hosszúságú *Gyrosigma attenuatum*, *Nitzschia sigmoidea* és *N. vermicularis* néhány példányát is.

Csillósok

A kovamoszatokra vonatkozó fejezetekben láthattuk, hogy a vizsgált turzásmintákban nagy faj- és egyedszámban élnek kovamoszatok. Sebestyén Olga (1957), parti tanulmányában a kovamoszatokról ezt írja : "Ezek képezik valamennyi évszakban, a növényi detrítusz mellett, a biotóp élővilága táplálkozási hálózatának alapját". A protistáknak a tó anyagforgalmában való szerepére vonatkozólag igen kevés irodalmi adat van. A vízi anyagforgalom megismerése szempontjából nem közömbös tehát annak tisztázása, hogy a szóban forgó két protista csoport között van-e táplálkozási kapcsolat és ha van, ez milyen mértékű. Ha ezt megismerjük, akkor következtetni tudunk anyagforgalmi szerepükre is.

A kérdés tisztázásához elengedhetetlenül szükségessé vált a csillósok faunisztikai-ökológiai feldolgozása is, annál is inkább, mert balatoni vonatkozásokban ez még igen sok feladatot tár a kutató elé. Éppen a feltárás hiányosságaiból adódik, hogy új fajok is kerültek elő a biotópból. Így azon kényszer előtt állunk, hogy a vizsgálatok lényegére vonatkozó eredményeink ismertetése előtt az új fajokat írjuk le.

A csillós fauna tagjainak meghatározása céljából a szokványos módszereket alkalmaztuk. Egyrészt élő állapotban figyeltük meg a fajokat, másrészt pedig a részletes morfológiai feltáráshoz tárgylemezen való rögzítési és festési eljárásokat alkalmaztunk. Rögzítéshez 7%-os szublimát oldatot és 4%-os formalint alkalmaztunk. A festett készítményeket a Bresslau-féle opálkékes és a Klein-féle száraz ezüstözési módszerekkel állítottuk elő.

1. *Bryophyllum loxophylliforme* Kahl forma *balatonica* n. f.

Mindenben kimeríti a Kahl által leírt törzsalak sajátosságait. A törzsalak 160 μ-os méretével szemben ez 270 μ. A nagymag 8—12 darabból áll és vékony plazmafonal köti össze, így a hosszanti tengely mentén futó gyöngysort imitál. A törzsalaknál 30 darabból áll a nagymag. A magok összefüggése a var. *californicum* sajátosságainak felel meg, a darabok száma és lefutása azonban ettől is megkülönbözteti. A magfűzér két végénél 1—1 kismag. A magok számában, összefüggésében és lefutásában megnyilvánuló állandó jellegű különbség alapján új formának tekintjük.

2. *Hemicycliostyla lacustris* n. sp. (*4. ábra*).

Ovális testforma enyhén ívelt hossztengellyel. Hosszmérete 190 μ. Hatalmas örvényszerve 50—60 egészen alacsony membranellából áll és benyúlik a test középvonaláig. Enyhén rézsútos lefutású garat. Rövid hegyes ajak. Frontális térben erőteljesebb cirrusokból álló 1 rövidebb és 1 hosszabb cirrus-

sor. Mind a két sor a normál ventrális sorban folytatódik. Ezeken kívül még 6 ventrális sor. Nagymag állománya mintegy 50 darabból áll. Mozgása igen lassú. Világos barnás test. Tápláléka zöldalga és kovaalga. Nem gyakori.

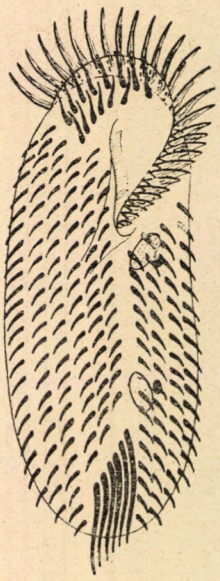
3. *Urostyla algivora* n. sp. (*5. ábra*).

Elliptikus alak kissé balra hajló első testvéggel. Hossza 190 μ. 35 membranellából álló örvényszerve, az első negyedig terjed. Alig ívelt hegyes ajak.



4. ábra. Hemicycliostyla lacustris n. sp. Ventrális oldal, Bresslau opálkékes készítmény után (cc 600×)

Fig. 4 Hemicycliostyla lacustris n. sp. Ventralseite, nach Bresslau-Opalblau Präparaten (cc 600×)



5. ábra. Urostyla algivora n. sp. Ventrális oldal, Bresslau opálkékes készítmény után (cc 600×)

Fig. 5. Urostyla algivora n. sp. Ventralseite, (Präp. wie oben, cc 600×)

Frontális térben 2 sorban (8—6) erősebb cirrus. A marginális sorokon kívül még 8 ventrális sor. 6 cirrusból álló erősen rézsútos transzverzális sor az utolsó negyed határán. 2 nagymag 1—1 kismaggal. Lassú hőkölő mozgás. Barnás színezetű plazma. Tápláléka zöldalga. Nem gyakori.

4. *Keronopsis litoralis* n. sp. (*6. ábra*).

Szabályosan elliptikus alak. Hossza 70 μ. A 17 membranellából álló örvényszerv az első harmad végéig terjed. Egyenes hegyes ajak. A frontális térből két ventrálisan futó cirrus sor indul ki. A marginális sorok hátul záródnak. A testen jóval túlnyúló 12 transzverzális cirrus, melyek erősen rézsútos sort alkotnak. Két nagymag 1—1 kismaggal. Igen gyors hőkölő mozgás. Barnás színezetű. Táplálékát zöldalgák képezik. Nagy egyedszámban gyakran fordul elő.

5. *Tachysoma balatonica* n. sp. (*7. ábra*).

Ovális alak, hátul enyhén elvékonyodva. Hosszmérete 130—140 μ. Örvényszerve, mely 13 magas és 28 alacsony membranellából áll, benyúlik a test középvonaláig. Ajka ívelt és hegyes. Frontális térben 3—2 erősebb cirrus. A perisztomális ajak végénél 1 cirrus. Ventrálisan 2—1—2 cirrus. Öt fésűs transzverzális cirrus, melyek alig nyúlnak túl a testen. A marginális cirrusok a hátsó testvéget szabadon hagyják, hátra felé mindinkább hosszabbak és úgy a jobb, mint a baloldalon az utolsó cirrus jóval hosszabb mint



6. ábra. Keronopsis litoralis n. sp. Ventrális oldal, Bresslau opálkékes készítmény után (cc 600×)

Fig. 6. Keronopsis litoralis n. sp. Ventralseite, (Präp. wie oben, cc 600×)



7. ábra. Tachysoma balatonica n. sp. Ventrális oldal, Bresslau opálkékes készítmény után (cc 400×)

Fig. 7. Tachysoma balatonica n. sp. Ventralseite, (Präp. wie oben, cc 400×

a többi. Két nagymag 1—1 kismaggal. Gyors imbolygó mozgás. A két testvégen világos, középen a tápláléktól sötétebb. Tápláléka kovamoszat és zöldmoszat.

6. *Histrio macrostoma* n. sp. (*8. ábra*).

Babszem alak. Hosszméret 110 μ. A testközépig benyúló hatalmas örvényszerv, 7 magas és 24 alacsony membranellával. Majdnem harántfekvésű, enyhén hátrafelé ívelő garattölcsér. Egyenes és hegyes ajak. A frontális térben 3—3 erősebb cirrus az ajak mellett. Ventrálisan 2—1—2 cirrus. Marginális sorok hátul zártak. A testen jóval túlnyúló 5 transzverzális cirrus. Két bab alakú nagymag, 1—1 kismaggal. Határozott gyors mozgás. Durván szemcsézett zöldes plazma. Tápláléka kovamoszat, alga és baktérium. Ritka.

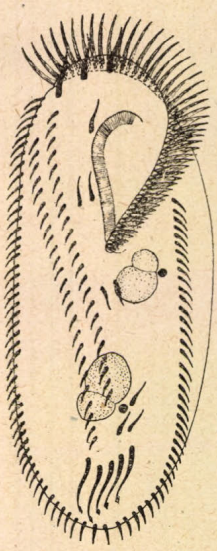
7. *Onychodromopsis tihanyiensis* n. sp. *(9. ábra).*

Szabályosan ovális alak. Hosszmérete 220 μ. A test első harmadáig terjedő örvényszerv 50 membranellával. Az ajak felső vége erősen ívelt. Frontális térben 3 erős cirrus. Az ajak görbületénél 1 cirrus. Ventrálisan 2—2—1—2 cirrus. Két hosszanti kissé rézsútos ventrális sor. A marginális sorok hátul záródnak. A testen túlnyúló 5 transzverzális fésűs cirrus. Két darab haránt befűzéses nagymag 1—1 kismaggal. Lomha lassú mozgás. Egészen sötét test. Tápláléka kovamoszat és csillós. Ritka.



8. ábra. Histrio macrostoma. Ventrális oldal, BRESSLAU opálkékes készítmény után (cc 400×)

Fig. 8. Histrio macrostoma, Ventralseite, (Präp. wie oben, cc 400×)



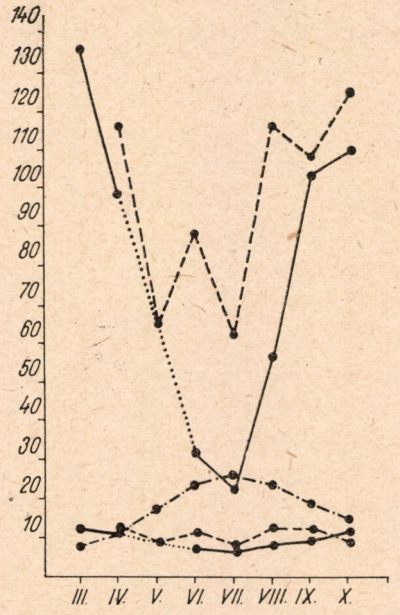
9. ábra. Onychodromopsis tihanyiensis n. sp. Ventrális oldal, BRESSLAU opálkékes készítmény után (cc 300×)

Fig. 9. Onychodromopsis tihanyiensis n. sp., Ventralseite (Präp. wie oben, cc 300×)

A két biotópból összesen 51 csillós faj került elő. Ebből 37 faj a Kis-öbölben és 34 faj a Gödrösben. Az 51 faj közül azonban csupán 18 vehető olyannak, melyeknek jelenlétével a táplálkozási összefüggések és anyagforgalom szempontjából számolnunk kell. Ez a 18 faj (*2. táblázat*) vagy sok mintában, vagy csak egyes mintákban bár, de magas egyedszámban fordult elő. A többi 33 faj csak egyes mintákban fordult elő és ott is igen alacsony egyedszámban.

A *2. táblázat*ban foglaltuk össze az említett 18 fajra vonatkozó adatokat. A táblázatban feltüntetett számok az 1 ml vízben előforduló egyedek számát jelentik. Kiderül a táblázatból, hogy a 18 fajból gyűjtőhelyenként csak 17—17 faj van képviselve, mert a *Frontonia atra* csak a Gödrösben, a *Chilodonella bavariensis* viszont csak a Kis-öbölben fordult elő. A *Chilodonella bavariensis* (az irodalmi adatok szerint mohalakó) csak 2 mintában fordult elő és ott is elég alacsony egyedszámban, mégis ide soroltuk, tekintettel arra, hogy egyedenként igen nagyszámú kovamoszatot fogyasztottak.

Ha a táblázatból a faj- és egyedszám hónaponkénti adatait grafikonra visszük, az évszakos mennyiségi változásokra következtethetünk. Ez ki is derül a *10. ábrá*ból. A faj és egyedszám görbéje párhuzamosan halad. (A fajszám görbéje igen kis határok közötti ingadozást mutat, mivel kis értékű számokból kellett a görbét megszerkeszteni. Bár biotóponként 17—17 faj volt, a görbe határértéke 6—12 között mozog, mert nem fordult elő minden faj minden mintában). Mind a faj-, mind az egyedszám két maximumot és



10. ábra. A csillósok faj- és egyedszámának (e/ml) havonkénti változása egybevetve a vízhőmérséklet értékeivel (nagygörbe = egyedszám, kisgörbe = fajszám, ———— = Kis-öböl, — — — — = Gödrös, . . — . . — . . = vízhőmérséklet)

Fig. 10 Monatliche Änderung der Arten- und Individuenzahl der Ciliaten im Vergleich zu den Wassertemperatur-Werten, Individuenzahl/ml. (Grosze Kurve = Individuenzahl, kleine Kurve = Artenzahl, ———— = Kisöböl-Bucht, — — — — = Gödrös-Abschnitt, . . — . . — . . = Wassertemperatur)

egy minimumot mutat. A két maximum a tavaszi és őszi, a minimum pedig a nyári időszakra esik. A két biotópra vonatkozó görbe lefutásában mutatkozik ugyan némi eltérés, általánosságban azonban azonos viszonyokra utal. Az eltérés csak annyiban áll fenn, hogy a Gödrösben a nyári időszakra jellemző minimumban beiktatódik a VI. hónapban egy kis maximum mind a faj-, mind az egyedszámnál. Az évszakos változások magyarázatára alább térünk vissza.

Vizsgálataink egyik mozgató rugóját a táplálkozási összefüggések tisztázása képezte. Ezt a kérdést egy előző fejezetben már röviden érintettük, de csak kovamoszat-csillós vonatkozásokban. A csillósoknak azonban más mikroszervezetekkel is van táplálkozási összefüggésük. Táplálkozás szempontjából a jelentőséggel bíró 18 faj a következőképpen oszlik meg. 5 faj

2. táblázat

Ciliata

Jelmagyarázat: G = Gödrös, K = Kis-öböl, A = Alga, B = Baktérium, Ka = Kovaalga, D = Detrítusz

1. Faj neve	2. Előfordulás: 3. helye	4. hónapja és gyakorisága: III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	5. Táplálék	6. Méret μ-ban: 7. turzásban	8. máshol	9. Általános ökológiai jelleg (irodalom szerint)
Prorodon teres Ehrb.	K	2	2	—	2	2	3	9	10	D, Ka,	250—260	130—200	szennyvizekben és brakvizekben,
	G	—	2	2	2	—	—	—	—	A			szapropel
Lionotus lamella Schew.	K	3	—	—	—	—	—	—	—	A	80—130	200	nagyon elterjedt, még sósvizek-
	G	—	5	3	3	—	—	1	15				ben is
Chilodonella cucullulus O. F.	K	10	13	—	—	—	—	—	—	Ka	80—130	130—300	édesvizekben, mezo-poliszaprób
Müll.	G	—	—	—	—	—	4	8	16				
Chilodonella bavariensis Kahl	K	10	5	—	—	—	—	—	—	Ka	110	90	eddig csak mohában
„ uncinata Ehrb.	K	15	4	—	—	—	6	7	13	Ka	40—50	50—90	édesvízi és mohaformák, szaprób,
	G	—	—	—	16	12	12	8	—				szapropel
Paramecium caudatum Ehrb.	K	5	5	—	3	3	3	4	2	B	260	180—300	szaprób és szapropel helyeken
	G	—	3	3	3	3	3	2	2				igen elterjedt
Frontonia acuminata Ehrb.	K	10	7	—	—	—	—	9	13	Ka	110—120	60—150	algás detrítuszban igen elterjedt,
	G	—	6	4	4	—	—	3	8				mezoszaprób-katharób, de nem
													szapropel
„ atra Ehrb.	G	—	20	10	7	3	1	—	—	Ka	210	100—220	mezoszaprób-katharóbig
Glaucoma macrostoma Schew.	K	15	7	—	—	—	—	—	—	B	40	30—50	poliszaprób
	G	—	2	—	—	—	12	10	15				
Colpidium campylum Bressl.	K	20	20	—	—	—	—	—	—	B	60—70	50—120	poshadó vizekben
	G	—	15	—	—	—	—	—	—				
Urocentrum turbo O. F. Müll.	K	—	—	—	—	5	5	—	—	B	60	80—100	mezoszaprób-mezoszapropel
	G	—	15	10	7	3	4	—	—				
Pleuronema crassum Dujard.	K	—	—	—	5	5	7	8	8	B	50—60	70—120	poshadó pocsolya vizekben
	G	—	35	20	20	15	15	22	25				
Spirostomum teres Clap. u. L.	K	5	4	—	3	2	2	4	1	B	280	150—400	édesvizekben igen elterjedt, szap-
	G	—	3	3	3	3	4	4	2				ropel
Halteria grandinella O. F. Müll.	K	—	—	—	—	—	25	50	50	A, B	40—50	20—40	elterjedt, mezoszaprób és mezo-
	G	—	—	—	—	—	40	30	25				szapropel detrítuszban
Keronopsis litoralis n. sp.	K	30	12	—	2	—	—	—	4	A	70		
	G	—	—	—	—	—	6	8	—				
Tachysoma balatonica n. sp.	K	10	9	—	2	—	—	—	4	A, Ka	130—140		
	G	—	10	10	9	8	—	—	—				
Stylonychia mytilus Ehrb.	K	—	—	—	—	—	—	6	1	D	220	100—300	főleg édesvizekben
	G	—	8	—	—	—	1	2	2				
„ muscorum Kahl.	K	—	—	—	14	5	5	6	4	A, Ka	90—130	60—100	mohában elterjedt
	G	—	—	—	15	15	15	10	15				



1



2



3



4

II. tábla 1—4. kép.

1—2. *Frontonia atra* a táplálékul felfalt kovamoszatokkal a Gödrösi mintákból (1957. IV.)
3. *Frontonia atra* kovamoszatokkal a Gödrösi anyagból (1957. VIII.)
4. *Chilodonella cucullulus* a táplálékul felfalt kovamoszatokkal a Gödrösből (1957. IX.).

A felvételeket Gellért J. készítette Bresslau opálkékes készítményekről

Tafel II. Fig. 1—4.

1—2. Frontonia atra mit Kieselalgen aus den Proben vom Gödrös-Abschnitt (1957. IV.
3. Frontonia atra mit Kieselalgen aus Proben vom Gödrös-Abschnitt (1957. VIII.)
4. Chilodonella cucullulus mit Diatomeen vom Gödrös-Abschnitt (1957. IX.)

Foto József Gellért nach Bresslau-Opalblau Präparaten

kizárólag kovamoszatokkal táplálkozik, 6 faj baktériumfaló, 2 faj csak zöldalgát fogyaszt, kizárólag detrítuszt viszont csupán 1 faj fogyaszt. A fennmaradó 4 faj közül 2 kovamoszattal, 1 zöldalgával és detrítusszal és végül 1 faj algával és baktériummal táplálkozik. Ebből a felsorolásból az derül ki,hogy táplálkozás szempontjából a kovamoszat- és baktériumfalók dominálnak úgy faj-, mint egyedszám tekintetében. Ha a táblázatban nem szereplő, de egyes mintákban előfordult 33 fajt is tekintetbe vesszük, akkor a kovamoszatot fogyasztók száma 8-cal, a baktériumfalók száma pedig 16-tal emelkedik. Ezért a továbbiakban csupán két csoport jelentőségével kívánunk foglalkozni. Az előző fejezetben láttuk azokat a kovamoszat fajokat és ökológiai jellegüket, melyeket a csillósok táplálékként felhasználnak. Nem óhajtjuk részletesebben taglalni a csillósok által fogyasztott kovamoszat fajokat, hiszen ez kiderül a táblázatból. Ezzel szemben jelentőségénél fogva nagyobb súlyt fektetünk az elfogyasztott mennyiségekre. Ennek szemléltetésére 4 mikrofotót közlünk a Gödrösi mintákból. A *II. tábla 1—3. kép* a *Frontonia atra* csillóst mutatja. Az *1—2. kép* tavaszi, a *3.* pedig őszi mintákra vonatkozik. A *II. tábla 4. kép* a *Chilodonella cucullulus* által elfogyasztott kovamoszatokat és ezek mennyiségét szemlélteti. A fényképek azt mutatják, hogy a csillós belsejét szinte teljes egészében kovamoszatok töltik ki, tehát a fogyasztás igen nagymértékű. Ez vonatkozik azokra a csillósokra is, melyeknél a fogyasztott kovamoszatfajok száma alacsony. Így például a *Frontonia atra* esetében a mikrofotón látható mennyiségben 27 fajból tevődik össze a táplálék. A *Chilodonella cucullulus*ban a Kis-öbölből 2, a Gödrösből viszont 8 fajt mutattunk ki. Itt tehát a felfalt fajok száma alacsonyabb ugyan, de egyedszám tekintetében semmivel sem marad az előző mögött. A Kis-öbölben és a Gödrösben egyaránt előforduló *Frontonia acuminata*-nál mindössze 5, a *Chilodonella bavariensis*-nél 2 és a *Tachysoma balatonica*-nál 1 kovamoszatfajból kerül ki a táplálék, viszont a felvett egyedszám eléri a Frontonia atra-nál fényképen bemutatott mértéket.

A baktériumfalók fajszám tekintetében csaknem egyszinten állanak a kovamoszat-fogyasztókkal. Egyedszám tekintetében azonban felülmúlják az előbbieket. Ebből a csoportból a *Paramecium caudatum*, *Spirostomum teres* és *Pleuronema crassum* emelendők ki, mint olyanok, melyek mind a két gyűjtőhelyen majdnem minden mintában bőséges egyedszámmal voltak képviselve. A többiek jelenléte évszakok szerint változott. Így *Colpidium campylum* csak tavaszi, *Glaucoma macrostoma* tavaszi és őszi, *Halteria grandinella* csak őszi és végül *Urocentrum turbo* nyári mintákban fordult elő.

A táplálkozási-viszonyok azt mutatják tehát, hogy a vizsgált detrítuszturzások csillós faunájának táplálkozási alapját a kovamoszatok és baktériumok képezik. Ezt az alapot kismértékben bővíti a detrítusz és a zöldalga. A táplálkozási összefüggéseknek a tó szempontjából való értékelésére vissza fogunk térni.

A teljesség kedvéért az alábbiakban felsoroljuk a táblázatban nem szereplő azon csillósokat, melyek csak egy-egy mintában fordultak elő és ott is igen alacsony egyedszámban. *Holophrya saginata* (Kis-öböl), *Pseudoprorodon lieberkühni* (K), *Chaenea simulans* (K), *Enchelyodon elegans* (K), *Bryophyllum loxophylliforme* f. *balatonica* (K), *Hemiophrys pectinata* (K, Gödrös), *Dileptus monilatus* (G), *Paramecium trichium* (K), *Paramecium bursaria* (G), *Trichopelma stenostomata* (G), *Lembadion bullinum* (K, G), *Loxocephalus luridus* (G), *Ophryoglena tigrina* (K, G), *Cyclidium glaucoma* (G), *Metopus es* (K, G),

Blepharisma steini (G), *Blepharisma undulans* (G), *Stentor coeruleus* (G), *Stentor roeseli* (K, G), *Hemicycliostyla lacustris* (G), *Uroleptus nobilis* (K), *Urostyla algivora* (G), *Holosticha violacea* (K), *Holosticha naviculorum* (K), *Oxytricha fallax* (G), *Urosoma cienkowski* (K), *Opistotricha similis* (K), *Histrio macrostoma* (K), *Stylonychia pustulata* (K), *Onychodromopsis tihanyiensis* (K), *Euplotes charon* (K), *Euplotes allatus* (G), *Euplotes affinis* f. *tricirrata* (K, G).

Összehasonlítva a turzásban élő csillósok méreteit a más biotópokból leírt törzsalakok méreteivel, a következőket állapíthatjuk meg. A sok mintában és nagy egyedszámban előforduló 18 faj (*2. táblázat*) között, leszámítva a 2 n. sp.-t, 3 kisebb, 5 nagyobb és végül 8 olyan fajt jegyeztünk fel, melyeknek mérete az irodalomban megadott minimum-maximum határértékeken belül mozog. Ezzel szemben a kevés mintában és kis egyedszámban képviselt fajok méretei lényeges eltéréseket mutatnak. A kisebb fajok száma 15, a nagyobbaké 4, míg a határértékeken belül mozgóké 10. Ha az előfordulás gyakoriságát, az egyedszámot és a méreteket összevetjük, akkor arra a helyénvaló következtetésre jutunk, hogy a biotóp életfeltételei a táblázatban felsorolt 18 faj részére voltak kedvezőek.

Összefoglalás

Az előző fejezetekben a parti detrítusz-turzások kovamoszataira és csillósaira vonatkozó vizsgálataink nyers eredményeit ismertettük. Bevezetőben szólottunk arról, hogy munkánknak kettős célja volt : egyrészt megismerni a biotóp kovamoszatait és csillósait szisztematikai és ökológiai vonatkozásaiban, valamint e két protista csoport táplálkozási összefüggéseit, másrészt pedig a fentiekből következtetéseket vonni a tavi élet irányában megnyilvánuló hatásukra.

A kovamoszattársulás egyes fajai valamennyi mintában képviselve voltak, míg mások csupán egyik vagy másik gyűjtőhely egy-egy mintájában szerepeltek. A 116 kovamoszatfaj közül 61 kozmopolita. A 8 planktonformán kívül a többiek mind bentikusak. A fajoknak csaknem fele oligohalób, ami a Balaton alacsony kloridtartalmával függ össze. A hidrogénion koncentrációnak megfelelően 13 alkalobiont, 45 alkalofil, 6 indifferens és 3 acidofil fajt jegyeztünk fel. A felsorolt kovamoszatok között a kis egyedszámban előforduló 3 oligosaprób és 3 α-mezoszaprób faj mellett az általában nagy egyedszámban előforduló több mint 20 β-mezoszaprób alak a környezet β-mezoszaprób jellegére utal.

Az irodalomból ismert méreteknél kisebb testméretet kaptunk a *Cymbella naviculiformis*, *Navicula lanceolata* és *Surirella turgida* fajoknál, míg a *Gomphonema intricatum* var. *vibrio* esetében nagyobb méretet állapítottunk meg.

A csillós faunát a két gyűjtőhelyen összesen 51 faj képviselte. Ebből azonban mindössze 18 faj fordult elő több mintában és nagyobb egyedszámban, tehát táplálkozási és anyagforgalmi szempontból csupán ezek jöhetnek számításba.

A kovamoszatokkal ellentétben, a csillósok között mindössze 3 olyan faj fordult elő, melyek minden mintában képviselve voltak. A többiek jelenléte évszakok szerint változott. Az 1 ml vízben előfordult faj- és egyedszám

is szabályos évszakos ingadozást mutat. Egy tavaszi és őszi maximum egy nyári minimumot fog közre. A nyári minimum pontosan egybe esik a vízhőmérséklet nyári maximumával. Ebből az következik, hogy a csillósok esetében mind faj-, mind egyedszám tekintetében a vízhőmérséklet az egyik leglényegesebb faktor. Vizsgálatainkban nem térhettünk ki a nyári faj- és egyedszámcsökkenés körülményeinek tisztázására, de feltételezzük, hogy a csillósok a víz felmelegedése elől a mélyebb, hidegebb szintekbe szállnak le. Általában úgy vehetjük, hogy a 20 C° feletti hőmérséklet már nem kedvező az aktív csillós élethez és ez viszont megegyezikémás biotópra vonatkozó vizsgálati eredményeinkkel.

A kovamoszatok és csillósok között elég szoros táplálkozási összefüggés áll fenn. Ha a teljes csillós faunát figyelembe vesszük, akkor a kizárólag kovamoszatokkal táplálkozók száma 13, melyhez még hozzájön 3 vegyes táplálkozású faj is. Tehát a fajoknak csaknem egyharmada fogyaszt kovamoszatokat. A sok mintában és nagy egyedszámban előforduló 18 csillós közül azonban mindössze 5 táplálkozik kovamoszatokkal. Ezek viszont olyan bőségben veszik fel e táplálékot, hogy az teljesen kitölti az állat belsejét. Egyesekben, mint például a *Frontonia atra*, 30-nál több kovamoszatot is számláltunk. A felvett kovamoszatok általában a 40 μ-nál kisebb fajokból kerültek ki, de nem volt ritka a 60—100 μ közötti fajok felvétele sem. Egyes esetekben a 200 μ-os *Gyrosigma attenuatumot* is megtaláltuk a csillósokban. A táplálékul felhasznált fajok száma az egyes csillósok szerint váltakozott. Csak a szélsőséges eseteket véve figyelembe, a *Frontonia atra* tápláléka 27, a *Tachysoma balatonica*-é pedig csupán 1 fajból tevődik össze. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a fajok számának megfelelően csökken vagy emelkedik a felvett táplálék mennyisége. A csupán 1 fajjal táplálkozó utóbbi csillós ugyanolyan mennyiségben fogyasztja ezt a kovamoszatot, mint az előbbi a 27 fajt. A csillósok táplálékaként kimutatott kovamoszatok között túlnyomó többségben a mozgó és kisebb számban a nem mozgó, kocsonyás burokkal ellátott fajok szerepeltek.

Összevetve a táplálékul felvett kovamoszatok méreteit, fajszámát és mozgó vagy nem mozgó voltát, arra a következtetésre kell jutnunk, hogy a csillósok bizonyos fokig válogatni képesek a táplálékban. A méretbeli válogatás nyilvánvalóan a szájszervek morfológiájával áll összefüggésben. A mozgó és nem mozgó alakokban való válogatás is valószínűleg passzív jellegű lehet, hiszen a nem mozgó alakok kocsonyás burka a fölfalás mechanizmusában gátló tényezőként jelentkezik. Az a tény viszont, hogy egyesek rengeteg, mások viszont csupán egy kovamoszatfajt vesznek fel, aktív válogatásra utal. Jelenleg még nem tudunk feleletet adni arra a kérdésre, hogy az aktív válogatás milyen inger útján jön létre.

Anyagforgalmi szempontból igen fontos lenne azt a kérdést tisztázni — ami még a jövő kutatások feladata —, hogy a táplálékul felvett kovamoszatokból a csillósok mit és hogyan hasznosítanak és milyen anyagcseretermékeket adnak le a környezetnek. Annyit azonban már most is megállapíthatunk, hogy a csillósok belsejében az emésztés során a kovamoszatok fokozatos elszíntelenedésen mennek át. A cytopygén át történő kiürítés alkalmával (csak mikroszkópos megfigyeléssel!!) a testet elhagyó kovapáncélok teljes egészükben áttetszők, tehát üreseknek látszanak.

A baktériumfalók ugyancsak nagy faj- és egyedszámmal voltak képviselve. Sajnos, nem állott módunkban bakteriológiailag is megvizsgálni

a biotópot, így csupán hipotetikus következtetéseket vonhatunk le. A vizsgált turzásokat túlnyomó mennyiségben a többé-kevésbé felaprózódott szervesanyag alkotta. Ebből viszont következik, hogy az, állandó nedves állapota mellett, egy intenzív bakteriális tevékenység melegágyát is képezte. Erre vall a baktériumfalók jelenléte, melyek így csökkentették a locsolás által a vízbe kimosható baktériumok számát.

A baktériumfalók mellett, kisebb gyakoriságban faj- és egyedszámban alga- és detrítuszevők, valamint ragadozók is képviselve voltak a biotópban.

Vizsgálataink tárgyát képező detrítusz-turzások a parti öv jellegzetes képződményei, melyek igen érdekes és igen változatos biotópok. Érdekes, mert szerves és szervetlen alkotóelemei egyrészt vízi, másrészt szárazföldi eredetűek. Változatos, hiszen a vízállástól függően egyfelől részben vízzel borított vagy locsolt, tehát vízi jellegű, másfelől teljesen szárazra kerülhet és így szárazföldi jelleget ölt. Ennek megfelelően élővilága is vízi és szárazföldi jellegű lehet. Ebből az érdekességből és változatosságból adódik a turzások jelentősége is. A víz és a szárazföld határán képződnek, így a bennük végbemenő kémiai és biológiai folyamatoknak nyilvánvalóan kihatásuk van a parti öv élővilágára és a tó anyagforgalmára is.

A detrítusz-turzások biocoenozisából a protisták két csoportját: a kovamoszatokat és csillósokat emeltük ki. Már e két kisebb élőlény-csoport között is egy igen jelentős táplálkozási összefüggés alakult ki. A kovamoszat—csillós kapcsolat mellett a baktérium, alga és detrítusz—csillós összefüggés is megvan. Mindez azt jelenti, hogy ezek a mikroszervezetek a biotópban aktívan élnek és szaporodnak, a csillósok felhasználják táplálékul, így fiziológiai folyamataik és táplálkozási összefüggéseik következtében tetemes mennyiségű anyagcsere-termék halmozódik fel a turzásokban. Az állandó locsolás következtében a víz kimossa ezeket a termékeket, melyek így belépnek a tó anyagforgalmába. A locsolás azonban egyidejűleg azt is eredményezi, hogy a víz és a turzások között, a locsolás mértékétől függően, egy állandó kicserélődési folyamat alakul ki. A kimosás alkalmával a hullámok újból felfrissítik a biotópot, hiszen a friss víz mellett újabb szervetlen, élő és élettelen szerves anyagokat vetnek ki a partra. Ezek szerint tehát a detrítusz-turzások olyan biotópok, melyekben az életfeltételek állandó ingadozást, változást szenvednek, így bennük a biocoenotikai alapelvek értelmében a legváltozatosabb élővilág alakulhat ki.

IRODALOM

Brook, A. J. (1952): Some observations on the feeding of Protozoa on Freshwater Algae. — *Hydrobiologia* (Den Haag) **4**, 281—293.

Cholnoky, B. (1929): Epiphyten-Untersuchung im Balatonsee. — *Int. Rev. d. ges. Hydrobiol.* **22**, 313—345

Entz B.—Tamás G. (1952): „Kvantitatív haltáplálékvizsgálatok a Balaton téli fenékiszapjában" címmel a Hidrológiai Társaság Limnológiai Szakosztályán 1952 áprilisban tartott előadás; Tihanyban is bemutatva.

Entz G.—Kottász J.—Sebestyén O. (1937): Quantitatív tanulmányok a Balaton biosestonján. — Quantitative Untersuchungen am Bioseston des Balatons. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **9**, 1—152.

Entz, G.—Sebestyén, O.—Szabó, M. (1942): Studien über die Driften des Balatonsees.—Turzástanulmányok a Balatonon. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **14**, 10—82.

ENTZ, G.—SEBESTYÉN, O. (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — A Balaton élete. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **16,** 179—411.

FELFÖLDY, L. (1958): Contribution to the ecology and biological productivity of the diatom mass-vegetation on the stony shores of Lake Balaton. — Adatok a Balaton-part kövein élő kovamoszat tömegvegetáció környezettani viszonyaihoz és biológiai produkciójához. — *Annal. Biol. Tihany* **25,** 331—342.

FRANCÉ, R. (1897): Protozoen. — *Res. wiss. Erforsch. d. Balatonsees. Wien* **II.** 1, 1—64.

GALLIK, O. (1930): Una nova species, nonnullae varietates et additam ad cognitionem Diatomacearum Balatonicarum etc. — *Folia Cryptogam. Szeged* **7,** 743—748.

HUBER—PESTALOZZI, G. (1942): Das Phytoplankton des Süsswassers. THIENEMANN: *Die Binnengewässer* **16,** 2, 2, X. 1—549.

HUSTEDT, F. (1930): Bacillariophyta (Diatomeae). In: *Pascher's Süsswasserflora* etc. H. **10.**

HUSTEDT, F. (1927—1933): Die Kieselalgen. *Rabenhorst's Kryptogamen-Flora Deutschlands* etc. 2. Aufl. **7.**

HUSTEDT, F. (1938—1939): Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra. — *Arch. f. Hydrobiol. Suppl.* **15,** 131—177., 187—295., 393—506., 638—790; **16,** 1—155., 274—394.

HUSTEDT, F.—A. A. ALEEM (1951): Littoral diatoms from the Salstone, near Plymouth. —*Jour. Marine Biol. Assoc. United Kingdom* **30,** 177—196

ISTVÁNFFI GY. (1897): A Balaton moszatflórája. — *Balaton Tud. Tanulm. Eredményei* **II,** 2, 1—140.

JØRGENSEN, E. (1948): Diatom communities in some Danish lakes and ponds. — K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. **5,** 1—140.

KAHL, A. (1930, 1935): Urtiere oder Protozoa. I.: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria In: *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile.* Jena. Gustav Fischer Verlag, 1—886.

KOLBE, R. W. (1927): Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser. Diatomeen. Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebietes. — Pflanzenforschung H. 7.

LIEBMANN, H. (1951): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, **1,** 1—539.

NULTSCH, W. (1956): Studien über die Phototaxis der Diatomeen. — *Arch. Protistenkde* **101,** 1—68.

PANTOCSEK J. (1902): A Balaton kovamoszatai. — *A Balaton Tud. Tanulm. eredm.* **II.** 2, 1—144.

SCHEELE, M. (1952): Systematisch-ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora der Fulda. — *Arch. f. Hydrobiol.* **46,** 305—423.

SEBESTYÉN, O. (1947): Cladocera studies in Lake Balaton I. Mud-living Cladocera and muddy bottom as environment. — *Arch. Biol. Hung.* **17,** 1—16.

SEBESTYÉN, O. (1949—1950): Studies on detritus drifts in Lake Balaton. — *Annal. Inst. Biol. Hung.* **19,** 49—64.

SEBESTYÉN O. (1957): Parti tanulmány. — Study on organic sediment in the erosion-littoral of Lake Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **24,** 165—182.

SEBESTYÉN O.—ENTZ B.—FELFÖLDY L. (1951): Alacsony vízállással kapcsolatos biológiai jelenségek a Balatonon 1949 őszén. — *MTA Biol. Kut. Int. Évkönyve* **20,** 127—160.

SZEMES, G. (1948): Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen der Wirkung des Wellenschlages und der Zusammensetzung der Biozönose. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **18,** 213—255.

SZEMES, G. (1957): Diatomaceae ex Lacu Balaton. — A Balaton Bacillariophyceái. — *Annal. Biol. Tihany* **24,** 193—270.

TAMÁS G. (1954): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon IV. A negyvenes évek fitoplanktonjáról. — *Annal. Biol. Tihany* **22,** 199—225.

TAMÁS G. (1958*b*): Mougeotia-invázió 1956 őszén a Balaton planktonjában. — *Annal. Biol. Tihany* **25,** 359—361.

TAMÁS G. (1958*a*): Adatok a Balaton moszatflórájához. — *Annal. Biol. Tihany* **25,** 353—358.

TAMÁS G.—GELLÉRT J. (1958): Parti kövek bevonatának kovamoszatai és csillósai a tihanyi félsziget keleti részén. — *Annal. Biol. Tihany* **25,** 241—250.

VAN DER WERFF, A. (1955): A new method of concentrating and cleaning diatoms and other organisms. — *Verhandl. I. V. L.* **12,** 276—277.

ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DIATOMEEN UND CILIATEN DER DETRITUS-DRIFTE AM OSTUFER DER HALBINSEL TIHANY

József Gellért und *Gizella Tamás*

Zusammenfassung

Die aus Detritus gebildeten Drifte sind charakteristische Formationen des Balaton-Ufers. Sie stehen teils unter dem Einfluss des Wassers, teils unter dem des Festlandes. Die organischen und anorganischen Komponenten der Detritus-Drifte sind daher je nach dem Wasserstand sehr verschieden ausgebildet. Es wurden Detritus-Drifte untersucht, die während des Jahres 1957 dauernd durch den Wellenschlag bespritzt wurden und sich daher stets in nassem Zustand befanden. Dadurch war es möglich, einen Biotop zu untersuchen, welcher trotz seines festländischen Charakters einen für Wasserorganismen ausgesprochen geeigneten Lebensraum darstellt und so auch auf die Lebewelt des Balaton-Sees einen gewissen Einfluss ausübt.

Die Lebewesen der Drifte sind hauptsächlich mikroskopische oder nur wenig grössere Organismen. Bei den Untersuchungen wurden zwei Gruppen der Protisten, Diatomeen und Ciliaten, bearbeitet. Ziel dieser Studien war, die Diatomeen und Ciliaten dieses Biotops in ökologischer und systematischer Hinsicht kennenzulernen und die Beziehungen zwischen beiden Gruppen bezüglich ihrer Ernährung zu erörtern. Aus den Ergebnissen konnte auf den Einfluss geschlossen werden, den diese Organismen auf das Leben im See ausüben.

Von zwei Stellen des Ostufers der Halbinsel Tihany wurde Untersuchungsmaterial gesammelt, an denen sich die Detritus-Drifte unter gleichen wasserdynamischen Bedingungen entfaltet haben. Diese waren die Kisöböl-Bucht neben dem Biologischen Institut und der Uferabschnitt bei dem sogenannten Gödrös-Röhricht. An beiden Stellen war die wassernahe Seite der Drifte während des ganzen Jahres bespritzt. Daher konnten Proben im Frühling, im Sommer und im Herbst gesammelt werden.

Die Ergebnisse lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

Einzelne Arten der Diatomeen-Cönose (*Tab. 1*) waren in allen Proben vorhanden, während andere nur in je einer Probe von beiden Sammelstellen (vgl. S 220) vorkamen. Von den 116 Arten sind 61 Kosmopoliten. Abgesehen von 8 Planktonformen sind alle anderen benthisch. Beinahe die Hälfte der Arten sind oligohalob, was mit dem niedrigen Chloridgehalt des Balaton-Sees in Zusammenhang steht. Nach der Wasserstoffionenkonzentration wurden 13 alkalobionte, 45 alkalophile, 6 indifferente und 3 acidophile Arten notiert. Von den festgestellten Arten treten 3 oligosaprobe und 3 α-mesosaprobe in geringer Individuenzahl auf, dagegen kommen im allgemeinen mehr als 20 β-mesosaprobe Arten in grosser Individuenzahl vor. Das weist auf den β-mesosaproben Charakter des Milieus hin.

Es konnten von *Cymbella naviculiformis*, *Navicula lanceolata* und *Surirella turgida* kleinere, von *Gomphonema intricatum* var. *vibrio* dagegen grössere Formen festgestellt werden, als bisher in der Literatur angegeben war.

Die Ciliatenfauna (*Tab. 2*) war an beiden Sammelstellen mit 51 Arten vertreten. Doch kamen insgesamt nur 18 Arten in mehreren Proben und in grösserer Individuenzahl vor. Nur von diesen 18 Arten wurden Nahrung und Stoffkreislauf untersucht.

Im Gegensatz zu den Diatomeen waren unter den Ciliaten nur 3 Arten in allen Proben vertreten. Die Anwesenheit der anderen war von der Jahreszeit abhängig. Die Arten- und Individuenzahlen je ml Wasser zeigten regelmässige jahreszeitliche Schwankungen. Zwischen einem Herbst- und einem Frühlingsmaximum liegt ein Sommerminimum (*Abb. 10*). Das Sommerminimum fällt genau mit der maximalen Wassertemperatur zusammen. Dies beweist, dass die Wassertemperatur für die Individuenzahl sowie für die Artenzahl der Ciliaten eine wesentliche Rolle spielt. Während der Untersuchungen konnten die Ursachen für die sommerliche Verringerung der Arten- und Individuenzahl nicht völlig geklärt werden. Es wurde angenommen, dass die Ciliaten sich bei steigender Wassertemperatur in tiefere, kältere Wasserschichten zurückziehen. Es kann betont werden, dass eine Wassertemperatur von über 20°C im allgemeinen für das aktive Leben der Ciliaten nicht günstig ist. Diese Tatsache stimmt mit Untersuchungsergebnissen aus anderen Biotopen überein.

Für die Ciliaten bilden die Diatomeen eine sehr wichtige Nahrung. Von der gesamten Ciliatenfauna (51 Arten) ernähren sich 13 Arten beinahe ausschliesslich von Diatomeen (zuzüglich 3 Arten, welche gemischte Nahrung zu sich nehmen). Demnach sind insgesamt ungefähr ein Drittel der Arten Diatomeenfresser. Von den in vielen

Proben und in grosser Individuenzahl vorkommenden 18 Ciliaten-Arten ernähren sich jedoch im ganzen nur 5 von Diatomeen. Diese nehmen aber ihre Nahrung in solcher Menge auf, dass sie das Innere der Tiere fast völlig ausfüllt. In einigen Tieren, so z. B. in einem Exemplar von *Frontonia atra*, wurden mehr als 30 Diatomeen gefunden. Die aufgenommenen Diatomeen gehören im allgemeinen solchen Arten an, deren Körpergrösse kleiner als 40 μ ist. Nicht selten wurden aber auch 60 bis 100 μ grosse Individuen verschlungen.

In vereinzelten Fällen wurden sogar Individuen von *Gyrosigma attenuatum* (über 200 μ) gefressen. Die Zahl der zur Nahrung dienenden Arten wechselte bei den einzelnen Ciliaten-Arten. Betrachtet man nur die extremen Fälle, so setzte sich das Futter der *Frontonia atra* aus 27 Arten, das der *Tachysoma balatonica* aber nur aus einer einzigen Art zusammen. Dies beweist aber nicht, dass zwischen der Menge des Futters und dem Sinken oder Steigen der als Futter dienenden Diatomeen-Arten ein Zusammenhang besteht. Das sich nur mit einer Art ernährende letzterwähnte Ciliat verzehrt in derselben Menge diese einzige Kieselalge wie die anderen die 27 Arten. Unter den als Ciliaten-futter dienenden Diatomeen kamen überwiegend die sich bewegenden (vagilen) und in geringerer Zahl die sich nicht bewegenden (sessilen), eine schleimige Hülle bildenden Arten vor (*Tab. 2, Abb. 1—4*).

Berücksichtigt man die Massen-, die Arten- und die Individuenzahl der als Futter dienenden Diatomeen, ihre vagilen oder sessilen Eigenschaften, so muss man annehmen, dass die Ciliaten in gewissem Masse fähig sind, ihr Futter zu wählen. Die Wahl bezüglich der Grösse der Nahrungstiere richtet sich offensichtlich nach der Morphologie der Mundorgane. Auch die Wahl zwischen den vagilen und sessilen Formen ist wahrscheinlich passiv, da sich die schleimige Hülle der sessilen Formen beim Verschlingen als hinderlich erweist. Jene Tatsache aber, dass einige Ciliaten sich mit sehr vielen, andere dagegen sich mit einer einzigen Kieselalgen-Art ernähren, weist auf ein aktives Wahlvermögen. Momentan kann noch nicht gesagt werden, welcher Reiz der aktiven Wahl zugrunde liegt.

Für das Verständnis des Stoffkreislaufes wäre sehr wichtig zu klären — eine Aufgabe weiterer Untersuchungen —, welche Diatomeen den Ciliaten als Nahrung dienen und welche Stoffwechselprodukte auf welche Weise von den Ciliaten in die Umgebung abgegeben werden. An Hand der Beobachtungen kann schon in der vorliegenden Arbeit behauptet werden, dass die Diatomeen während der Verdauung im Innern der Ciliaten allmählich entfärbt werden. Bei der Ausleerung durch die Cytopyge (nur mikroskopisch zu beobachten) sind die Kieselschalen gänzlich durchsichtig, anscheinend also leer.

Auch Bakterienfresser sind in grosser Arten- und Individuenzahl vertreten. Leider war die bakteriologische Untersuchung des Biotops noch nicht möglich, und so können in dieser Hinsicht bis jetzt nur hypothetische Schlüsse gezogen werden. Die untersuchten Drifte bildeten sich in überwiegendem Masse aus mehr oder weniger zerkleinerten organischen Partikelchen. Daraus ist zu folgern, dass die Drifte durch ihren ständig nassen Zustand eine Brutstätte für Bakterien sind. Das wird auch durch die ständige Anwesenheit der Bakterienfresser bestätigt, welche die Zahl der durch die Bespritzung ins Wasser gespülten Bakterien verringert haben.

Im Biotop waren neben den Bakterienfressern mit geringerer Häufigkeit, die Arten- und Individuenzahl einbegriffen, Algen- und Detritusfresser sowie Räuber vorhanden.

Die Objekte der vorliegenden Untersuchungen, die Detritus-Drifte, sind charakteristische Bildungen der Uferzone, eines sehr mannigfaltigen und interessanten Biotops. Sie sind interessant, weil sie sich an der Grenze zwischen Festland und Wasser entfalten und durch die sich in ihnen abspielenden chemischen und biologischen Vorgänge offensichtlich einen Einfluss auf die Lebenwelt der Uferzone sowie auch auf den Stoffkreislauf im See ausüben.

In der Biocönose der Drifte entfaltet sich eine wichtige Ernährungsrelation. Zwischen den Bakterien, Algen und driftbewohnenden Ciliaten ist ein enges Verhältnis vorhanden. Daher häufen sich in den Driften beträchtliche Mengen von Stoffwechselprodukten an. Durch ständiges Bespritzen werden sie ausgespült und so in den Stoffkreislauf des Sees einbezogen. Das Bespritzen ermöglicht je nach dem Grade der Befeuchtung einen ständigen Stoffaustausch zwischen Seewasser und Drift. Der Wellenschlag erfrischt den Biotop, da er neben frischem Wasser neue lebende und unbelebte organische Stoffe an das Ufer schleudert. Demnach bilden also die Detritus-Drifte einen Biotop, in dem sich die Lebensbedingungen ständig ändern; dadurch kann sich in ihnen, gemäss den Grundprinzipien der Biocönotik, eine reichhaltige Lebewelt entfalten.

BESCHREIBUNG DER NEUEN CILIATEN-ARTEN

1. *Bryophyllum loxophylliforme* KAHL, forma *balatonica* n. f.
Grösse 270 μ. Kettenförmiger Kern mit 8 bis 12 Brocken. Die Kernglieder sind zusammenhängend durch einen Plasmafaden. Die Körpergrösse und die Kernzahl sind konstant, so musste man die balatonische Art als forma balatonica bezeichnen.

2. *Hemicycliostyla lacustris* n. sp. (*Fig. 4*) Grösse 190 μ. Gestalt oval. Mächtiges Wirbelorgan mit 50—60 niedrigen Membranellen. Peristomlippe kurz. Frontalcirren in 2 Reihen (1 kurze und 1 längere), die sich in 2 Ventralreihen fortsetzen. Ausserdem noch 6 Ventralreihen. Makronuklei in 50 Bröckel zerteilt. Nahrung kleine, grüne Kugelalgen und Diatomeen.

3. *Urostyla algivora* n. sp. (*Fig. 5*) Grösse 190 μ. Gestalt ellipsoid. Das Wirbelorgan besteht aus 35 Membranellen. Perist. lippe leicht gebogen, zugespitzt. 8 bis 6 verstärkte Frontalcirren und 8 Ventralreihen. Den Körper nicht überragende 6 Trv. cirren. 2 Makronuklei, jeder mit einem Mikronukleus. Nahrung kleine, grüne Kugelalgen.

4. *Keronopsis litoralis* n. sp. (*Fig. 6*). Grösse 70 μ. Gestalt regelmässig ellipsoid. Das Wirbelorgan besteht aus 17 Membranellen. Gerade, zugespitzte Perist. lippe. 2 Ventralreihen, die auf das Frontalfeld übergehen. Marginalreihen hinten geschlossen. 12 Trv. cirren, die das Hinterende weit überragen. 2 Makronuklei, jeder mit einem Mikronukleus. Frisst kleine, grüne Kugelalgen.

5. *Tachysoma balatonica* n. sp. (*Fig. 7*) Grösse 130—140 μ. Gestalt ovoid mit leicht verjüngtem, Hinterende. Das Wirbelorgan besteht aus 13 hohen und 28 niedrigen Membranellen. Perist. lippe zugespitzt, gebogen. Auf dem Frontalfelde stehen 3 einzelne, verstärkte Cirren dahinter noch 2 schwächer verstärkte Cirren. Ausserdem eine einzelne: Cirre nahe dem Vorderende der Lippe. 5 Ventralcirren (2—1—2). Die 5 Trv. Cirren, die am Ende zerfasert sind, überragen kaum den Hinterrand. Marg. reihen hinten unterbrochen. Die 2 letzten Marg. cirren sind lang und auffallend stark. Zweigliedriger Makronukleus, jeder mit einem Mikronukleus. Frisst Diatomeen und kleine grüne Kugelalgen.

6. *Histrio macrostoma* n. sp. (*Fig. 8*) Grösse 110 μ. Bohnenförmige Gestalt. Das Wirbelorgan besteht aus 7 hohen und 24 niedrigen Membranellen. Perist. lippe gerade, zugespitzt. Auf dem Frontalfelde stehen in 2 Gruppen 3—3 einzelne Cirren. Nahe der Lippe noch 2 einzelne Cirren. 5 Ventralcirren in 3 Gruppen (2—1—2). Marg. reihen hinten geschlossen. 5 den Körper weit überragende Trv. cirren. 2 Makro- und 2 Mikronuklei. Frisst Kieselalgen und Bakterien.

7. *Onychodromopsis tihanyiensis* n. sp. (*Fig. 9.*) Grösse 220 μ. Gestalt regelmässig oval. Das Wirbelorgan besteht aus 50 Membranellen. Die Perist. lippe am Vorderende stark gewölbt. Auf dem Frontalfeld stehen 3 einzelne, verstärkte Cirren und nahe der Lippe eine einzelne Cirre. Ventralcirren in 4 Gruppen (2—2—1—2) und ausserdem noch 2 geschlossene Ventralreihen. Marginalreihen hinten geschlossen. 5 den Körperrand überragende zerfaserte Trv. cirren. Makronukleus in 2 Gliedern, jeder mit einem Querspalt. 2. Mikronuklei. Frisst Kieselalgen und kleine Ciliaten.

Tab. 1. Kieselalgen.

1 = Art ; **2** = Vorkommen ; **3** = Standorte ; (K = Kisöböl-Bucht, G = Gödrös Abschnitt); **4** = Datum (III—X) und Häufigkeit, (e = kommt vor, k = vereinzelt s = viel); **5** = allgemeiner ökologischer Charakter nach der Literatur (Autoren HU = HUSTEDT, HUB = HUBER—PESTALOZZI, JØ = JØRGENSEN, KO = KOLBE, LI = LIEBMANN, SCHE = SCHEELE), koz = kosmopolitisch, alk = alkalophil, alb = = alkalobiontisch, aci = acidophil, ind = indifferent, hal = halophil, oli = oligohalob, o = oligosaprob, α-m = alfa mesosaprob, β-m = beta mesosaprob ; **6** = Ciliaten-Futter

Tab. 2. Ciliaten.

1 = Art ; **2** = Vorkommen ; **3** = Standorte ; (K = Kisöböl-Bucht, G = Gödrös-Abschnitt); **4** = Datum (III—X.) und Quantität (Individuenzahl) m/l; **5** = Nahrung (A = Algen, B = Bakterien, Ka = Kieselalgen, D = Detritus); **6** = Körpergrösse der Arten in μ; **7** = Länge in Detritus-Proben ; **8** = Länge in anderen Proben (nach der Literatur); **9** = allgemeiner ökologischer Charakter nach der Literatur (Angaben von KAHL, A.)

PARTI KÖVEK BEVONATÁNAK KOVAMOSZATAI ÉS CSILLÓSAI A TIHANYI-FÉLSZIGET KELETI RÉSZÉN

TAMÁS GIZELLA és GELLÉRT JÓZSEF

Érkezett: 1958. március 7.

A Tihanyi-félsziget keleti partján a detrítusz-turzások közelében, de makrovegetáció nélküli parton a köveket barnás bevonat borította. Ezekből a bevonatokból mintákat gyűjtöttünk annak megállapítására, hogy azokban a kovamoszatok és csillósok minőségi és mennyiségi összetételét, ökológiai viszonyait és a két csoport táplálkozásbeli összefüggéseit megfigyeljük. A kövek bevonatát a detrítusz-turzásoknál már említett módszerekkel dolgoztuk fel (GELLÉRT—TAMÁS 1958, 220).

A biotóp ismertetése és a gyűjtések időpontja

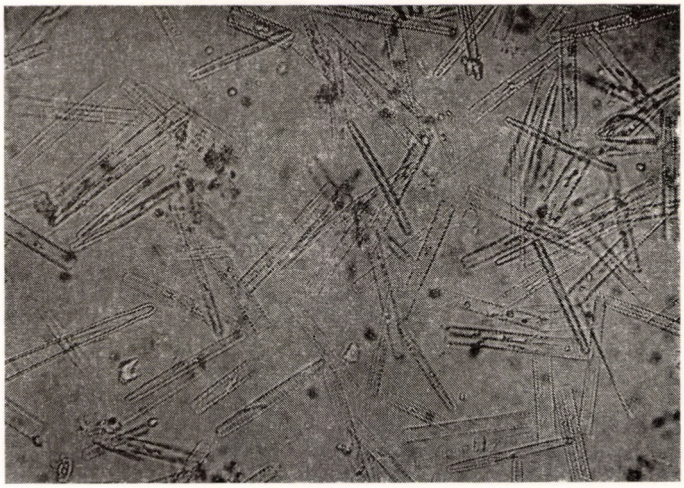
A félsziget ÉK-i parját mesterséges kőfalakkal és kőrakásokkal védik a víz romboló munkájától. A partot védő köveket — mivel ezek lecsúsznak — évenként újakkal pótolják. A félsziget déli partjain található természetes köves mederrel és parttal ellentétben a keleti parton idegen eredetűek ezek a kövek (SEBESTYÉN—ENTZ—FELFÖLDY 1951, 131). A félsziget keleti partján a detrítusz-turzásokhoz hasonlóan, s azoktól nem messze választottuk ki a vizsgálatainkra alkalmas partszakaszokat. A Kis-öbölben a Biológiai Kutatóintézet csónak csúszdáját és annak közelében levő köveket. A Gödrösben az 1.8 jelzésű kilométerkőnél levő szakaszon végeztük a gyűjtéseket. Bár az említett gyűjtőhelyeken a turzásmintákkal párhuzamosan végeztük terepmegfigyeléseinket és laboratóriumi mikroszkópos vizsgálatainkat, mégis csupán a tavaszi-őszi minták adatait lehet számításba venni. A tavaszi, több hónapon át tartó egyenletes vízállás (80—90 cm) következtében létrejöhetett egy világos barna kovamoszat öv (vö. KANN 1941, 200). Ez a kovamoszat öv nem minden évben fejlődik ki egyformán — mint az a laboratóriumi naplók adataiból is kitűnik —, kialakulása elsősorban a tavaszi vízállástól függ. Természetesen hatással van a bevonatban élő fajokra a víz hőmérséklete és a fényklíma is, de kisebb mértékben mint a vízállás alakulása (vö. FELFÖLDY 1958). Ősszel a tavaszihoz hasonló, de minőségi és mennyiségi összetételében mégis más kovamoszat öv található az említett partszakaszok kövein. A nyári hónapok gyűjtési adatait és a vizsgálatok eredményeit egyrészt azért nem vehetjük itt tekintetbe, mert júniustól a víz fokozatos apadása következtében a tavaszi kovamoszat öv szárazra került, másrészt a tavaszi vízálláskor az

apadással a mélyebb szinten levő *Cladophora* és kékmoszat fonalak kerültek a vízszint közelébe. Bár az említett fonalas moszatok között sok kovamoszatot és csillóst találtunk, ezeket mégsem hasonlíthatjuk össze az előbbi adatokkal, mert a fonalas moszatok alkotta élőhely nagyon különbözik a kövek kovamoszat bevonatától (vö. ENTZ—SEBESTYÉN 1942, 123, 1946, 296). A víz nyári apadása június közepétől augusztus közepéig tartott, majd október elejéig 60—65 cm között eléggé egyenletes vízállás volt. A *Cladophora* öv ekkor erősen barnás árnyalatú volt a kovamoszatoktól. Az októberi újabb vízszintcsökkenés lehetett az oka annak, hogy — a kedvező vízhőmérsékleti és fényviszonyok ellenére — jelentősebb kovamoszat öv ekkor már nem alakulhatott ki a parti köveken. A Kis-öbölből a csónak csúszdáról és a parti kövekről öt ízben (III. 22., IV. 3., IX. 11., X. 3., XI. 13.), a Gödrös parti köveiről pedig négy alkalommal (IV. 17., 25. V. 9., X. 9.) gyűjtöttünk bevonatmintákat.

Kovamoszatok

A márciustól június közepéig tartó meglehetősen egyenletes (80—90 cm) vízállás, vízhőmérséklet és kedvező fényviszonyok együttes hatására a tavaszi hónapokban a parti köveken kialakulhatott a kovamoszat öv jellegzetes sávja, mely makroszkopikusan kezdetben barna volt, később pedig világosabb színével tűnt fel. A hullámveréses partokon kialakult néhány centiméteres tavaszi kovamoszat-bevonat szivacsos, tömött állomány volt. Túlnyomóan olyan kovamoszat fajokból állt, melyek kocsonyás, nyálkás anyaggal veszik körül magukat, vagy kocsonyanyéllel rögzülnek az alzathoz. Főként *Diatoma elongatum* var. *tenuis* fordult elő igen nagy népességben (vö. FELFÖLDY 1958) márciustól júniusig *(1. kép)*. A *Gomphonema olivaceum* is feltűnő nagy egyedszámban szerepelt a kovamoszattárulásban. Az említett fajokon kívül feljegyeztük még a *Diatoma vulgare* több változatát és néhány *Cymbella*-t is *(1. táblázat)*. Ezek a kovamoszatok az esetleges vízállás hirtelen megváltozását könnyen elviselik, mert a kocsonyaburok egy ideig megvédi őket a kiszáradástól (QUINT 1906, 85; SEBESTYÉN—ENTZ—FELFÖLDY 1951, 154; TAMÁS 1957, 138). A márciusban még barna színű bevonat fokozatosan ment át világosabb, szinte sárgás árnyalatba. A bevonatnak ez a színváltozása a kocsonyanyeleken felhalmozódott kalciumkarbonáttal van kapcsolatban. Bár a kovamoszatoknál a mészkiválás még nincs kísérletileg igazolva (KANN 1941, 201), feltehető azonban, hogy a mész biogén eredetű (ENTZ 1953, 41—42, KOLBE 1932, 279, LAUTERBORN 1922, 215; v. OYE 1938).

A tömegesen előforduló fajokkal szemben mindössze egy-egy mintából jegyeztük fel a következőket: 1. Kis-öböl: *Caloneis sp.* (III. 22.), *Cymbella cistula* (HEMPRICH) GRUN. (IV. 3.), *C. tumidula* GRUN. (IV. 3.), *C. ventricosa* KÜTZ. (IV. 3.), *Diploneis marginestriata* HUST. (X. 3.), *D. puella* (SCHUM.) CLEVE (III. 22.), *Fragilaria capucina* DESMAZIÈRES (IV. 3.), *F. crotonensis* KITTON (III. 22.), *F. inflata* var. *istvánffii* (PANT.) HUST. (XI. 13.), *F. pinnata* EHR. (IV. 3.), *Gyrosigma distortum* var. *parkeri* HARRISSON (XI. 13.), *Navicula pupula* KÜTZ. (XI. 13.), *N. pusilla* W. SM. (III. 22.), *N. rhynchocephala* KÜTZ. (XI. 13.), *Nitzschia angustata* (W. SM.) GRUN. (XI. 13.), *N. dissipata* (KÜTZ.) GRUN. (IV. 3.), *N. hungarica* GRUN. (X. 3.), *N. recta* HANTZSCH. (IV. 3.), *N. spectabilis* (EHR.) RALFS. (IV. 3.), *N. tryblionella* var. *levidensis* (W. SM.) GRUN. (III. 22.), *Surirella linearis* (W. SM.) (X. 3.), *S. robusta* var. *splendida* (EHR.) V. HEURCK (III. 22.). 2. Gödrös: *Amphipleura pellucida* KÜTZ. (IV. 17.),



1. kép. Diatoma elongatum var. *tenuis* (AGARDH) KÜTZ. Kis-öböl (1957. IV. 3.) GELLÉRT J. felvétele (cc 500×)

Fig. 1. Diatoma elongatum var. *tenuis* (AGARDH) KÜTZ. Kisöböl-Bucht (1957. IV. 3.) (cc 500×) Foto J. GELLÉRT

Caloneis silicula (EHR.) CLEVE (IV. 17.), *Campylodiscus noricus* var. *hibernica* (EHR.) GRUN. (X. 9.), *Cymatopleura angulata* GREVILLE (X. 9.), *Diatoma vulgare* var. *brevis* GRUN. (V. 9.), *Epithemia sorex* var. *gracilis* HUST. (X. 9.), *E. zebra* (EHR.) KÜTZ. (IV. 17.), *Gyrosigma acuminatum* (KÜTZ.) RABH. (IV. 25.), *Navicula lacustris* GREGORY (IV. 25.), *N. placentula* f. *jenisseyensis* (GRUN.) MEISTER (IV. 17.), *Neidium dubium* (EHR.) CLEVE (X. 9.), *Nitzschia acuta* HANTZSCH (X. 9.), *N. tryblionella* var. *victoriae* GRUN. (X. 9.), *Synedra rumpens* var. *fragilarioides* GRUN. (V. 9.) Az említett fajokat a táblázatban nem tüntettük fel. A két gyűjtőhely mintáiból 81 fajt és 16 változatot jegyeztünk fel. A nyíltvízből bekerült 6 pelágikus kovamoszat *(Cyclotella bodanica, Fragilaria crotonensis, Melosira granulata, Stephanodiscus astraea, S. astraea* var. *minutula, Synedra acus* var. *angustissima)* csekély egyedszámban fordult elő. A társulás tagjai túlnyomó többségben bentikus fajok. 49 volt azoknak a fajoknak a száma, melyekről biztosan tudjuk (vö. GELLÉRT—TAMÁS 1958, 1. táblázat irodalmi adataival), hogy kozmopoliták. A parti kövek bevonatán aránylag kevesebb oligohalób (27), indifferens (9) és halofil (3) kovamoszat szerepelt, mint a detrítusz-turzásokban. A parti kövek kovamoszatflórájában a 41 alkalofil, 14 alkalobiont és 4 indifferens mellett 1 acidofil faj is volt. Ha a 97 kovamoszatot a szaprobionta fokozat (LIEBMANN 1951) alapján ítéljük meg, akkor azt látjuk, hogy a csekély egyedszámban talált *Cyclotella bodanica* és *Synedra acus* var. *angustissima*-n kívül más oligoszaprób faj nem fordult elő. Az α-mezoszaprób *Navicula cryptocephala* sem fordult elő nagyobb népességben. Az előbbiekkel ellentétben a feltűnő nagy fajszámban (30-on felül) és jelentős egyedszámban fellépő β-mezoszaprób kovamoszatok jelenléte a mintákban a környezet β-mezoszaprób jellegére utal. Ha a felsorolt 97 fajt mozgási képességeik szerint csoportosítjuk, akkor 50 a mozgó és 47 a nem mozgók száma. Fajszámukat tekintve a mozgók vannak többségben, egyedszámban viszont a helyhez rögzült (szesszilis) és általában a nem mozgók vannak nagyobb tömegben. A nem mozgók 30—60 μ, a mozgók pedig 10—60 μ közötti méretben szerepeltek. A hullámveréses parti öv kovamoszat bevonatából feljegyzett csillósok 7 nem mozgót és 5 mozgót fogyasztottak, melyeknél a fajszámmal arányos a táplálékul felhasznált egyedek száma.

A mintákban előfordultak a nyíltvízi moszatfajok is *(Lyngbya circumcreta, Phacus sp., Planktonema lauterborni, Staurastrum gracile, Pediastrum boryanum, P. clathratum, Scenedesmus balatonicus)*. Áprilisban gyakori volt az *Ulothrix zonata*, míg ősszel a *Rivularia biasolettiana, Spirulina maior* és az *Oscillatoria tenuis* telepeit figyeltük meg.

Csillósok

A parti detrítusz-turzásokra vonatkozó vizsgálataink (GELLÉRT—TAMÁS 1958) eredményei arról tanúskodnak, hogy mind a kovamoszatok, mind a csillósok kedvező életkörülményeket találnak a biotópban. A parti kövek alkotta biotópról ezt csak kovamoszat vonatkozásban mondhatjuk. A csillósok igen alacsony faj- és egyedszámban voltak képviselve, bár a gyűjtőhelyek a detrítusz gyűjtőhelyek közelében voltak.

A két gyűjtőhelyről összesen 16 csillós faj került elő. A Kis-öbölben 13, a Gödrösben pedig 10 faj volt képviselve. A 16 csillós közül 6 faj csak a Kis-öbölben *(Chilodonella cucullulus, Frontonia acuminata, Saprophilus ovatus,*

1. táblázat

Bacillariophyta

1. Faj	2. Előfordulás: 3. helye	4. hónapja és gyakorisága: III	IV	V	VI	IX	X	XI	5. Detritusz-turzásban
Melosira granulata (Ehr.) Ralfs.	K	k					k		+
	G		k	k			k		+
Cyclotella bodanica Eulenst.	K	k	k				k	k	+
	G		k	k	k		s		+
,, ocellata Pant.	K	s	s				k	k	+
	G		k				k		+
Stephanodiscus astraea (Ehr.) Grun. ..	K	k	k						
	G		k						
,, astraea var. minutula (Kütz.) Grun.	K	k	k						
	G		e						+
Diatoma elongatum var. tenuis (Ag.) Van Heurck.....	K	t	t			k	k	k	+
	G		t	t	t		k		+
Diatoma vulgare Bory	K	k	k						+
	G		k	k					+
,, vulgare var. linearis Grun. ..	K	s	s						
	G		k	k	k				+
,, vulgare var. producta Grun.	K	s	s				k	s	+
	G		s	k	s		s		+
Opephora martyi Héribaud	K	e	e				k		+
	G						k		+
Fragilaria construens (Ehr.) Grun. ...	K		e				k	k	+
	G						k		+
,, intermedia Grun.	G			k			s		+
Synedra acus Kütz.	K						k		
	G		k						+
,, acus var. angustissima Grun....	K	e	e						
,, acus var. radians (Kütz.) Hust.	K	k	k						
	G		k	k					+
,, parasitica (W. Sm.)	K	k	k						+
,, ulna (Nitzsch.) Ehr.	K	k	k					k	+
	G		k	k			k		+
,, ulna var. spathulifera Grun. ...	K		k						
	G		k	k					+
,, vaucheriae Kütz.	K	k	k						+
	G		k	k	k				+
,, vaucheriae var. capitellata Grun.....	K	k	k						+
	G		s		k		k		+
Cocconeis diminuta Pant.	K	e	e						
,, pediculus Ehr.	K						k	k	+
	G		k				s		+
,, placentula (Ehr.)	K	k						k	+
	G						k		+
,, placentula var. euglypta (Ehr.) Cleve	K		e				k	k	+
	G		k				s		+
Achnanthes clevei Grun.	K	k	k						
,, lanceolata Bréb.	K	k							
	G				s				
Rhoicosphenia curvata (Kütz.) Grun.	K	k	k				k	k	+
	G		k		k		k		+
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabh.	K	k	e				k	s	+
	G		k		k		s		+

1. táblázat (folytatás)

1. Faj	2. Előfordulás: 3. helye	4. hónapja és gyakorisága: III	IV	V	VI	IX	X	XI	5. Detritusz-turzásban
Gyrosigma kützingii (Grun.) Cleve.....	K	e					k	s	+
	G		k	e	e		s		+
,, peisonis (Grun.) Hust.	K						k	s	+
	G						s		+
Caloneis schumanniana var. biconstricta Grun.	K						e	k	+
	G			e					+
Diploneis domblittensis (Grun.) Cleve ..	K	e	e						+
	G						k		+
,, elliptica (Kütz.) Cleve	K	k	k				k	k	+
	G		k	k	k		k		+
,, elliptica var. ladogensis Cleve	K	k	k						
Navicula costulata Grun.	K	e	e						+
	G		e						
,, cryptocephala Kütz.	K	k	k			e	e	s	+
	G		k		k		e		+
,, cryptocephala var. veneta (Kütz.) Grun.	K					e	e	e	
	G		s				e		
Navicula dicephala (Ehr.) W. Sm.	K		k						+
	G		k				k		
,, gastrum Ehr.....	K		e				k	k	+
,, gracilis Ehr.....	K	s	k			k	s	s	+
	G		s	k			s		+
,, hungarica var. capitata (Ehr.) Cleve	K	e	e				k	k	
	G				e				+
Navicula reinhardtii Grun.	K	k	k						+
,, scutelloides W. Sm.	K		e				k		+
	G						k		
,, tuscula (Ehr.) Grun.	K	e	e				k	k	+
Amphora ovalis Kütz.....	K	k	k			k	k	k	+
	G		k				k		+
,, ovalis var. pediculus Kütz. ...	K	k	k			k	k	k	+
	G		k	k			k		+
,, veneta (Kütz.)	K	e	e						
Cymbella affinis Kütz.	K						k	k	+
	G		s		k		k		+
,, cymbiformis (Kütz.) Van Heurck	K	s	s			k	k	s	+
	G		s	s	s		k		+
Cymbella lanceolata (Ehr.) Van Heurck	K					k	k	k	+
	G		k	k	k		k		+
,, prostata (Berk.) Cleve.....	K	k	s				k	k	+
	G		s	s	k		k		+
Gomphonema intricatum var. vibrio (Ehr.) Cleve	K	k					k	k	+
	G		e	k			k		+
Gomphonema olivaceum (Lyngb.) Kütz.	K	t	s				k	k	+
	G		s	t	t		k		+
,, olivaceum var. calcarea Cleve	K	k	s				k		+
	G		s	s	t				+
Epithemia intermedia Fricke	K						k		
	G		e				k		
,, sorex Kütz.....	G		k				k		+
Rhopalodia gibba (Ehr.) O. Müll.	K						k		+
	G		e		k		s		+
Nitzschia sigmoidea (Ehr.) W. Sm. ...	K	e	k					k	+
	G		k				k		+

1. táblázat (folytatás)

1. Faj	2. Előfordulás: 3 helye	4. hónapja és gyakorisága: III	IV	V	VI	IX	X	XI	5. Detritusz-turzásban
Nitzschia tryblionella var. debilis	K	k	k				k		
(Arnolt) A. Mayer	G		k						
Cymatopleura elliptica (Bréb.) W .Sm.	K	e					k	k	+
	G		e				s		+
„ solea (Bréb.) W. Sm.	K	e	e						+
	G				e		e		+
Surirella turgida W. Sm.	K	e	e					k	+
	G		e				k		+

Jelmagyarázat: G = Gödrös, K = Kis-öböl, e = előfordul, k = kevés számban található, s = sok, t = tömeges.

Keronopsis litoralis, Tachysoma furcata, Histrio macrostoma) és 3 pedig csak a Gödrösben *(Paramecium bursaria, Opistotricha similis, Stylonychia muscorum)* fordult elő. A kis fajszám mellett az egyedszám és gyakoriság is igen alacsony értékű volt, amint az a *2. táblázat*ból kitűnik. Bár ugyanazokról a fajokról van szó, melyek a detrítusz-turzásokban is képviselve voltak, mégis csak egy-két mintában fordultak elő és ott is igen alacsony egyedszámban. Csupán 4 fajnál *(Chilodonella cucullulus, C. uncinata, Glaucoma macrostoma, Colpidium acmpylum)* mutatkozott magas egyedszám, de ezek is csak egy, illetve két

2. táblázat

Ciliata

1. Faj	2. Gyűjtőhely	3. Előfordulás hónapja, egyedszám/ml	4. Táplálék
Lionotus lamella Schew.	K	III (1), IX (2), X (4)	B, A
	G	X (8)	
Chilodonella cucullulus O. F. Müll.	K	X (80)	D
	G	X (50)	
Chilodonella bavariensis Kahl	K	III (4)	D
Chilodonella uncinata Ehrb.	K	III (12), VIII (15)	A, B
	G	X (8)	
Paramecium bursaria Focke	G	X (1)	B
Paramecium trichium Stok.	K	III (1)	B, A
	G	IV (2), V (2)	
Frontonia acuminata Ehrb.	K	IX (7)	D
Glaucoma macrostoma Schew.	K	III (12), IV (10)	B
	G	IV (10), V (7)	
Colpidium campylum Bressl.	K	IV (14), X (10)	B
	G	IV (10), V (7)	
Saprophilus ovatus Kahl	K	VIII (15)	B
Keronopsis litoralis Gell.	K	III (5)	A
Oxytricha fallax Stein.	K	IX (2)	D
	G	X (2)	
Tachysoma furcata Kahl	K	III (8), IV (8), X (1)	A
Opistotricha similis Eng.	G	IV (2),	D
Histrio macrostoma Gell.	K	IV (3)	D
Stylonychia muscorum Kahl	G	IV (6)	D

Jelmagyarázat: K = Kis-öböl, G = Gödrös, A = alga, B = baktérium, D = kovaalga

mintában voltak jelen. A környezeti tényezők tehát nem kedvezőek a csillósok részére.

Táplálkozás szempontjából a 16 csillós faj a következőképpen oszlott meg : a Kis-öbölben 5 faj kovamoszatot, 3 baktériumot, 2 algát, 3 pedig algát és baktériumot fogyasztott ; a Gödrösben 4 faj táplálkozott kovamoszattal, 3 baktériummal és 3 pedig algával és baktériummal. Egyedszám szempontjából a baktériumfalók domináltak *(Glaucoma macrostoma, Colpidium campylum, Saprophilus ovatus)*. Kivételt képezett a *Chilodonella cucullulus*, mely 50—80/ml-es egyedszámban fordult elő, de csupán egyetlen mintában.

A bakteriológiai vizsgálatot ezúttal is nélkülöznünk kellett, így csak a kovamoszat-fogyasztókkal kívánunk kissé foglalkozni. A két gyűjtőhelyen összesen 6 csillós faj képviselte ezt a táplálkozási csoportot. A detrítusz-turzásokban levőkkel szemben mind a táplálékul felvett kovamoszat fajok száma, mind az egyedszám tekintetében lényeges csökkenés mutatkozott. Míg a turzásbelieknél a felfalt kovamoszat fajok száma 1—27 között mozgott, addig a bevonatban élőknél 1—12-re csökkent. Ugyanúgy csökkent az elfogyasztott egyedszám is. Az egy-egy csillós által elfogyasztott maximális kovamoszat egyedszám 15 volt, míg a turzásbeliek ennek több mint kétszeresét fogyasztották el. Az egy csillósból feljegyzett kovamoszat faj- és egyedszám a következőképpen oszlott meg : *Oxytricha fallax* 9 faj/10—15 egyed, *Histrio macrostoma* 4/4—5, *Chilodonella cucullulus* 4/7—8, *Frontonia acuminata* 2/3—5, *Stylonychia muscorum* 1/15, *Opistotricha similis* 1/3. A *Stylonychia muscorum* és *Opistotricha similis* fajok csupán a *Diatoma elongatum* var. *tenuis*-t fogyasztották.

A detrítusz-turzásokból feljegyzett csillósok faj- és egyedszámát, valamint az általuk elfogyasztott kovamoszatok faj- és egyedszámát összevetve ezen másik biotópból ismertetett adatokkal, lényeges számbeli összeszűkülést látunk. Ennek okát a következőkben látjuk. A parti kövek kovamoszat bevonata egy kocsonyás réteget képez, amibe a csillósok nem tudnak kellőképpen befurakodni és ugyanakkor — eróziós partról lévén szó — az állandó intenzív hullámverés folyamatosan kimossa a csillósokat, melyek így nem találnak kellő búvó, illetve tartózkodási helyet. A kovamoszatok által kiválasztott kocsonyás burok egyben azt is eredményezi, hogy a csillósok nem képesek korlátlanul felfalni őket.

Összefoglalás

A detrítusz-turzások vizsgálatával egyidőben a part védelmére felhalmozott kövek barnás bevonatából is gyűjtöttünk mintákat a Tihanyi-félsziget keleti részén. Két — a detrítusz-turzás gyűjtőhelyektől nem nagy távolságra levő — hasonló partszakaszt választottunk ki vizsgálatainkra. Az egyik a Kis-öbölben a Biológiai Kutatóintézet csónak csúszdája és a közeli kövek, a másik pedig a gödrösi 1.8-as számmal jelzett kilométerkőnél levő partszakasz (Gellért—Tamás 1958, *1. ábra)*. A parti kövek bevonatának vizsgálata a detrítusz-turzások anyagának feldolgozásánál használt módszerekkel történt (220. o.).

Bár márciustól novemberig végeztünk terepmegfigyeléseket és laboratóriumi vizsgálatokat, ezekből a feljegyzésekből azonban ebben a munkában csupán a tavaszi és őszi bevonat kovamoszatait és csillósait célszerű kiértékelni minőségi és mennyiségi, ökológiai és táplálkozási szempontokból. A tavaszi hónapok egyenletes vízállása következtében a parti köveken kialakult egy barnás kovamoszat öv, mely később világos barnává változott. A víz júniusi

fokozott apadásával ez az öv szárazra került és a Cladophora fonalak kerültek a vízszinthez közelebb. Ez a fonalas moszat epifita kovamoszataival és a fonalak között védelmet találó állatvilágával nagyon eltér a kövek bevonatától, ezért közvetlen összehasonlításra nem alkalmas. Az augusztus közepéig tartó apadás után mintegy 60—65 cm között ingadozott a vízszint októberig. Az októberi újabb apadás lehetett az egyik oka annak, hogy — a kedvező hő- és fényviszonyok ellenére — jelentősebb kovamoszat bevonat ekkor már nem alakulhatott ki.

A tavaszi hónapokban kifejlődött barnás bevonatban a *Diatoma elongatum* var. *tenuis (1. kép)* és *Gomphonema olivaceum* élt tömegesen. Gyakori volt még a *Diatoma vulgare* néhány változata és *Cymbella*-k. A felsoroltak részben kocsonyás anyagot termelnek, részben pedig kocsonyanyelekkel rögzülnek az alzatra. A kocsonyanyeleken felhalmozódott $CaCO_3$ következtében a bevonat színe világosbarnává változott (csaknem sárga). A tömegesen előforduló kovamoszatokkal szemben egyesek csupán egyik vagy másik gyűjtőhely egy-egy mintájából kerültek elő (242. o.). A Kis-öböl és a Gödrös tavaszi és őszi mintáiból 81 kovamoszat faj és 16 változat jelenlétét jegyeztük fel. A nyíltvízből bekerült 6 pelágikus fajt kivéve, valamennyi bentikus volt. A kovamoszatvegetáció 49 tagja kozmopolita (Gellért—Tamás 1958, *1. táblázat)*. A detrítusz-turzások mintáihoz képest a kövek bevonatában lényegesen kevesebb oligohalób (27), indifferens (9) és halofil (3) faj szerepelt. A Balaton pH értékének megfelelően 41 alkalofil, 14 alkalobiont, 4 indifferens és 1 acidofil faj volt képviselve. A β-mezoszaprób kovamoszatok magas (30-on felül) faj- és egyedszáma a környezet β-mezoszaprób jellegére utal. A 97 közül 50 mozgó és 47 a nem mozgók száma. Bár fajszám tekintetében a mozgók voltak többségben, ha azonban a népességüket vesszük figyelembe, akkor a nem mozgók fordultak elő nagyobb tömegben. Méreteiket tekintve a nem mozgók 30—60 μ, a mozgók pedig 10—60 μ között voltak képviselve. A hullámveréses parti öv kovamoszat társulásából a csillósok mindössze 5 mozgó és 7 nem mozgó fajt fogyasztottak.

A parti kövek bevonatában a csillósok igen alacsony faj- és egyedszámban voltak képviselve, bár a gyűjtőhelyek a detrítusz-turzások közelében voltak. A két gyűjtőhelyről összesen 16 csillós faj került elő. A Kis-öbölből 13, a Gödrösből 10 fajt jegyeztünk fel, 6 faj csupán a Kis-öbölből (246. o.), 3 pedig csak a Gödrös mintáiból került elő. A fajszám mellett az egyedszám és gyakoriság is igen alacsony értékű volt *(2. táblázat)*. Bár ugyanazokról a fajokról van szó, melyek a detrítusz-turzásokban is szerepeltek, mégis csak egy-két mintában igen alacsony egyedszámban fordultak elő. Magas egyedszám mutatkozott 4 fajnál, de ezek is csak egy, illetve két mintában voltak jelen. A környezeti tényezők a csillósok részére nem voltak kedvezőek ebben a biotópban.

Táplálkozás szempontjából a 16 faj úgy oszlott meg, hogy a Kis-öbölben 5 faj kovamoszatot, 3 baktériumot, 2 algát és 3 pedig algát és baktériumot fogyasztott, míg a Gödrösben 4 kovamoszattal, 3 baktériummal és 3 algával és baktériummal táplálkozott. Egyedszám szempontjából a baktériumfalók domináltak.

A két gyűjtőhelyen 6 csillós faj táplálkozott kovamoszattal. A detrítuszturzásokban levőkkel szemben úgy a táplálékul felvett kovamoszat fajok száma, mint az egyedszám tekintetében lényeges csökkenés mutatkozott (247. o.). Ennek oka a parti kövek kovamoszat bevonatának kocsonyás állapotában keresendő. A csillósok egyrészt nem tudtak befurakodni, másrészt

az állandó intenzív hullámverés folyamatosan kimosta őket. A kocsonyás bevonat azt is eredményezte, hogy a csillósok nem tudtak a kovamoszatokból sokat elfogyasztani.

IRODALOM

ENTZ B. (1953): Horizontális kémiai vízvizsgálatok 1950 és 1952 nyarán a Balaton különböző biotópjaiban és néhány beömlő patak torkolatánál. — *Annal. Biol. Tihany* **21,** 29—48.

ENTZ G.—SEBESTYÉN O. (1942): A Balaton élete. — Term. Tud. Társulat ; könyvkiadó vállalat, *Budapest* VIII + 366.

ENTZ, G. und SEBESTYÉN, O. (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **16,** 179—411.

FELFÖLDY, L. (1958): Contribution to the ecology and biological productivity of the diatom mass-vegetation on the stony shores of Lake Balaton. — Adatok a Balaton-part kövein élő kovamoszat tömegvegetáció környezettani viszonyaihoz és biológiai produkciójához. — *Annal. Biol. Tihany* **25,** 331—342.

GELLÉRT J.—TAMÁS G. (1958): Detrítusz-turzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Tihanyi-félsziget keleti partján. — *Annal. Biol. Tihany* **25,** 217—240.

KAHL, A. (1930, 1935): Urtiere oder Protozoa. I.: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). In : *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile.* Jena. Gustav Fischer Verlag, 1—886.

KANN, E. (1941): Ökologische Untersuchungen an Litoralalgen ostholsteinischer Seen. — *Arch. f. Hydrobiol.* **37,** 177—269.

KOLBE, R. W. (1932): Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. — *Ergebnisse der Biologie.* **8,**

LAUTERBORN, R. (1922): Die Kalksinterbildungen an den unterseeischen Felswänden des Bodensees und ihre Biologie. — *Mitt. Bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz in Freiburg.* **1,** H. 8.

LIEBMANN, H. (1951): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, **1,** 1—539.

v. OYE, P. (1938): Over kalkformaties. — *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift XX*, Congressnummer blz. 199—202.

QUINT J. (1906): Pótló adatok a Római-fürdő Bacillaria-flórájához. — *Növénytani Közlemények,* **5,** 74—86.

SEBESTYÉN O.—ENTZ B.—FELFÖLDY L. (1951): Alacsony vízállással kapcsolatos biológiai jelenségek a Balatonon 1949 őszén. — *MTA Biol. Kut. Int. Évkönyve* **20,** 127—160.

TAMÁS G. (1957): Az Aszófői Séd kovamoszatai. — *Annal. Biol. Tihany* **24,** 133—154.

ÜBER DIATOMEEN UND CILIATEN AUS DEM AUFWUCHS DER UFERSTEINE AM OSTUFER DER HALBINSEL TIHANY

Gizella Tamás und *József Gellért*

Zusammenfassung

Bei den Untersuchungen der Detritus-Drifte wurde am Ostufer der Halbinsel Tihany auch bräunlicher Aufwuchs von den Ufersteinen gesammelt. Die zwei überaus ähnlichen Sammelstellen befinden sich unweit der Detritus-Drifte. Es handelt sich um die Gleitbahn für die Boote des Biologischen Instituts und die in der Nähe befindlichen Steine in der Kisöböl-Bucht sowie um den Uferabschnitt bei dem Kilometerstein 1,8 vor dem sogenannten Gödrös-Uferabschnitt (GELLÉRT—TAMÁS 1958, Abb. 1). Der Aufwuchs der Ufersteine wurde mit den gleichen Methoden wie die Detritus-Drifte untersucht (Seite 220.).

Obwohl die Freilandbeobachtungen und die Untersuchungen im Laboratorium von März bis September ununterbrochen weitergeführt wurden, scheint die Auswertung der für Ciliaten und Diatomeen gewonnenen Daten nach qualitativen, quantitativen, ökologischen und ernährungsbiologischen Gesichtspunkten nur zweckmässig zu sein, soweit sie sich auf den Frühling und den Herbst erstrecken. Im Frühjahr war der Wasserstand nahezu unverändert. Daher entfaltete sich an den Ufersteinen ein bräunlicher Diatomeen-Gürtel, dessen Farbe später in hellbraun umschlug. Durch das allmähliche Fallen des Wasserstandes im Laufe des Sommers wurde dieser Gürtel trockengelegt, und die Cladophorenfäden kamen näher an die Wasseroberfläche. Diese Cönose (Faden-

algen mit ihren epiphytischen Diatomeen und mit der zwischen den Fäden Schutz findenden Tierwelt) unterscheidet sich stark von dem Aufwuchs der Steine und wird deshalb hier nicht besprochen. Nach dem bis Mitte August andauernden Fallen des Wasserstandes schwankte der Wasserspiegel bis Oktober zwischen 60 und 65 cm. Es wird angenommen, dass das erneute Fallen des Wasserniveaus in Oktober — trotz der sehr günstigen Temperatur- und Lichtverhältnisse — eine bedeutendere Entfaltung des Diatomeen-Aufwuchses verhindert hat.

In dem bräunlichen Frühjahrsaufwuchs leben *Diatoma elongatum* var. *tenuis (Abb. 1)* und *Gomphonema olivaceum* massenhaft. Oft kamen auch Varietäten von *Diatoma vulgare* und *Cymbella*-Arten vor. Diese Arten bilden teilweise gallertartige Stoffe, andere heften sich mit Gallertstielen an das Substrat an. Durch das sich an den Gallertstielen ansammelnde $CaCO_3$ änderte sich die Farbe des Aufwuchses in hellbraun bzw. beinahe gelb. Im Gegensatz zu den massenhaft vorkommenden Diatomeen traten einige Arten nur in je einer Probe von beiden Fundorten auf (Seite 242.). In den Herbst- und Frühlingsproben der Kisöböl-Bucht und des Gödrös-Abschnittes wurden 81 Arten und 16 Varietäten von Diatomeen festgestellt. Mit Ausnahme der 6 pelagischen Arten aus dem offenen Wasser waren alle Arten benthisch. 49 Formen der Diatomeenvegetation waren Kosmopoliten (Gellért—Tamás 1958, Tab. 1). Im Vergleich zu den Proben der Detritus-Drifte leben in dem Aufwuchs der Steine wesentlich weniger oligohalobe (27), indifferente (9) und halophile Arten (3). Dem pH-Wert des Balaton-Sees entsprechend waren 41 alkalophile, 14 alkalobionte und 4 indifferente Arten vertreten. Die grosse Arten- und Individuenzahl der β-mesosaproben Diatomeen (über 30) weist auf den β-mesosaproben Charakter der Umgebung. Von den 97 Arten waren 50 sich bewegende (vagile) und 47 sich nicht bewegende (sessile) Formen. Obwohl bezüglich der Artenzahl die vagilen überwogen, waren die sessilen Arten infolge ihrer höheren Populationsdichte in grösserer Menge vorhanden. Die 47 sessilen Arten waren 30 bis 60 μ gross, die 50 vagilen Arten 10 bis 60 μ. Von der Diatomeen-Cönose des Erosionsufers haben die Ciliaten nur 5 vagile und 7 sessile Arten als Nahrung aufgenommen.

In dem Aufwuchs der Ufersteine waren die Ciliaten nur in sehr geringer Arten- und Individuenzahl vertreten, obwohl sich die Sammelstellen in der Nähe der Detritus-Drifte befanden. An den beiden Sammelstellen wurden insgesamt 16 Ciliatenarten nachgewiesen, 13 in der Kisöböl-Bucht, 10 im Gödrös-Abschnitt. 6 Arten kamen nur in der Kisöböl-Bucht (Seite 246.), 3 nur im Gödrös-Abschnitt vor. Neben der Artenzahl wies die Individuenzahl einen sehr niedrigen Wert auf *(Tab. 2)*.

Obwohl es sich um dieselben Arten wie in den Detritus-Driften handelt, traten sie hier nur in einigen Proben und nur in sehr geringer Individuenzahl auf. Bei 4 Arten zeigte sich eine hohe Individuenzahl, doch waren diese auch nur in einer bzw. in zwei Proben vorhanden. Die Umweltbedingungen waren für die Ciliaten in diesem Biotop nicht vorteilhaft.

Als Nahrung haben von den 16 Ciliatenarten in der Kisöböl-Bucht 5 Arten Diatomeen, 3 Bakterien, 2 Algen und Bakterien verzehrt. Im Gödrös-Abschnitt waren 4 Arten Diatomeen-, 3 Bakterien- und 3 Algen- und Bakterienfresser. Die Bakterienfresser dominierten nach der Individuenzahl.

An den beiden Sammelstellen haben sich 6 Ciliatenarten mit Diatomeen ernährt. Im Gegensatz zu den sich in der Detritus-Drift befindenen Diatomeen ist hier eine bedeutende Abnahme der Artenzahl bzw. der Individuenzahl der als Nahrung dienenden Formen zu beobachten (Seite 247.). Grund dieser Erscheinung ist wahrscheinlich der Gallertgehalt des Aufwuchses auf den Ufersteinen. Einerseits konnten die Ciliaten in diesem gallertigen Bewuchs nicht eindringen, andererseits wurden sie vom ständigen, intensiven Wellenschlag ununterbrochen ausgewaschen. Infolgedessen Konnten die Diatomeen von den Ciliaten nicht in Massen verschlungen werden.

Tab. 1. Bacillariophyta

1. — Art ; **2.** — Häufigkeit ; **3.** — Ort des Vorkommens ; K — Kisöböl-Bucht ; G — Gödrös-Abschnitt ; **4.** — Datum des Vorkommens (II—VI., IX—XI.) und Häufigkeit (e — vereinzelt, k — in wenigen Exemplaren, s — viel, t — massenhaft); **5.** Notiert auch von den Detritus-Driften des Ostufers der Halbinsel Tihany (Gellért—Tamás 1958)

Tab. 2. Ciliaten.

1. — Art ; **2.** — Sammelstelle (K — Kisöböl-Bucht, G — Gödrös-Abschnitt); **3.** — Datum (II—V., VII—X.), Individuenzahl/ml; **4.** — Nahrung (A — Algen, B — Bakterien, D — Kieselalgen)

A TIHANYI BIOLÓGIAI KUTATÓINTÉZET PARKJÁBAN 1933-BAN ÉSZLELT *EUGLENA*-VÍZVIRÁGZÁS METEOROBIOLÓGIAI ELEMZÉSE

KISS ISTVÁN

Érkezett: 1958 jan. 2.

A szegedi Tudományegyetem Barátainak Egyesülete kiadásában jelent meg az Acta Biologica c. folyóirat, amelynek 1936. évfolyamában látott napvilágot SZABADOS M. „Euglena vizsgálatok" c. dolgozata. Szerző e munkában az *Euglena* fajok általa észlelt vízvirágzásairól egy külön fejezetben számol be. Összesen hat *Euglena*-vízvirágzás lefolyását ismerteti. Az első öt tömeges felszaporodás Szeged környékéről, a hatodik pedig Tihanyból való. Munkája 80. oldalán e vízvirágzásról SZABADOS arról tudósít, hogy a tihanyi Magyar Biológiai Kutatóintézet kertjében levő „teknősbéka" betonmedencében 1933. augusztus 16-, 17- és 18-án az *Euglena viridis* vízvirágzást hozott létre és zöldre festette a vizet. Mivel ez a közlés a vízvirágzás kialakulásának időpontját is gondosan megjelöli, alkalmasnak mutatkozik utólagos meteorobiológiai kielemzésre. A közlés abból a szempontból is értékes, hogy a legközönségesebb vízvirágzásalkotó szervezetre vonatkozik, amely az általam vizsgált vízvirágzásoknak kb. a felét alkotta. Ez esetben a sekély, eléggé szennyezett és napfénynek is kitett víz egészen más körülményeket rejthetett magában, mint a nagyobb vizek, a halastavak, vagy mint pl. a Balaton.

Ennek az adatnak az utólagos meteorobiológiai kielemzése ugyancsak alkalmas az időjárásra vonatkozó eddigi vizsgálataim tárgyilagos „ellenőrzésére", mivel már régen napvilágot látott, s így nem lehet elfogult sem irányomban, sem ellenem.

SZABADOS közlésében az a leglényegesebb, hogy az *Euglena viridis* vizet színező tömeges felszaporodása 1933. augusztus 16-án volt először észlelhető. Az elemzésben tehát az ez időpont körüli napok időjárási állapotait kell a 16-i atmoszférikus állapottal összehasonlítani. A légköri állapotok jellemzésére elsősorban a szinoptikus meteorológia fogalmai és módszerei alkalmasak, mert ezek az időjárást irányító nagy légköri mechanizmusokat egyidejűleg nagy területeken tárják fel, s ezzel mintegy az időjárás „röntgenképét" adják.

Az Orsz. Meteorológiai Intézet Központi Időjelző Osztályán végzett front- és légtömegelemzés adatai szerint *ez a tömeges felszaporodás is jellegzetes praefrontális időjárási helyzethez kapcsolódott.* A biológiai és meteorológiai

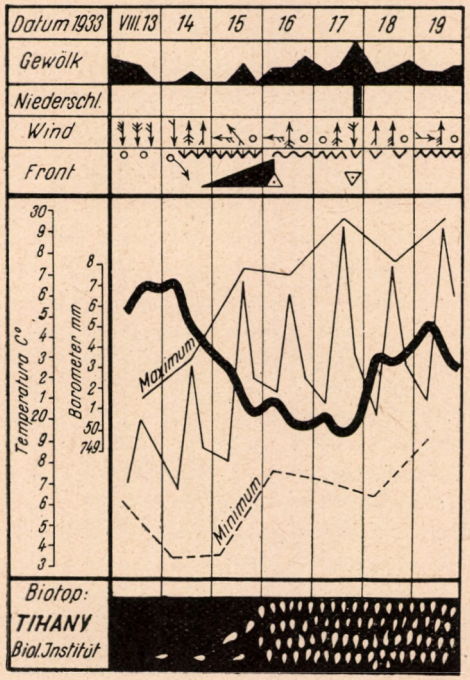
történéseket a mellékelt *ábra* foglalja össze. A hőmérséklet, légnyomás, szél, felhőzet és a csapadék adatait a tihanyi megfigyelések alapján közlöm. A csúcsukkal lefelé álló háromszögek a hideg- vagy betörési-frontokat, a közepükön levő pont a front helyi átvonulásának idejét, az alapon nyugvó háromszögek pedig a meleg- vagy felsikló frontokat jelzik. A felsikló front előtti sötét lejtős idom a praefrontális időszakot jelképezi. Az elemzés szerint 1933. augusztus 13-án Tihany körzetében posztfrontális jellegű időjárási helyzet uralkodott tengeri sarkvidéki eredetű (mAM) levegővel. Augusztus 14-én az Északi tenger felett a még előző nap folyamán kialakult anticiklon kelet felé tolódott, majd északkelet felé haladt. Ennek következményeként hazánkban a szél először északias, majd — főleg a Dunántúlon — délkeletire fordult. Tihanyban a délelőtt folyamán egy lesiklófelület alakult ki, amelynek nyomában szárazföldi légtömeg (cM) áramlott be.

Augusztus 15-én az időjárási helyzet egész Magyarországon teljesen átalakult. Az északkeleti anticiklon dél felé tolódott, s a Szovjetunió ukrajnai és moldvai területei felett épült fel. Nyugat-Európában viszont az izlandi ciklon frontjainak teknője kimélyült, s így Magyarország területe déli, délnyugati irányú légáramlásba jutott. Ez az áramlás az Adriáról meleg levegőt szállított hozzánk. Tihanyban a napsütés hatására a szárazföldi (cM) levegő erősen felmelegedett. Augusztus 16-án délnyugat felől meleg szubtrópusi légtömegek érkeztek Magyarország területére. Tihany felett a hajnali órákban vonult át egy gyengén fejlett felsikló (meleg-) front, amely csapadékot nem eredményezett. E felsikló front nyomában a szubtrópusi légtömeg uralkodóvá vált. Ebben a *határozottan praefrontális időjárási helyzetben indult meg* a Szabados által észlelt *Euglena-vízvirágzás kialakulása*. Aug. 17-én Tihanyban, kb. 21 óra tájban, egy mérsékelt fejlettségű betörési front vonult keresztül. Ennek nyomában az északias irányú szél megélénkült és kevés csapadék is esett. Aug. 18-án tovább folytatódott a posztfrontális légköri állapot Tihanyban is. Ozorai valószínűnek tartja, hogy egy-két gyenge betörési front még következhetett, de ezeket részletesebb helyi észlelések hiányában teljes bizonyossággal nem lehet megállapítani. Mindenesetre a 18-i tengeri hideg (mKM) levegőt mérsékelt meleg tengeri (mWM) levegő váltotta fel. Megjegyzendő, hogy a 19-én Tihanyban észlelt délies irányú szél csupán helyi hatások következtében alakult ki, mert az általános légáramlás országosan nyugati vagy északnyugati irányú volt.

E vízvirágzást nem én írtam le, az adatok tehát kétségbevonhatatlanul „elfogulatlanok", objektívek, s *ebben az esetben is ugyanolyan légköri történések közepette ment végbe a mikroszervezetek tömeges felszaporodása, mint azt 1930 óta folyó megfigyeléseim és vizsgálataim során igen sok esetben kimutattam.* Már 1942-ben közöltem (Kiss, 1942), hogy a vizsgálataim kiindulásául szolgáló meteorológiai néphagyomány szerint a kis állóvizek megzöldülésére vagy megpirosodására rövidesen, 1—2 nap múlva eső, vagy esőre hajló idő következik. A néphagyománynak ez a „jóslata" ez esetben is beteljesedett : az aug. 16-án kezdődő vízvirágzást másnapra csapadékesés követte. Csaknem ugyanilyen időjárási helyzetben alakult ki Pusztaföldvár határában az a két *Euglena viridis* tömegvegetáció is, amelyek 1930. augusztus 3-án reggel szinte „egycsapásra" kezdtek kifejlődni, s amelyekre, mint az akkor elsőízben hallott meteorológiai néphagyomány „jósolta", másnapra ugyancsak eső következett.

A meteorológiai „regulát" először magam is megmosolyogtam, hiszen a ragyogó kék égen egyetlen felhőfoszlányt sem lehetett észlelni. A „jóslat" esője ennek ellenére másnapra mégis bekövetkezett. Ez döbbenetesen hatott rám, s talán ez az élmény késztetett elsősorban a mikroorganizmusok, illetve az élőszervezetek „időérzékenységi" jelenségeinek behatóbb tanulmányozására.

Ez alkalommal nem foglalkozhatunk az „időérzékenység" jelenségének az egész élővilágra vonatkozó elemzésével, s az időjárási hatótényezőre



Ábra. A vizsgált időszak meteorológiai viszonyai.
Fig. Die meteorologicsche Lage in der untersuchten Zeit.

vonatkozó felfogásokat sem ismertethetjük. Azt azonban meg kell említenünk, hogy a jól megfigyelhető és mérhető időjárási elemek, mint a hőmérséklet, a légnyomás, a viszonylagos páratartalom, a felhőzet, szél stb. nem lehetnek közvetlen időjárási okai az élőszervezeteken észlelhető „időjelző" jelenségeknek. Az említett meteorológiai elemek közvetlen szerepe a tihanyi *Euglena*-vízvirágzás kialakulásában sem tételezhető fel. Kétségtelenül tetszetősnek mutatkoznék az a magyarázat, hogy a hirtelen felmelegedés és a fényözön a döntő időjárási ok. Ha azonban a mellékelt grafikont megvizsgáljuk, úgy kitűnik, hogy a felmelegedés már korábban, augusztus 13-tól megkezdődött, s 16-ra — a vízvirágzás megindulásának időpontjában — emelkedése kissé visszaesett. A fokozódó fényözön sem tehető egyszerűen felelőssé, mert 14-én és 15-én csaknem derült volt az időjárás, viszont 16-án napokig tartó jelentősebb borulás következett. Azt már több esetben észleltem, hogy a meleg- és

fénykedvelőnek ismert *Euglena*-félék a jég alatti víztérből felvándorolva és felszaporodva is képesek tömegprodukciót létrehozni, ha az időjárási helyzet praefrontális jellegű (Kiss, 1951). A szervezeteknek a víztérből a felszínre való szüremkedése pedig nemcsak napfényes időben, hanem korareggel, illetve éjszaka is bekövetkezhet. Így a fototaktikus ingerhatással próbálkozó magyarázat sem teljesen kielégítő.

A vízben felhalmozódó szennyező anyagoknak, részben mint tápanyagoknak, részben mint serkentőknek, alapvető szerepük van. Az időjárás részéről pedig maga a „nagy-térben" kialakuló szinoptikus helyzet lehet döntő szerepű. *A frontokkal és a különböző légtömegekkel determinálható szinoptikus meteorológiai helyzetek végeredményben azoknak a hatalmas atmoszférikus mechanizmusoknak a kifejezői, amelyek földfelszíni időjárásunkat irányítják.* A levegőtenger aljának változásait, a mi időjárásunkat, a magaslégköri változások szabályozzák, amelyek viszont a *Nap-tevékenységtől* függnek elsősorban.

Végeredményben tehát bizonyos kozmikus hatások szerepelnek, amelyek bizonyos légköri mechanizmusok idején, mint valami kitárt ablakon keresztül surranhatnak be a troposzférába, illetve Földünk felszínére. A frontoknak és a légtömegeknek vannak közvetlen hatásaik, a döntők azonban a Napból eredő energiahatások lehetnek. A különböző időjárási helyzetekben mérhető sugárzásbeli változások főként arra vezethetők vissza, hogy a ciklonokban szereplő különböző légtömegek a napsugárzást és a világűrből érkező egyéb energiahatásokat eltérő mértékben szűrik meg. Így válik csak érthetővé, hogy a ciklon közeledésekor, praefrontális időjárási helyzetben, más biológiai jelenségek mutatkozhatnak, mint a ciklon elvonulta után. Ilyen irányban, a baktériumok és a gombák életfolyamataira vonatkozóan, (Bortels, 1951, 1955) végzett igen figyelemre méltó vizsgálatokat Az a véleményem, hogy az „időérzékenység" hatótényezőjének problémája a szinoptikus meteorológiai elemzéssel még nincs megoldva, sőt, a kutatásoknak ez csupán csak az első lépését jelentheti. A most adott meteorobiológiai elemzéssel tehát csak behatároltuk azt az időjárási helyzetet, amelyben a konkrét atmoszférikus ágenst, valamilyen sugárzásféleséget, keresnünk kell.

A tihanyi *Euglena*-vízvirágzás utólagos meteorobiológiai elemzése nemcsak saját megállapításaim „ellenőrzésére" alkalmas, hanem azt is bizonyítja, hogy a vizsgálataim kiindulásaként szolgáló meteorológiai néphagyomány komoly természettudományos alappal rendelkezik. E ma már megmosolygott, „primitív" szellemi terméket az egykori pásztornépek és a régi földművelők talán több évezred tapasztalatai során szűrték le. Nem léphet ugyan nyomába a szinoptikus meteorológia által adott időjárási prognózisoknak, évszázakkal vagy évezrekkel ezelőtt azonban nagyon komoly gyakorlati „vonatkozásai" lehettek. A pusztai itatóknál található szennyezett vizű kis tócsák színeződéséből még a teljesen felhőtlen, verőfényes ég alatt is következtetni tudtak arra, hogy a nagy területeken szétszóródott nyájat vagy a száradó szénát zivatar vagy esőzés fenyegeti.

E hidrobiológiai vonatkozásúnak is mondható időjárási néphagyománynyal néprajzi gyűjtésekben még nem találkoztam. Megérdemli azonban, hogy felemeljük az idők és a feledés porából, mert mély és igaz tartalmú, hiszen a régiek jószágot és termést féltő aggódásából, valóban nehéz életformájából született . . .

Összefoglalás

Szerző meteorobiológiailag elemzi azt az *Euglena*-vízvirágzást, amelynek kialakulását Szabados 1933-ban figyelte meg a tihanyi Biológiai Kutató Intézet parkjának egy betonmedencéjében. Ez a vízvirágzás is praefrontális helyzethez kapcsolódott, amelyre másnap eső következett. Tehát ez az eset is igazolja szerző korábbi megállapítását, illetve azt, hogy a kutatásai kiindulásául szolgáló meteorológiai néphagyomány komoly természettudományos alappal rendelkezik.

IRODALOM

Bortels, H. (1951): Beziehungen zwischen Witterungsablauf, physikalisch-chemischen Reaktionen, biologischem Geschehen und Sonnenaktivität. *Die Naturwissenschaften*, **38**, 165—176.

Bortels, H. (1955): Mikrobiologie und Witterungsablauf. *Zentralblatt f. Bakteriol.* **155**, 160—170.

Kiss I. (1942): Bioklimatológiai megfigyelések az Eudorina elegáns vízvirágzásában. *Acta Botanica (Szeged)*, **1**, 81—94.

Kiss I. (1951): Meteorobiológiai vizsgálatok a mikroszervezetek víz- és hóvirágzásában. *MTA Biol. és Agr. Tud. Oszt. Közl.*, **2**, 53—100.

Szabados M. (1936): Euglena vizsgálatok. *Acta Biologica (Szeged)* **4**, 49—59.

МЕТЕОРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦВЕТЕНИЯ ВОДЫ EUGLENA, НАБЛЮДЕННОГО В 1933 ГОДУ В ПАРКЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА С. ТИХАНЬ

Иштван Киши

Резюме

Автор анализирует с точки зрения метеоробиологии цветение воды Euglena, образование которого в 1933 году наблюдалось исследователем Сабадош в одном бетонном бассейне парка Биологического Исследовательского Института с. Тихань. И это цветение воды произошло в связи с предфронтальным положением, после которого на другой день шел дождь. Следовательно, этот случай также подтверждает прежнее установление автора, что метеорологическое народное предание — служащее исходной точкой его исследованиям — имеет серьезную научную основу.

METEOROBIOLOGISCHE ANALYSE DER IM PARK DES BIOLOGISCHEN FORSCHUNGSINSTITUTES (TIHANY) IM JAHRE 1933 BEOBACHTETEN *EUGLENA*-WASSERBLÜTE

István Kiss

Zusammenfassung

Der Autor analysiert unter meteorobiologischen Gesichtspunkten jene *Euglena*-Wasserblüte, deren Entfaltung in einem Betonbecken im Park des Biologischen Forschungsinstituts im Jahre 1933 Szabados beobachtet hatte. Diese Wasserblüte war an eine praefrontale Wetterlage gebunden, auf die am nächsten Tag Regen folgte. Dieser Fall bestätigt frühere Beobachtungen des Verfassers, nach denen die meteorologische Volkstradition, die dem Verfasser als Ausgangspunkt für seine Arbeit diente, richtig ist.

MENNYISÉGI PLANKTONTANULMÁNYOK A BALATONON

VII. Biomassza számítások nyíltvízi Oligotricha Ciliátákon

SEBESTYÉN OLGA

Érkezett: 1958. február 25.

A Balaton nyíltvizében élő Oligotricha Ciliáták előfordulását, mennyiségi viszonyokra is kiterjeszkedve, egy korábbi dolgozat tárgyalta (SEBESTYÉN 1953a). Öt fajra tértem ki behatóbban *(Strombidium sp., Strobilidium velox, Tintinnidium pusillum, Tintinnidium fluviatile* és *Tintinnidium sp.)*. Ez alkalommal a felsorolt fajok térfogatával és állományuk biomasszájának változásával foglalkozom, uo. értelemben, ahogyan azt a Dinoflagellatákon, Crustaceákon és a *Dreissena* veligera lárváján tettem (SEBESTYÉN 1954, 190.; 1955, 76.). A *Codonella craterara* ezúttal nem térek ki. Ez az érdekes forma ritkán kerül bele a kvantitatív feldolgozás céljából gyűjtött merített mintákba. Így még nincsen annyi adat, hogy népességsűrűségéről, annak az év folyamán történő változásáról képet alkothassunk. Néhány előfordulási adat feljegyzésén kívül egyelőre csupán biometriai célre alkalmas vázlatsorozatot készíthettem egy hidegvízi populáción belül. Utaltam arra is, hogy az előbb felsorolt fajokon kívül — különösen a hidegvíz idején — kisebb formák is előfordulnak. Ezeknek azonban sem rendszertani hovatartozásuk, sem mennyiségi viszonyaik nincsenek tisztázva.

A biomassza számításokat a népességsűrűségre *(e/l)* és térfogatra vonatkozó értékek alapján végzem. E csoportra is azokat az *e/l* adatokat használom fel kiindulásul, melyeket korábbi dolgozataim alaptáblázataiban közöltem (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951; SEBESTYÉN 1953). A térfogat megállapítása modellek (1000×-es nagyítás) közbeiktatásával történt.

A modellek alakításához szükséges tengelyek mérését (hossz-, haránt- és dorzoventrális tengely) formalinnal rögzített planktonmintából származó anyagon végeztem. Tömegrögzítés alkalmával legkevesebb változást szenved a *Strobilidium velox*, noha mindig szépen rögzülő nyílt perisztomja a test többi részéről gyakran leszakadt. E faj egész éven át előfordul, nagyságbeli különbséget a hideg- és melegvíz idején nem találtam. A *Strombidium sp.*-en a kissé összenyomott kúpos „lakás"-t mérhettem. Rögzítés alkalmával ugyanis az állat a pellikula e merev részéből kinyomul, perisztomja tönkremegy. Alakját a merített vízmintából egyenként kiszedett eleven, vagy szublimáttal rögzített egyedekről készült vázlatokon vizsgáltam. Így, a „lakás"-méretek középértékéhez igazodva, alakítottam ki a középméretnek megfelelő ideális alakot. E fajon a melegvízi és hidegvízi állományban feltűnő nagyságbeli

eltéréseket találtam : a két időszaknak megfelelő modell térfogatának aránya 1 : 6,77. A *2. táblázat*ban a hidegvíz időszakának rovatában a nagyobbik modellnek megfelelő értékek, a melegvíz időszakában pedig a kisebbiknek megfelelő értékek vannak bejegyezve. Az évi közép számításában — a tetemes nagyságbeli különbség miatt — célszerűnek láttam úgy eljárni, hogy a hidegvízi alak volúmenjét egyenlőnek vettem 6,77 melegvíziével.

A *Tintinnidium* fajokon, minthogy melegvízi formák, csak egy-egy modellre volt szükség. Itt részben a csőszerű lakás jelenléte, részben pedig e szervezeteknek rendkívüli érzékenysége miatt merültek fel nehézségek.

Rögzítés alkalmával ui. a plazmatest gömbszerű, hengeres vagy szabálytalan alakú tömeggé húzódik össze. A körvonal néha áttetszik a többékevésbé opak lakáson. A *Tintinnidium*okon is csupán a lakás tengelyeit mérhettem. A középértéknek megfelelő lakásvázlatba rajzoltam be az eleven állat körvonalát. A *Tintinnidium pusillum*on Jaczó I. rajzát követtem (1938, 13., 1. ábra), mely úgy ábrázolja az eleven állatot, hogy a perisztom éppen a lakás szájadékának magasságába esik. A plazmatest legnagyobb átmérője tehát értékben is közel áll a lakás harántátmérőjéhez. A *Tintinnidium fluviatile* modelljének alakításában Gajewskaja rajzát használtam fel (1933, VI. tábla 83. ábra), mely lakásából kinyújtózó példány képe. Ez azt jelenti, hogy az állat legnagyobb átmérője kisebb a lakás átmérőjénél, a hossztengely pedig a lakását kb. 9 μ-nal meghaladja.

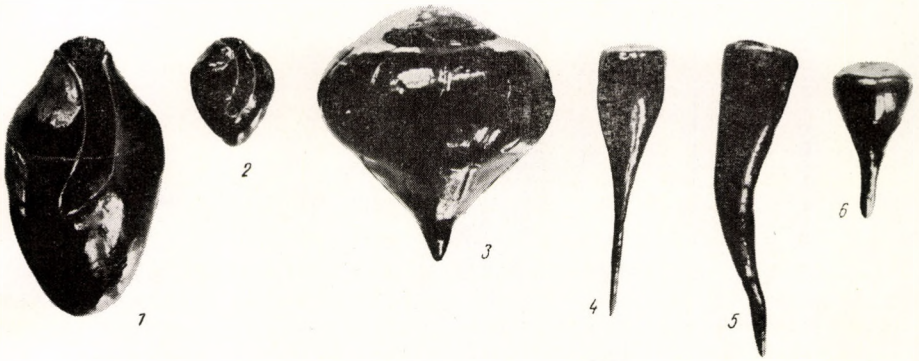
A fajilag még meg nem határozott *Tintinnidium*ot eddigelé ritkán figyeltem meg elevenen, nyitott perisztommal. A plazmatest körvonalairól vázlat nincsen, noha ez a forma legkevésbé érzékeny a rögzítéssel szemben (Sebestyén 1953a, 56.). Az állat körvonalainak a lakás körvonalához viszonyított helyzetét illetőleg csupán a feltett hasonlóságra alapított elképzelésre voltam utalva.

A *Tintinnidium* fajok modelljeit tehát a főtengelyen átmenő hosszmetszet körvonalai szerint alakítottam, az állat alakját forgástestként fogva fel. A lakások szájadéka ui. megközelítőleg köralakú, vagyis a dorzoventrális és laterális tengely mérete általában egyenlőnek vehető. A *Tintinnidium fluviatile* modelljét ezután — az elevent utánozva — aszimmetrikusan hajlítottam, bár ez a művelet a térfogat mértékét nem befolyásolja.

A lakásméretek középértékének és a plazmatest előbb említett sajátságainak tekintetbevételével készültek a modellek tengelyvázai, melyeket — mint más csoportokon végzett hasonló tanulmányok folyamán — mértékbeli irányadóul beépítettem a plasztilin tömegbe *(1—6. ábra; 1. tábla 1—6. ábra)*.

Az *1. táblázat* a különböző fajokon a tengelyre vonatkozó méreteket, azok számát, kilengését, statisztikai középértékét, az ezerszeresen nagyított modell tengelyméreteit, a modell és a szervezet térfogatát, valamint azon minták adatait tartalmazza, melyek anyagán a méréseket végeztem.

A *2. táblázat*ban két évtizedre terjedő hat évre vonatkozóan fajonként közlöm a biomassza hidegvízi és melegvízi átlagát, valamint az évi középértéket. Itt is megjegyzem, hogy az összehasonlíthatóság kedvéért célszerű a hideg- és melegvíz idejét valamennyi fajon egységesen venni (XII—IV, illetőleg V—XI). Ha melegvízi forma már áprilisban is előfordult, csupán a népességsűrűségi rovatot töltöttem ki, biomasszát nem számítottam. Az átlag *e/l* értéket mindig felfelé kerekítettem.



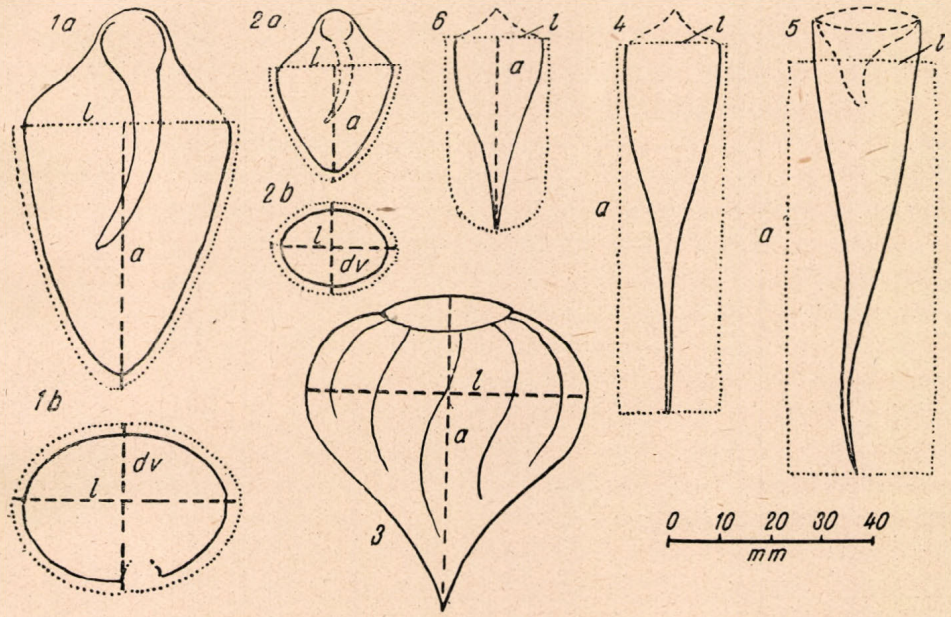
1. tábla, Oligotricha Ciliáták modelljei (Szabó Ernő felvételei) (vö. *1—6. ábra* 1 = *Strombidium sp.*, hidegvízi forma ; 2 = *Strombidium sp.*, melegvízi forma ; 3 = = *Strobilidium velox(?)*; 4 = *Tintinnidium pusillum;* 5 = *T. fluviatile;* 6 = *T. sp.* Mérték 2 : 3

Таблица 1. Модели Oligoricha Ciliates (см. текстовые рисунки 1—6). (Снимки E. Szabó.)

1 = Strombidium sp. холодноводная форма ; 2 = то же, тепловодная форма ; 3 = Strobilidium velox(?), 4 = Tintinnidium pusillum ; 5 = T. fluviatile ; 6 = Tintinnidium sp. Размер 2 : 3.

Plate 1. = Models of Oligotricha Ciliates (see Textfigures 1—6) (Photo E. Szabó) 1 = *Strombidium sp.*, cold water form ; 2 = the same, warm water form ; 3 = *Strobilidium velox* (?); 4 = *Tintinnidium pusillum;* 5 = *T. fluviatile;* 6 = *Tintinnidium sp.* Measurement 2 :3

A *2. táblázat e/l* rovataiban a felsorolt fajokon kívül "egyéb Oligotricha Ciliata" megnevezés is szerepel. Minthogy ez a csoport fajilag nem egységes, s az egyes formák rendszertani helyzete nincs tanulmányozva, méréseket nem végeztem, s így biomasszát sem számíthattam. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a *táblázat*ban az "összes Oligotricha Ciliata" csoport biomasszája



1—6. ábra. Nyíltvízi Oligotricha Ciliáták modelljének körvonala a balatoni állomány középméreteinek 1000×-es nagyításában (vö. *1. táblázat*)

1 = *Strombidium sp.* hidegvízi forma, *a* = szemből, *b* = a "lakás" peremén átmenő harántmetszet; 2 = Ua. nyári forma, *a* = szemből, *b* = a "lakás" peremén átmenő harántmetszet; 3 = *Strobilidium velox* (?); 4 = *Tintinnidium pusillum;* 5 = *Tintinnidium fluviatile;* 6 = *Tintinnidium sp.; a* = hossztengely; *dv* = hát-hasi tengely; *l* = oldalsó tengely

A lakás, illetőleg a csészeszerű merev pellikula körvonala pontozott vonallal van ábrázolva

Рисунки 1—6. Очертание моделей глубоководного Oligotricha Ciliates. Размеры совпадают со средним размером населения озера Балатон.

1 = Strombidium sp., холодноводная форма; a = спереди; *b* = поперечный срез у верхушки «lorica»; 2 = то же, тепловодная форма; a = спереди; b = поперечный срез у верхушки «lorica»; 3 = Strobilidium velox(?); 4 = Tintinnidium pusillum, 5 = Tintinnidium fluviatile; 6 = Tintinnidium sp.; a = продольная ось; dv = дорсивентральная ось; l = латеральная ось. Пунктирная линия означает очертание «lorica» или очертание жесткой части «pellicula».

Figs. 1—6. Outline of models of pelagic Oligotricha Ciliates. Measurements correspond to the mean size of the Balaton populations.

1 = *Strombidium sp.,* cold water form, a = frontal view; b = cross section at the top of the "lorica"; 2 = the same, warm water form, a = frontal view; b = cross section at the top of the "lorica"; 3 = *Strobilidium velox* (?); 4 = *Tintinnidium pusillum;* 5 = *Tintinnidium fluviatile;* 6 = *Tintinnidium sp.*; a = longitudinal axis; dv = dorsiventral axis; l = lateral axis. Dotted line means the outline of the "lorica" or the same of the rigid part of the pellicule

1. táb-

A vizsgált fajok

n = adatok száma; a = hossztengely; dv = hát-hasi tengely; l = oldalsó tengely; m = illetőleg a csészeszerű merev pellikulára vonatkozó érték (Strombidium sp.);

1 Faj		n			2 Tengelyméretek 3 szervezet μ			
					a		dv	
		a	dv	l	amplitudo	k	amplitudo	k
Strombidium Clap. u. L. sp.	h	49	6	45	L 30—80	L 53,06	L 24—38	L 37,00
	m	34	3	37	L 12—32	L 21,82	L 28—33	L 31,00
Strobilidium velox Fauré-Fr. (?)		7	4	11	45—80	63,85	40—70	52,50
Tintinnidium pusillum Entz jun.		60	60	(60)	L 45—120	L 72,16	L 13—25	L 19—95
Tintinnidium fluviatile Stein		18	18	(18)	L 45—110	L 80,16	L 15—40	L 29,22
Tintinnidium Clap. u. L. sp.		40	40	40	L 20—62	L 39,19	L 15—26	L 21

csak a behatóbban vizsgált 5 fajra vonatkozik. A valóságban azonban magasabb értékű lehet, mint a *táblázat*ban szereplő érték.

Az *1. táblázat* adatait mérlegelve, kitűnik, hogy az itt szereplő fajokon térfogat szempontjából meglehetősen nagy az eltérés.

A térfogat nagyság szerinti sorrendje μ^3-ban a következő:

a)

Tintinnidium sp.	6 277*
Strombidium melegvízi	7 109
Tintinnidium pusillum	7 296*
Tintinnidium fluviatile	11 787*
Strombidium hidegvízi	54 502
Strobilidium velox	94 664

* A középértéknek megfelelő lakásban a gömbszerűen összehúzódott állat térfogata lenne (μ^3-ban): *T. sp.* 4 188,5 ($d = 20\ \mu$); *T. pusillum* 3 053,4 ($d = 18\ \mu$); *T. fluviatile* 11 493,29 ($d = 28\ \mu$). Az utóbbi esetben nyert érték jól megközelíti a modell közvetítésével számított értéket, elég közel állók a *T. sp*-en (1,5 : 1), de csupán mintegy fele értékű a *T. pusillum*on. Ha tehát konzervált, összehúzódott állatok térfogatát számítanánk, valószínűleg igen durva hibákat követnénk el.

lázat

és modelljük méretei

= melegvízi forma ; *h* = hidegvízi forma ; *k* = középérték ; L = a lakásra (Tintinnidiumok)
* a lakás-tengely *k* értékének és vázlatoknak alapján kalkulált érték

		4 modell 1000× lineáris nagyításban mm			5 Térfogat		7 Megjegyzés Méretfelvételekhez használt anyag, gyűjtés ideje, minta száma
l amplitudo	*k*	*a*	*dv*	*l*	modell cm³	szervezet μ^3 6	
L 31—70	L 46,40	*50+10	*34	*43	54 502	54 502	1937. I. 7. No 24 ; 1950. XII.; 1951. I., II., III.; 1952. II. 5.
L 17—38	L 26,18	*20+4,5	*18	*23	7 109	7 109	1947. VI. 2. No 48.
40—70	56,81	64	52	57	94 664	94 664	1936. IV. 27. No 10; 1937. I. 2. No 24; 1951. I., II.
	= *dv*	72	17	17	7 296	7 296	1947. VI. 2. No 48; VI. 27; 1949. VIII. 24. No 186; 1951. VI. 13. No 249; 1952. VIII. 5. No 283.
	= *dv*	80+9	21	21	11 787	11 787	1947. VI.; 1949. VIII. 24. No 186; IX. 3. No 189; 1951. VI. 13. No 249; 1952. VIII. 5. No 282.
	= *dv*	39	20	20	6 277	6 277	1947. VI. 2. No 48; VI. 27; 1952. VIII. 5. No 282.

A még nem tanulmányozott kisebb formák valószínűleg a fenti sor elejére kerülnének.

Az egyes fajokon a maximális népességsűrűség 4 szintre vonatkozó középértéke felmenő sorrendben a következő (Sebestyén—Török—Varga 1951; Sebestyén 1953; Sebestyén 1953a):

b) 157	*e/l*	március	1951	*Strobilidium velox*
479	*e/l*	június	1947	*Tintinnidium sp.*
588	*e/l*	július	1951	*Tintinnidium fluviatile*
638	*e/l*	április	1938	*Strombidium sp.*
4075	*e/l*	augusztus	1949	*Tintinnidium pusillum*

Ebből azt lehetne következtetni, hogy

1. a maximális értékek nagysága és ideje igen változó;
2. az egész évben előforduló formák népességsűrűségének maximuma a hidegvíz idejének végére esik;
3. a melegvízi formákon az időszak első felére esik.

A biomassza évi középértékeinek fajok szerinti emelkedő sorrendje a következő:

	b_T*		
c)	1,0223	*Strobilidium velox*	1936
	2,2150	*Strobilidium velox*	1937
	5,2531	*Tintinnidium pusillum*	1947
	5,8309	*Tintinnidium pusillum*	1949
	6,5388	*Strombidium sp.*	1938
	7,3269	*Strobilidium velox*	1951

Tehát három évben a legnagyobb térfogatú *Strobilidium velox*ra esik a maximum, a *Tintinnidium pusillum*ra magas népességsűrűség miatt két ízben, és egy ízben a *Strombidium*ra.

A hat év folyamán a csoport (a vizsgált 5 faj) népességsűrűségének évi középértéke 1947-ig nő, a negyvenes években körülbelül ugyanazon a szinten marad. A biomassza középértéke — az 1949-es évet leszámítva — növekedik.

d)

	e/l	Évi közép b_T	Melegvízi átlag b_T	Hidegvízi átlag b_T
1936	48	1,8765	2,0409	1,9052
1937	96	3,6774	3,0549	4,4147
1938	257	10,0271	5,7102	16,1508
1947	639	13,0428	13,0163	12,9033
1949	595	14,6305	18,5356	9,7070
1951	590	20,5074	15,4565	25,8015

Feltűnő az 1937—1938 időszakban történt ugrásszerű, közel háromszoros emelkedés, melyet a *Strombidium*nak 1938-ra eső maximuma (*e/l* és biomassza) hozza létre *(b* és *c kistáblázat)*.

Figyelemre méltó az a körülmény is, hogy bár az alacsony vízállással jellemezhető 1949. évben a planktontársulás számos rendszertani csoportjában visszaesés mutatkozik (SEBESTYÉN—ENTZ—FELFÖLDY 1951 ; SEBESTYÉN 1953, 4. táblázat), ez a jelenség az Oligotricha Ciliátákon csupán a népességsűrűségben nyilvánul meg, s ott is eléggé enyhén. A biomassza évi középértékének 1947 és 1949 közötti, egyébként lényegtelen emelkedése a *Tintinnidium pusillum*nak tudható be. 1949-ben a népességsűrűségben és a biomassza évi közép értékében is ez a faj ért el maximális értéket (lásd *b* és *d kistáblázat*okat, továbbá SEBESTYÉN 1953a 5. táblázat).

Ezekkel a körülményekkel egyértelmű az a tény, hogy 1949-ben a csoport biomassza melegvízi átlaga magas értékével kiugrik az egyébként is emelkedő értéksorból, míg a hidegvízi átlag ebben az esztendőben éppen alacsony értékével tűnik ki *(d kistáblázat)*. A hidegvízi átlag évenkénti értéksora egyébként sem mutat olyan szabályosságot, mint az egész évi vagy a melegvízi átlag, a magas hidegvízi értékekért 1938-ban és 1951-ben az eurythermikus *Strombidium* és *Strobilidium* (vö. *b kistáblázat*) felelősek.

* A biomasszának az egész tóra vonatkoztatott értékét (b_T) használom fel az összehasonlítás céljára — a csoport népességsűrűségét és elterjedését az egész tóban egyenletesnek véve. E számok ui. alkalmasabbak összehasonlításra. Természetesen a sorrend azonos maradna, ha a térfogategységre vagy a felületegységnyi vízoszlopra eső értéket (b_l, b_f) használnánk.

Táblázat

	T C°	O_2 mg/l	O_2 ml/l	O_2 %	pH	HCO_3^- mg/l	Lúgosság W° SVB	CO_2 mg/l	CO_3^{--} mg/l	Karb. Kem. KDH°	Kem. Ca° CaDH°	Ca^{++} mg/l	Mg^{++} mg/l	Össz. Kem.° Ges. DH°	NH_4^+ mg/l	NO_2^- mg/l	NO_3^- mg/l	Proteid NH_3 mg/l	O_2 fogy. O_2 Verbr. mg/l	PO_4^{---} mg/l	SiO_3^{---} mg/l	Fe^{++} mg/l	K^+ mg/l	Na^+ mg/l	Cl^- mg/l	SO_4^{--} mg/l	Vízhozam l/sec Wasser Zufuhr	Jelleg Charakter	Dátum
1.	16,0	12,66	8,86	127,2	8,16	449,4	7,37	0,00	0,78	20,62	13,27	94,80	36,70	21,70	—	—	—	—	2,057	—	12,63	72,0	5,2	14,7	5,50	33	—	D	1950. IV. 26.
2.	9,5	9,48	6,64	83,2	7,90	491,7	8,06	15,92	0,00	22,57	11,19	79,96	—	—	0,000	0,002	25,96	0,099	0,096	—	—	—	—	—	6,15	—	2,7	C	1953. III. 20.
3.	13,5	11,65	8,16	112,2	7,96	466,1	7,64	12,38	0,00	21,39	9,31	66,48	—	—	0,000	0,005	34,61	0,091	0,386	—	—	—	—	—	5,53	—	10		,,
4.	12,0	10,29	7,20	95,7	8,20	525,3	8,61	0,00	5,22	24,11	9,64	68,88	—	—	0,000	0,005	30,77	0,076	0,193	—	—	—	—	—	6,47	—	50	D	,,
5.	13,5	9,24	6,47	89,0	7,73	559,5	9,17	18,32	0,00	25,68	10,28	73,40	—	—	0,000	0,005	17,31	0,122	0,096	—	—	—	—	—	6,15	—	40		,,
6.	14,0	9,48	6,64	92,4	8,15	561,9	9,21	5,37	0,00	25,79	9,81	70,08	—	—	0,000	0,005	17,31	0,076	0,241	—	—	—	—	—	6,15	—	50		,,
7.	15,8	15,38	10,77	155,4	8,30	389,9	6,39	0,00	16,32	17,89	6,34	45,28	—	—	0,000	—	—	0,091	0,540	—	—	—	—	—	5,53	—	—	C	,,
8.	12,9	10,13	7,09	96,1	8,24	417,3	6,84	0,00	2,04	19,15	7,17	51,24	—	—	0,000	—	—	0,084	1,199	—	—	—	—	—	5,53	—	—		1953. III. 26.
9.	15,0	9,09	6,36	90,3	7,85	480,8	7,88	23,98	0,00	22,06	—	—	—	—	0,000	—	—	0,061	1,246	—	—	—	—	—	6,15	—	—		,,
10.	17,0	—	—	—	—	438,1	7,18	—	—	20,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	D	1953. VII. 10.
11.	25,5	—	—	—	—	406,9	6,67	—	—	18,68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15		,,
12.	11,3	5,06	3,54	46,3	7,08	572,3	9,38	139,37	0,00	26,26	14,93	106,70	41,46	24,46	0,000	0,000	2,31	0,366	0,000	0,049	18,60	—	—	—	6,79	28	—	A	1953. VII. 22.
13.	15,3	9,21	6,45	92,1	7,80	456,4	7,48	18,48	0,00	20,94	12,45	88,94	37,10	20,98	0,000	0,000	3,46	0,335	0,143	0,049	23,41	—	—	—	6,15	31	3	B	,,
14.	11,0	6,15	4,31	56,0	7,35	384,4	6,30	46,31	0,00	17,64	10,94	78,14	36,28	19,28	0,000	0,000	3,46	0,259	0,095	0,082	20,66	—	—	—	5,53	27	—		,,
15.	26,5	15,17	10,62	189,0	8,12	362,4	5,94	9,24	0,00	16,63	7,78	55,56	44,20	17,94	0,000	0,023	2,69	0,229	0,643	0,082	18,60	—	—	—	5,53	22	—	C	,,
16.	29,0	16,22	11,35	211,8	8,15	313,0	5,13	4,31	0,00	14,36	7,05	50,36	37,28	15,52	0,000	0,013	1,92	0,274	0,833	0,082	20,66	—	—	—	4,90	29	—		,,
17.	18,5	7,49	5,24	80,0	8,00	339,8	5,57	13,64	0,00	15,60	6,92	49,46	43,53	16,93	0,024	0,000	1,15	0,320	0,952	0,082	19,28	—	—	—	6,15	27	—		,,
18.	13,1	2,97	2,08	28,4	7,30	554,6	9,09	82,10	0,00	25,45	10,07	71,94	53,28	22,32	0,000	0,000	2,31	0,305	0,214	0,049	18,18	—	—	—	8,62	30	—		,,
19.	18,4	8,72	6,10	93,0	7,92	509,4	8,35	18,04	0,00	23,38	9,88	70,54	52,72	22,00	0,032	0,005	2,69	0,229	0,536	0,164	19,28	—	—	—	6,79	22	11		,,
20.	19,5	8,67	6,07	94,5	8,10	482,6	7,91	7,88	0,00	22,15	8,71	62,22	50,37	20,29	0,016	0,000	3,75	0,305	0,428	0,164	19,97	—	—	—	5,53	27	18	D	,,
21.	16,4	8,53	5,97	87,4	7,73	527,7	8,65	23,94	0,00	24,22	10,48	74,88	50,11	22,00	0,032	0,000	1,92	0,259	0,345	0,082	19,28	—	—	—	6,15	22	24		,,
22.	22,0	8,82	6,17	101,0	7,85	509,4	8,35	11,66	0,00	23,38	9,70	69,28	52,03	21,66	0,194	0,051	2,50	0,427	0,857	0,082	18,60	—	—	—	5,53	19	—		,,
23.	22,8	7,92	5,54	92,0	7,92	509,4	8,35	10,69	0,00	23,38	8,92	63,68	55,42	21,66	0,178	0,023	2,31	0,457	0,964	0,049	18,60	—	—	—	12,39	14	—		,,
24.	0,0	—	—	—	6,60	9,8	0,16	—	—	0,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1954. III. 16.
25.	0,0	—	—	—	6,45	9,8	0,16	—	—	0,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		,,
26.	10,2	6,05	4,24	54,0	6,98	444,8	7,29	155,67	0,00	20,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	A	,,
27.	9,0	11,14	7,80	96,8	7,92	350,2	5,74	12,08	0,00	16,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5		,,
28.	9,0	10,01	7,07	87,7	8,00	383,1	6,28	16,68	0,00	17,58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	C	,,
29.	9,0	11,01	7,71	95,7	7,85	378,3	6,20	18,63	0,00	17,36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10		,,
30.	6,0	11,62	8,13	93,7	8,10	388,0	6,36	5,63	0,00	17,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8		,,
31.	10,0	10,23	7,16	91,0	7,70	388,0	6,36	23,78	0,00	17,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	D	,,
32.	14,5	10,21	7,15	100,4	7,96	354,5	5,81	5,85	0,00	16,27	8,60	61,43	42,71	18,42	0,096	0,000	15,12	0,075	1,855	0,079	15,43	—	2,3	9,2	9,25	44	0,25	B	1954. IX. 27.
33.	12,5	6,79	4,75	63,8	7,30	419,7	6,88	29,48	0,00	19,26	11,26	80,41	43,51	21,27	0,000	0,000	20,16	0,075	0,242	0,079	16,53	—	4,1	9,5	4,27	28	—		,,
34.	15,0	11,11	7,77	110,0	7,92	435,0	7,13	9,37	0,00	19,96	9,85	70,36	43,98	19,96	0,048	0,000	20,16	0,120	1,383	0,066	14,33	—	2,8	10,0	4,27	36	—		,,
35.	15,0	14,44	10,11	143,6	7,98	389,2	6,38	2,86	0,00	17,86	8,60	61,43	45,59	19,08	0,032	0,000	40,32	0,105	2,222	0,040	2,64	—	2,1	9,2	4,27	36	0,7	C	,,
36.	14,0	14,27	9,99	138,9	8,04	411,8	6,75	3,30	0,00	18,90	9,07	64,78	50,20	20,61	0,064	0,000	30,24	0,105	1,575	0,066	12,67	—	2,5	9,7	4,27	44	—		,,
37.	13,0	7,69	5,38	73,2	7,80	374,0	6,13	12,58	0,00	17,16	8,13	58,08	45,59	19,08	0,383	0,000	24,19	0,196	2,030	0,159	25,34	—	3,5	9,8	4,90	40	—		,,
38.	14,0	10,08	7,06	98,2	8,00	450,3	7,38	5,02	0,00	20,66	10,01	71,48	48,98	21,27	0,032	0,000	36,29	0,136	1,120	0,159	9,26	—	2,0	14,2	4,90	36	—		,,
39.	15,0	10,90	7,63	108,4	7,93	480,8	7,88	5,63	0,00	22,06	10,48	74,83	48,85	21,71	0,032	0,000	28,22	0,120	1,068	0,119	6,06	—	2,3	10,2	4,60	32	—		,,
40.	13,5	10,38	7,27	100,0	7,94	450,3	7,38	12,12	0,00	20,66	10,32	73,72	47,63	21,27	0,032	0,000	20,16	0,136	1,085	0,093	15,43	—	2,6	10,2	4,90	37	—	D	,,
41.	14,0	9,31	6,52	90,7	7,64	453,9	7,44	17,36	0,00	20,83	10,79	77,07	48,89	23,03	0,096	0,000	18,14	0,166	1,120	0,079	15,43	—	3,7	9,7	4,27	36	—		,,
42.	15,2	10,25	7,18	102,6	8,10	480,8	7,38	1,98	0,00	20,66	10,32	73,72	46,68	21,05	0,128	0,000	30,24	0,210	1,365	0,079	15,98	—	3,0	9,4	4,90	26	—		,,
43.	15,0	8,97	6,28	89,2	8,06	480,8	7,38	5,02	0,00	20,66	10,32	73,72	49,55	21,71	0,032	0,060	24,19	0,256	1,558	0,198	5,29	—	5,0	9,2	4,90	30	60		,,
44.	12,8	9,35	6,55	88,8	7,76	404,5	6,63	22,26	0,00	18,56	11,41	81,51	44,81	21,71	0,096	0,000	40,32	0,090	0,438	0,132	17,08	—	—	—	4,27	38	—		1954. IX. 28.
45.	14,0	9,70	6,79	94,4	8,00	385,0	6,31	11,81	0,00	17,67	11,41	81,51	45,76	21,93	0,223	0,000	38,30	0,105	0,700	0,093	16,53	—	—	—	4,27	39	—		,,
46.	14,5	10,10	7,07	99,3	8,20	358,7	5,58	3,70	0,00	16,46	10,31	73,67	44,81	20,61	0,064	0,000	36,29	0,105	0,718	0,079	16,53	—	—	—	4,27	44	—	C	,,
47.	16,0	11,33	7,93	115,1	8,02	392,9	6,44	12,03	0,00	18,03	10,53	75,24	48,63	21,71	+	0,000	26,20	0,136	0,630	0,079	14,33	—	—	—	3,69	36	—		,,
48.	12,0	4,23	2,96	39,4	7,38	400,2	6,56	57,07	0,00	18,37	11,19	79,94	49,59	22,59	+	0,000	24,19	0,075	0,245	0,093	13,22	—	—	—	4,27	34	—		,,
49.	15,0	9,76	6,83	97,0	7,78	408,2	6,69	15,47	0,00	18,73	11,41	81,51	48,63	22,59	+	0,000	26,20	0,090	0,683	0,066	14,33	—	—	—	4,27	36	—		,,
50.	15,0	7,09	4,96	70,5	7,42	—	—	36,54	0,00	—	—	—	—	—	—	0,000	—	—	0,457	—	—	—	—	—	—	—	—	B	1955. IX. 28.
51.	13,5	10,22	7,15	98,3	7,96	—	—	12,08	0,00	—	—	—	—	—	—	0,000	—	—	0,478	—	—	—	—	—	—	—	1,7		
52.	13,0	6,61	4,63	63,0	7,40	—	—	34,06	0,00	—	—	—	—	—	0,000	0,000	—	—	0,348	—	—	—	—	—	—	—	0,4		,,
53.	15,0	8,74	6,12	86,9	7,92	—	—	11,74	0,00	—	—	—	—	—	—	0,000	—	—	1,283	—	—	—	—	—	—	—	—		,,
54.	14,2	10,35	7,25	101,3	7,98	—	—	12,08	0,00	—	—	—	—	—	—	0,000	—	—	0,717	—	—	—	—	—	—	—	2,3	C	,,
55.	14,3	10,78	7,55	105,9	7,96	—	—	12,08	0,00	—	—	—	—	—	—	0,000	—	—	0,609	—	—	—	—	—	—	—	—		,,
56.	14,2	10,30	7,21	100,7	8,17	—	—	4,40	0,00	—	—	—	—	—	—	0,005	—	—	1,605	—	—	—	—	—	—	—	4		,,
57.	12,8	10,30	7,21	97,7	8,13	—	—	5,94	0,00	—	—	—	—	—	—	0,000	—	—	0,862	—	—	—	—	—	—	—	4		,,
58.	13,0	10,04	7,03	95,6	8,06	—	—	12,08	0,00	—	—	—	—	—	—	0,000	—	—	0,478	—	—	—	—	—	—	—	24		,,
59.	14,0	9,48	6,64	92,4	7,76	—	—	21,16	0,00	+	—	—	—	—	—	0,005	—	—	0,413	—	—	—	—	—	—	—	26	D	,,
60.	13,0	9,61	6,73	91,6	8,12	—	—	4,36	0,00	—	—	—	—	—	—	0,005	—	—	0,500	—	—	—	—	—	—	—	—		1955. IX. 29.
61.	12,0	6,13	4,29	57,0	7,58	—	—	23,78	0,00	—	—	—	—	—	—	0,000	—	—	1,370	—	—	—	—	—	—	—	—		"
62.	16,5	9,65	6,76	97,7	8,33	—	—	0,00	1,68	—	—	—	—	—	—	0,000	—	—	1,000	—	—	—	—	—	—	—	—		1955. IX. 29.
63.	12,5	3,04	2,13	28,6	7,46	527,1	8,64	189,68	0,00	24,19	12,72	90,86	60,77	26,69	—	0,013	8,87	—	0,955	0,000	16,76	—	14,3	14,5	13,70	—	—		1957. X. 31.
64.	13,6	8,35	5,85	80,5	7,35	518,6	8,50	70,29	0,00	23,80	12,30	87,83	58,03	25,64	—	0,005	8,47	—	0,911	0,039	16,76	—	14,3	15,0	13,70	—	—	F	,,
65.	13,6	9,70	6,79	93,4	7,76	483,8	7,93	20,35	0,00	22,20	11,45	81,78	57,12	24,58	—	+	10,08	0,057	0,822	0,039	17,69	—	14,0	16,5	13,70	—	—		,,
66.	14,0	10,35	7,25	100,8	7,96	444,8	7,29	6,16	0,00	20,41	10,18	72,69	56,16	23,09	—	0,023	7,26	0,398	1,111	0,158	17,69	—	13,5	15,7	13,01	—	1,5		,,
67.	14,0	4,39	3,07	42,7	7,04	449,0	7,36	190,81	0,00	20,61	12,92	92,38	58,07	26,27	—	0,066	10,08	0,057	0,844	0,000	18,25	—	5,5	9,5	10,25	—	1,5		,,
68.	14,0	9,48	6,64	92,4	7,61	461,8	7,57	35,55	0,00	21,20	12,30	87,84	64,47	27,12	—	0,013	8,06	0,379	0,901	0,013	21,23	—	6,0	9,5	10,25	—	—		,,
69.	14,0	9,52	6,66	92,6	7,79	388,0	6,36	23,96	0,00	17,81	11,03	78,75	50,63	22,67	—	+	9,27	0,436	0,844	0,039	19,56	—	6,0	8,7	10,25	—	—	G	,,
70.	14,0	10,13	7,09	98,6	7,85	383,8	6,29	11,33	0,00	17,61	10,18	72,69	54,33	22,67	—	0,242	9,27	0,436	1,133	0,132	19,56	—	5,8	8,7	10,25	—	—		,,
71.	13,0	10,70	7,49	101,9	8,42	—	—	0,00	0,60	—	4,66	33,32	43,33	14,62	—	0,000	—	0,644	1,200	0,053	13,78	—	6,2	20,0	8,18	—	—		,,
72.	13,4	6,96	4,87	66,8	7,11	439,9	7,21	35,11	0,00	20,19	12,08	86,32	43,28	22,03	—	0,013	7,66	0,076	0,667	—	14,90	—	4,8	5,5	5,46	—	—		1957. XI. 4.
73.	13,0	10,26	7,18	97,7	7,91	453,3	7,43	12,01	0,00	20,80	12,51	89,35	45,11	22,88	—	0,000	5,64	0,170	0,622	—	15,83	—	4,6	5,2	5,46	—	10		,,
74.	12,0	6,43	4,50	59,8	7,73	427,1	7,00	13,05	0,00	19,60	11,24	80,26	43,28	21,19	—	0,066	5,64	0,133	1,044	—	17,69	—	5,7	6,4	6,15	—	—		,,
75.	14,0	10,30	7,21	100,3	8,06	384,4	6,30	1,63	0,00	17,64	10,39	74,20	39,59	19,49	—	0,000	6,85	0,265	1,155	—	17,69	—	5,0	5,2	5,46	—	—	H	,,
76.	13,0	6,48	4,54	61,8	7,48	435,6	7,14	16,63	0,00	19,99	10,18	72,69	47,89	21,19	—	0,028	2,42	0,530	1,311	—	15,83	—	5,2	6,0	5,46	—	—		,,
77.	13,0	10,61	7,43	101,1	8,06	396,6	6,50	0,22	0,00	18,20	9,33	66,63	45,11	19,70	—	0,000	10,08	—	1,667	—	18,62	—	12,3	5,0	5,46	—	—		,,
78.	15,5	6,93	5,25	69,7	7,20	475,9	7,80	67,94	0,00	21,84	12,56	89,35	43,89	22,67	—	0,000	8,87	0,909	0,555	—	15,83	—	2,3	5,0	5,46	—	—		1957. XI. 6.
79.	15,5	9,69	6,78	97,3	7,48	470,4	7,71	26,53	0,00	21,59	12,53	89,35	44,81	22,88	—	0,005	6,05	0,568	0,689	—	14,34	—	2,2	4,5	5,46	—	—		,,
80.	15,5	9,16	6,41	92,0	7,58	466,1	7,64	18,35	0,00	21,39	12,58	89,35	45,72	23,09	—	0,013	6,45	0,568	0,733	—	15,83	—	2,4	5,2	5,46	—	—	E	,,
81.	16,0	8,53	5,97	86,6	7,54	475,9	7,80	33,46	0,00	21,84	12,58	89,35	44,81	22,88	—	0,000	8,06	0,644	0,666	—	15,83	—	2,5	5,0	5,46	—	—		,,
82.	16,0	11,65	8,16	118,4	7,70	475,3	7,79	21,71	0,00	21,81	11,45	81,78	51,55	23,30	—	0,001	0,06	0,625	1,178	—	16,76	—	2,2	4,5	4,77	—	—		,,
83.	16,0	10,80	7,56	109,7	8,24	453,3	7,43	0,00	2,34	20,80	11,87	84,81	45,15	22,25	—	0,008	9,68	1,136	0,733	—	15,83	—	2,0	5,0	4,77	—	10		,,
84.	3,5	12,14	8,50	91,7	7,90	395,3	6,48	0,00	4,68	18,14	9,80	70,03	46,37	20,46	0,020	0,013	3,03	0,208	0,248	0,000	11,17	26,0	2,2	5,5	4,77	20	30	D	1958. II. 26.
85.	7,5	11,47	8,03	96,1	7,83	403,9	6,62	0,00	0,24	18,54	10,38	74,15	45,89	20,93	0,000	0,005	5,30	0,208	0,181	+	10,99	20,0	2,2	5,5	5,46	30	—		,,
86.	11,5	3,56	2,49	32,7	7,38	442,3	7,25	59,88	0,00	20,30	12,69	90,62	60,38	26,57	0,000	0,000	24,24	0,227	0,113	+	11,55	15,0	13,0	12,0	14,37	47	—		,,
87.	9,8	10,28	7,20	91,0	7,90	438,1	7,18	10,56	0,00	20,10	12,40	88,56	61,64	26,57	0,000	0,005	19,70	0,227	0,045	0,000	11,92	12,0	12,7	13,0	15,04	44	—	F	,,
88.	8,6	11,62	8,13	99,9	7,89	395,3	6,48	0,00	0,54	18,14	10,67	76,21	59,94	24,45	0,000	0,005	21,21	0,379	0,023	0,000	12,29	19,0	12,6	13,0	13,70	38	—		,,
89.	11,0	12,91	9,04	117,6	8,11	382,5	6,27	0,00	1,80	17,56	9,23	65,91	47,81	20,22	0,000	0,013	6,82	—	0,429	0,000	11,36	26,0	—	—	5,46	20	—	D	,,
90.	11,5	3,61	2,53	33,2	7,38	442,3	7,25	77,02	0,00	20,30	11,24	80,32	60,55	25,16	0,000	0,000	21,97	0,268	0,181	0,000	11,55	25,0	—	—	13,70	55	—		,,
91.	11,5	11,47	8,03	105,5	7,90	421,0	6,90	12,17	0,00	19,32	11,53	82,38	59,29	25,16	0,020	0,005	21,97	0,103	0,158	0,000	11,55	26,0	—	—	13,01	42	—	F	,,
92.	12,0	12,19	8,53	113,4	8,13	385,5	6,27	0,00	3,84	17,56	9,80	70,03	60,68	23,75	0,020	0,005	21,97	0,044	0,181	0,000	11,73	25,0	—	—	13,01	44	2		,,
93.	11,8	3,36	2,35	31,1	7,38	455,1	7,46	91,63	0,00	20,89	12,98	92,68	48,89	24,22	0,020	0,005	4,55	0,580	0,203	0,000	11,17	15,0	—	—	5,46	28	—	D	,,
94.	9,0	12,09	8,46	105,0	7,90	378,3	6,20	0,00	0,30	17,36	9,80	70,03	44,33	19,99	0,020	0,005	3,79	0,089	0,384	0,000	11,36	15,0	—	—	4,77	30	—		,,

Táblázat

	T C°	O_2 mg/l	O_2 ml/l	O_2 %	pH	HCO_3^- mg/l	Lúgosság W° SVB	CO_2 mg/l	CO_3^{--} mg/l	Karb. Kem. KDH°	Kem. Ca° CaDH°	Ca^{++} mg/l	Mg^{++} mg/l	Össz. Kem.° Ges. DH°	NH_4^+ mg/l	NO_2^- mg/l	NO_3^- mg/l	Proteid NH_3 mg/l	O_2 fogy. O_2 Verbr. mg/l	PO_4^{---} mg/l	SiO_3^{--} mg/l	Fe^{++} mg/l	K^+ mg/l	Na^+ mg/l	Cl^- mg/l	SO_4^{--} mg/l	Vízhozam l/sec Wasser Zufuhr	Jelleg Charakter	Dátum
1.	16,0	12,66	8,86	127,2	8,16	449,4	7,37	0,00	0,78	20,62	13,27	94,80	36,70	21,70	—	—	—	—	2,057	—	12,63	72,0	5,2	14,7	5,50	33	—	D	1950. IV. 26.
2.	9,5	9,48	6,64	83,2	7,90	491,7	8,06	15,92	0,00	22,57	11,19	79,96	—	—	0,000	0,002	25,96	0,099	0,096	—	—	—	—	—	6,15	—	2,7	C	1953. III. 20.
3.	13,5	11,65	8,16	112,2	7,96	466,1	7,64	12,38	0,00	21,39	9,31	66,48	—	—	0,000	0,005	34,61	0,091	0,386	—	—	—	—	—	5,53	—	10		,,
4.	12,0	10,29	7,20	95,7	8,20	525,3	8,61	0,00	5,22	24,11	9,64	68,88	—	—	0,000	0,005	30,77	0,076	0,193									D	

2. táblázat

Nyíltvízi Oligotricha Ciliáták biomasszájának változása a hidegvíz és a melegvíz idején 1936—1951. években és az ez évekre számított évi középérték.
e/l = egyedszám/liter ; m = melegvízi forma ; egy literre (b_t), 1 dm² alapú vízoszlopra (b_f) vonatkozó átlagbiomassza érték ; b_T = tavi becslés

1	1936									1937										1938									
	2 hidegvízi átlag XII—IV			3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII			2 hidegvízi átlag XII—IV			3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII			2 hidegvízi átlag XII—IV			3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII		
		5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat		
Faj	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³
Strombidium Clap. u. L. sp.	<9	490,5	0,0147	0,8829	16	113,7	0,0034	0,2047	(37 m) 13	263,0	0,0078	0,4734	12	654,9	0,0196	1,1772	>46	327,0	0,0098	0,5886	(64 m) 32	454,9	0,0136	0,8189	<149	8 120,7	0,2436	14,6173	65	402,0	0,0138	0,8317
Strobilidium velox Fauré-Fr.	6	567,9	0,0170	1,0223	<7	662,6	0,0198	1,1927	>6	567,9	0,0170	1,0223	19	1 798,6	0,0539	3,2375	<8	757,3	0,0227	1,3631	13	1 230,6	0,0369	2,2150	<9	851,9	0,0255	1,5335	<9	851,9	0,0255	1,5335
Tintinnidium pusillum Entz jr	<1				<49	357,5	0,0107	0,6435	>29	211,5	0,0063	0,3808	0				<84	612,8	0,0183	1,1031	49	357,5	0,0107	0,6435	(<3)				<253	1 845,8	0,0553	3,3225
Tintinnidium fluviatile Stein	0				0				0				0				0				0				0				0			
Tintinnidium Clap. u. L. sp.	<1				0				<1				0				0				0				0				>2	12,5	0,0003	0,0225
Egyéb Oligotricha	(>1)				(1)				(>1)				(<11)				(<3)				(<6)				(<17)				(<20)			
Összes Oligotricha Ciliata	16	1 058,5	0,0317	1,9052	<72	1 133,8	0,0340	2,0409	48	1 042,6	0,0312	1,8765	31	2 452,6	0,0735	4,4147	138	1 697,1	0,0509	3,0548	96	2 043,1	0,0612	3,6774	158	8 972,7	0,2691	16,1508	329	3 172,5	0,0951	5,7102

1	1938								1947								1949								1951							
	2 hidegvízi átlag XII—IV			3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII		2 hidegvízi átlag XII—IV			3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII		2 hidegvízi átlag XII—IV			3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII		2 hidegvízi átlag XII—IV			3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII	
		5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat		5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat		5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat		5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat	
Faj	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³
Strombidium Clap. u. L. sp.	<149	8 120,7	0,2436	14,6173	65	402,0	0,0138	0,8317	(511 m) 99	3 632,6	0,1089	6,5388	69	3 760,6	0,1128	6,7691	<127	902,8	0,0270	1,6251	(247 m) 109	1 755,9	0,0526	3,1606	>59	3 215,6	0,0964	5,7880	47	334,1	0,0100	0,6013
Strobilidium velox Fauré-Fr.	<9	851,9	0,0255	1,5335	<9	851,9	0,0255	1,5335	<9	851,9	0,0255	1,5335	36	3 407,9	0,1022	6,1342	7	662,6	0,0198	1,1927	16	1 514,6	0,0454	2,7263	23	2 177,2	0,0653	3,9190	32	3 029,2	0,0908	5,4526
Tintinnidium pusillum Entz jr	(<3)				<253	1 845,8	0,0553	3,3225	<148	1 079,8	0,0323	1,9436	0				570	4 158,7	0,1247	7,4856	400	2 918,4	0,0875	5,2531	0				761	5 552,2	0,1665	9,9940
Tintinnidium fluviatile Stein	0				0				0				0				<89	1 049,0	0,0314	1,8882	>62	730,7	0,0219	1,3153	0				113	1 331,9	0,0399	2,3974
Tintinnidium Clap. u. L. sp.	0				>2	12,5	0,0003	0,0225	<1	6,2	0,0001	0,0112	0				73	458,2	0,0137	0,8247	<52	326,4	0,0097	0,5875	<5	31,3	0,0009	0,0564	<8	50,2	0,0015	0,0903
Egyéb Oligotricha	(<17)				(<20)				(<19)				(>5)				(<68)				(<49)				(<35)				(<46)			
Összes Oligotricha Ciliata	158	8 972,7	0,2691	16,1508	329	3 172,5	0,0951	5,7102	257	5 570,7	0,1751	10,0271	105	7 168,5	0,2150	12,9033	866	7 231,4	0,2169	13,0163	638	7 151,4	0,2145	12,8723	82	5 392,8	0,1617	9,7070	961	10 297,7	0,3089	18,5356

1	1951							
	2 hidegvízi átlag XII—IV			3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII	
		5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat
Faj	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	e/l	b_t 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³
Strombidium Clap. u. L. sp.	<131	7 139,7	0,2141	<92	654,0	0,0196	(544 m) 111	3 867,2	9,1160	6,9610
Strobilidium velox Fauré-Fr.	<76	7 194,4	0,2158	<11	1 041,3	0,0312	<43	4 070,5	0,1221	7,3269
Tintinnidium pusillum Entz jr	0			<739	5 391,7	0,1617	<370	2 699,5	0,0809	4,8591
Tintinnidium fluviatile Stein	0			<123	1 449,8	0,0434	<62	730,7	0,0219	1,3153
Tintinnidium Clap. u. L. sp.	0			<8	50,2	0,0015	<4	25,1	0,0007	0,0451
Egyéb Oligotricha	(<37)			(<56)			(<47)			
Összes Oligotricha Ciliata	207	14 334,2	0,4273	973	8 587,0	0,2576	590	11 393,2	0,3417	20,5074

E tanulmány alapjául felhasznált népességsűrűségi értékek kvantitatív mintasorozatok oly adataiból származnak, melyekben a vertikális elterjedés különbségei tekintetbe vannak véve, de a horizontális elterjedésről nem tájékoztatnak. Mégis nyújtanak némi alapot ahhoz a következtetéshez, hogy a Balaton planktonjában az Oligotricha Ciliáták mindjobban tért nyernek. Ez a körülmény hozzájárul a tavunk nyíltvízi életében évtizedek óta végbemenő trofikus változáshoz. A biomassza számítások betekintést nyújtanak abba is, hogy e csoport állománya mekkora tömegű élőanyagot képvisel. A csoport további beható tanulmányozása indokolt és szükséges. Különös figyelmet érdemelne az, hogy hogyan alakulnak az eddig nem tanulmányozott kisméretű formák minőségi, mennyiségi viszonyai, trofikus kapcsolatai. Általában a csoport valamennyi pelágikus tagja ökológiai viszonyainak megismerésére kellene törekednünk. Így remélhetjük, hogy a tavi életben való szerepüket, trofikus jelentőségüket fokozatosan felismerjük.

Összefoglalás

Felhasználva a rendelkezésre álló népességsűrűségi adatokat (Sebestyén—Török—Varga 1951; Sebestyén 1953), szerző átlagbiomassza értékeket számított a Balaton nyíltvizében gyakori Oligotricha Ciliátákon (*Strombidium sp.*, *Strobilidium velox*, *Tintinnidium pusillum*, *Tintinnidium fluviatile* és *Tintinnidium sp.*).

Nevezett szervezetek térfogatát modellek segítségével Lohmann módszerével állapította meg. A modellek 1000-szeres nagyításban oly tengelyméretek (hossz, laterális, dorzoventrális) alapján készültek, melyek lokális vonatkozásban statisztikai középértéknek tekinthetők.

A *Strombidium*on és *Tintinnidium* fajokon csupán a lakás méreteit állapíthatta meg, a plazmatestnek a tömegrögzítés következtében történő torzulása miatt. A modellek alakításában jelentős szerep jutott az eleven példányokról készült vázlatoknak, melyeket részben a szerző készített, részben pedig a szakirodalomból vett át.

Az eurythermikus fajok közül a *Strobilidium*on nem talált szezonbeli méretkülönbséget, a *Strombidium sp.* hidegvízi alakjának térfogata a melegvízi formának 6,77-szerese.

A népességsűrűség havi átlagértékeinek és a szereplő formák térfogatának ismeretében átlag-biomassza értéket számított hat vizsgálati évben (1936—1938, 1947, 1949, 1951) a melegvíz (*m*, V—XI), a hidegvíz (*h*, XII—IV) idejére és az egész évre (*K*, I—XII). Az értékek a térfogategységnyi vízre (b_l; 1 dm³), a felületegységre eső vízoszlopra (b_f; 1 dm², a tó középmélysége 3 m) és az egész tóra (b_T; a tó víztömegének térfogata 1,8 km³) vonatkoznak (*2. táblázat*).

E csoportba tartozó kisebb, lakás nélküli formákon, amelyeknek rendszertani helye, térfogata még nincs megállapítva, biomassza értéket sem számított. A *2. táblázat*ban — egy csoportba fogva — népességsűrűségi átlaguk szerepel.

A tanulmányból kitűnik, hogy az 1936—1951-ig terjedő időszakban e csoport népességsűrűségének emelkedésével (Sebestyén 1953 és 1953a) lépést tartott a biomassza emelkedése. Ez összhangban van a Balaton nyíltvizében az utóbbi évtizedek alatt mutatkozó trofikus változással. A számítások

betekintést nyújtanak abba is, hogy e csoport állománya mekkora tömegű élőanyagot képvisel.

A csoport további tanulmányozása szükséges és indokolt. Különös figyelmet érdemelnek a fentebb említett kicsiny, lakásnélküli formák kvalitatív és kvantitatív vonatkozásban. Általában törekednünk kellene ökológiai viszonyaik tisztázására, beleértve a táplálkozási kapcsolatokat. Így remélhetjük, hogy a zooplankton e csoportjának a tavi életben való szerepét és jelentőségét fokozatosan megismerjük.

IRODALOM

Gajewskaja, N. (1933): Zur Oekologie, Morphologie und Systematik der Infusorien des Baikalsees. — Hesse : Zoologica Stuttgart H. **83,** VIII + 298.

Jaczó I. (1938): A Tintinnidium pusillum Entz jr. szervezete és életviszonya. — Bölcsészdoktori értekezés. *Budapest* 3—20.

Sebestyén O.—Entz B.—Felföldy L. (1951): Alacsony vízállással kapcsolatos biológiai jelenségek a Balatonon 1949 őszén. — *Annal. Biol. Tihany* **20,** 127—160.

Sebestyén O.—Török P.—Varga L. (1951): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon I. — *Annal. Biol. Tihany* **20,** 69—125.

Sebestyén O. (1953): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. II. Évtizedes változások. — *Annal. Biol. Tihany* **21,** 63—89.

Sebestyén O. (1953a): A Balaton planktonjának Oligotricha Ciliátáiról. — *Annal. Biol. Tihany* **21,** 49—62.

Sebestyén O. (1954): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. III. Pelágikus Dinoflagellaták biomasszája. — *Annal. Biol. Tihany* **22,** 185—197.

Sebestyén O. (1955): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. V. Biomassza számítások nyíltvízi Crustaceákon. — *Annal. Biol. Tihany* **23,** 75—94.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПЛАНКТОНА ОЗЕРА БАЛАТОН. БИОМАССЫ OLIGOTRICHA CILIATES — ОТКРЫТОЙ ВОДЫ VII. РАСЧЕТ

Олга Шебештьен

РЕЗЮМЕ

Пользуясь имеющимися данными плотности населения (Шебештьен—Тэрэк—Варга, 1951 ; Шебештьен, 1953), автор вычислил средние значения биомассы часто встречаемых в открытой воде озера Балатон Oligotricha Ciliata (Strombidium sp., Strombilidium velox, Tintinnidium pusillum, Tintinnidium fluviatile и Tintinnidium sp.).

Объем вышеуказанных организмов автор определил с помощью моделей по методу Леманна. Модели изготовились увеличением в 1000 раз на основании таких аксиальных (продольных, латеральных, дорсовентральных) размеров, которые в местном отношении могут считаться статистическими средними величинами.

На видах Strombidium и Tintinnidium — из-за искажения плазматических тел вследствие массовой фиксации — удалось установить только размеры обитания. Значительную роль при оформлении моделей сыграли изготовленные с живых экземпляров наброски, которые автор частично изготовил сам, частично же заимствовал из литературы.

Среди эвритермных видов, у вида Strobilidium зависящего от времени года различия не обнаруживалось ; объем холодноводной формы Strombidium sp. в 6,77 раз превышает объем тепловодной формы.

Зная месячные средние значения плотности населения и объемы имеющихся форм, автор вычислил средние величины биомассы в шести годах исследования (1936—38, 1947, 1949, 1951), а именно в период холодной воды (m, V—XI) теплой воды (h, XII—IV) и всего года (K, I—XII). Величины относятся к объемной единице воды (b_t ; 1 куб. м), к водяному столбу единицы поверхности (b_f ; 1 кв. дм ; средней глубине озера = 3 м), и к всему озеру (b_T ; объем водяной массы озера = 1,8 куб. км). (Табл. 2.)

У принадлежащих к этой группе меньших форм (без обитания), место по систематике и объем которых еще неопределены, автор не вычислял значения биомассы. В таблице 2 приведена средняя величина их плотности населения в одной группе.

Из работы явствует, что за период 1936—1951 гг. увеличение биомассы не отставала от повышения плотности населения этой группы (Шебештьен, 1953 и 1953 a). Это совпадает с трофическим изменением, проявляющимся в открытой воде озера Балатон в течение последних десятилетий. Расчеты выяснили также величины биомассы населения этой группы.

Дальнейшее изучение группы является необходимым и обоснованным. Особое внимание заслуживают — в качественном и количественном отношениях — вышеуказанные маленькие формы без обитания. Вообще следовало бы выяснить их экологические условия, в том числе и связи питания. Таким способом можно надеяться постепенно выяснить роль и значение этой группы зоопланктона в их озерной жизни.

Объяснение таблиц

Таблица 1. Размеры разных видов и их моделей (увеличение в 1000 раз).

n = количество измеренных особей ; a = продольная ось ; dv = дорсивентральная ось ; l = латеральная ось ; m = тепловодная форма ; h = холодноводная форма ; k = средняя величина ; *L* = «lorica» (у Tintinnidium sp.), или «lorica» как жесткая пасть «pelliculae» (у Strombidium) ; 1 = вид ; 2 = ось ; 3 = организм μ ; 4 = модель $\mu\mu$; 5 = Объем ; 6 = организм μ^3 ; 7 = сведения о веществах, примененных к измерению (дата, номер пробы) ; *) = величины, вычисленные с учетом размеров a, dv, l, и очертания организма.

Таблица 2. Колебания биомассы глубоководного Oligotricha Ciliates — во время холодной и теплой воды в течение. 1936—1951 гг, и средние величины этого периода

e/l = количество особей на литр. ; b_l = в одном литре ; b_f = в водяном столбе с базой 1 ди^2 ; b_T = оценка по отношению всего озера ; m = тепловодная форма ; 1 = вид ; 2 = средняя величина сезона холодной воды ; 3 = средняя величина сезона теплой воды ; 4 = средняя величина всего года ; 5 = объем ; egyéb — = остальное ; összes = всего.

QUANTITATIVE PLANKTON STUDIES ON LAKE BALATON
VII. BIOMASS CALCULATION ON OPEN WATER OLIGOTRICHA CILIATES

Olga Sebestyén

Summary

Using data on density of population at her disposal the author has calculated mean biomass values for the pelagic forms of Oligotricha Ciliates of Lake Balaton.

The volumes of the different forms were determined by means of models (Lohmann's modified method). The models were constructed in 1000× magnification on the basis of measurements which may in local aspect be considered as statistical mean values and which express in addition — in case of eurythermous forms — the differences in size according to seasons. (*Tables 1—2* ; text-*figs. 1—6* ; *Plate-fig. 1—6.*).

On *Strombidium* the case-like rigid pellicule, on the three *Tintinnidium* species (*pusillum, fluviatile* and *sp.*) the lorica was measured because during a mass conservation a distortion of the body proper takes place. In such cases drawings of living specimens made by the author and those found in the literature were taken into special consideration.

The models represent the organism in a simplified form, the membranelles being omitted.

A difference in size could be established between the cold- and warm-water form of *Strombidium* (6,77: 1). In *Strobilidium velox*, however, such difference does not seem to exist. (*Textfigs. 1—2, Figs. 1—2* on *Plate*).

Combining the mean values of population density and volume, average monthly values of the biomass were calculated for the 5 species mentioned above concerning six years (1936—38, 1947, 1949, 1951) for the favourable season (m, May till November), for the unfavourable season (h- December till April) as well as for the whole year (k). The figures refer to one unit of volume of water (b_l, dm^3), to the water column under the

surface unit (b_f, dm^2; mean depth of the lake about 3 meters) and to the whole lake (b_T volume 1,8 Km^3) *(Table 2)*.

Beside those 5 species other forms smaller in size and having neither lorica nor rigid pellicule occur. The taxonomic place of such forms has not been determined as yet; volume measurements or biomass calculations have not been made either. In *Table 2.* figures representing average population densities are included, the different forms being summarized.

The study points out that with the growth of the population density of the group from 1936 till 1951 the volume of organic matter represented by the bodies of the members of the group has increased. This seems to represent the change having taken place in the trophic state of the open water of Lake Balaton during the past decades.

It seems advisable to make further studies on the pelagic Oligotricha Ciliates both as related to quality and quantity. Special attention should be given to smaller forms, occurring chiefly during the cold water period. Ecology, including food relations, should not be neglected either in investigations. It is to be hoped that on such basis the role and significance of the group in the life of the lake might be elucidated.

Table 1. Dimensions of the various species and of their models (1000× magnification) n = number of individuals measured; a = longitudinal axis; dv = dorsi-ventral axis; l = lateral axis; m = warm water form; h = cold water form; k = mean value; L = lorica (on Tintinnidium sp.) or the lorica-like rigid part of the pellicule (on Strombidium); 1 = species; 2 = axis; 3 = organism μ; 4 = model mm; 5 = volume; 6 = organism μ^3; 7 = notes concerning material used for measuring (data, No. of sample); * = values calculated when considering the a, dv, l measurements and outline of the organism.

Table 2. Fluctuations of biomass of pelagic Oligotricha Ciliates at times of cold and warm water in the years 1936—1951 and the mean values for these years.

e/l = number of individuals per liter; b_l = in one liter; b_f = in a water-column of 1 dm^2 base; b_T = estimation for the whole lake; m = warm water form; 1 = species; 2 = mean value for cold water season; 3 = mean value for warm water season; 4 = mean value for the whole year; 5 = volume; egyéb = other; összes = total.

MENNYISÉGI PLANKTONTANULMÁNYOK A BALATONON

VIII. Biomassza számítások nyíltvízi Rotatoriákon

SEBESTYÉN OLGA

Érkezett: 1958. február 25.

A Balaton DNy-i medencéjéből (Révfülöp környékéről) származó hálós planktonmintákból (HANKÓ BÉLA gyűjtése 1925. VIII—1926. XII; VARGA L. gyűjtése 1927) VARGA LAJOS 57 kerekesférget jegyzett fel, melyek közül 25-öt (+ varietások) tart eupelágikus formáknak. Ez utóbbiak közül, mint legközönségesebbeket, ill. „vezérfajokat"* a következőket emeli ki (VARGA 1932, 63.):

	legközönségesebbek	vezérfajok (hónap)
Keratellák	„	
**K. cochlearis*		IV—VI; IX—XII
var. *tecta*	„	IX
**Polyartra trigla*	„	I
var. *minor*	„	IX—X
**Notholca longispina*	„	X—XI és a téli hónapok
**Pompholyx sulcata*	„	(tavasszal hiányzik) IX
Synchaeta oblonga		VII (egy ízben, 1926)

A harmincas évek kvantitatív vizsgálatokra gyűjtött mintáiból ugyancsak VARGA L. dolgozta fel ezt a csoportot (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951). Tihanyi vizekből három éven át havonként egyszeri vagy kétszeri, 4—4 literes (4 szintből vett) mintasorozatból 15 pelágikus fajt sorol fel. Ezek mind bennefoglaltatnak 1932-es listájában is. Megjegyzi, hogy ebből 6 járul hozzá tömeges megjelenésével a balatoni plankton képéhez. Ezek — az előbbi listában *-gal megjelölteken kívül — a *Keratella quadrata* és a *Notholca striata*. Ue. mintákban nempelágikus fajokat is talált, melyek azonban a közölt listába nincsenek felvéve. A tihanyi vizekből leírt pelágikus *Collothecá*ból (*Collotheca balatonica*, VARGA 1935/36) egy példány sem került bele a harmincas és negyvenes évek kvantitatív mintáiba.

* VARGA azt a formát tartja vezérfajnak, "mely bizonyos állatcsoporton belül, valamely biotóp biocönozisában a gyűjtéskor a legnagyobb egyedszámban jelentkezett" (1932, 56.) Ezzel szemben NAUMANN a "Leitform" kifejezést biológiai tekintetből a következőképpen értelmezi: „Tiere u. Pflanzen deren Vorkommen ein bestimmtes Milieu anzeigen z. B. Die Organismen der Salz Wasser" stb. (Limnologische Terminologie 1931, 309.)

10—12 évvel később (1947, 1949, 1951) ugyancsak tihanyi vizeken gyűjtött kvantitatív minták feldolgozása során (SEBESTYÉN 1953) meg lehetett állapítani, hogy minőségi tekintetből változást jelent a *Trichocerca pusilla* nyíltvízi jelenléte nyár derekán. Ez a forma régebben nádasokból volt feljegyezve (VARGA 1932, 60.).

Térfogat és biomassza szempontjából ezúttal a következő kerekesférgekkel foglalkozom :

Keratella cochlearis (GOSSE)
Keratella tecta (GOSSE) (Syn. *K. cochlearis* var. *tecta*) (GOSSE)
Kellicottia longispina (KELLICOTT)
Keratella quadrata (MÜLL.)
Pompholyx sulcata (HUDSON) és *P. complanata* (GOSSE)
Polyarthra trigla EHRENBERG
Trichocerca pusilla JENNINGS
Filinia terminalis (PLATE).

A hidegvízi planktonra jellemző *Notholca squamula* (MÜLL.)-re (syn. *N. striata*) és a melegvízkedvelő *Asplanchnára* — kis népességsűrűségük miatt — a számítások nem terjedtek ki.

Annak a kapcsolatnak alapján, amely a környezet hőviszonyai és az előfordulás között van, az említett fajok keretében három csoportot lehet megkülönböztetni : egész éven át előfordulókat, továbbá melegvíz-, illetőleg hidegvízkedvelőket. Közelebbről tekintve, a sztenotermikusak között vannak nyári, téli, tavaszi és őszi formák. Más szempontból megkülönböztethetünk kis és nagy népességben élőket, mint azt VARGA L. tette (l. 267. oldal).

Eddigi mennyiségi adataik szerint, melyek közel két évtizeden belül (16 év) 6 évre terjednek, legnagyobb népességben a *Keratella cochlearis* és a *Keratella tecta* fordul elő. Ezek népességsűrűsége időnként meghalad 100 egyedet literenként (*Keratella cochlearis* 1951. IX : 125/*l* ; *K. tecta* 1947. VIII : 122/l és 1951. IX : 143/l).

Az egész éven át előforduló *K. cochlearis* liternyi mintába mindig belekerül. Népességsűrűsége leggyakrabban szeptemberben ér el csúcsértéket. A hálómintát ilyenkor vörösesre színezheti, de van feljegyezve májusi, sőt januári maximum is. A hidegvíz idején a hosszútüskéjű var. *macracantha* gyakori, melynek — a kaudális tüskétől eltekintve — tengelyméretei és így térfogata is nagyobb, mint a melegvíz idején előforduló rövidtüskés alaké. A volumen kiszámításához ezért két modellt készítettem, egyet a meleg- és egyet a hidegvízi méretek középértéke alapján. A hideg- és melegvízi forma térfogatának aránya tüskék nélkül : kb. 1,8 : 1.

A *Keratella tecta** az év első felében szórványosan lép fel, majd népessége augusztustól kezdve hirtelen emelkedik. Maximuma gyakran esik szeptemberre, de augusztusban és októberben is előfordulhat. 1938-ban csak márciusi és áprilisi mintákba (4 liternyi) nem jutott bele. A többi években 4—7 hónapon át hiányzott. Őszi formának tekinthető. A negyvenes években népesség-

* Bár VARGA L. a harmincas évekből származó minták feldolgozása folyamán a *Keratella cochlearis*on belül elkülönítette a *tecta* és *macracantha* változatokat, a táblázatba adataik egyesítve kerültek bele (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951. alaptáblázatok). Ez alkalommal, felhasználva az eredeti feljegyzéseket, a var. *tecta* adatokat elkülönítettem a *K. cochlearis*tól.

sűrűsége emelkedést mutat a harmincas évek adataival szemben. A környezet hőmérséklete és a nagyságbeli eltérés összefüggése e fajon is feltűnik. A két modell januári, ill. júliusi populáción felvett tengelyméretek alapján készült. A hidegvízi és melegvízi forma térfogatának aránya, tüskék nélkül: 1,3 : 1 (vö. 273. o. lábjegyzet).

Keratella quadrata nem kerül mindig bele 4—8 liternyi mintába, különösen november—decemberben ritka, hálóval ellenben mindig fogható. A szórványosságot kis népességének tulajdoníthatjuk. Tavaszi formának tekinthető. Népességének maximuma (legfeljebb 10—14/liter) legtöbb esetben májusra esik, egy esetben szeptemberi adatunk is magas.

A *Kellicottia longispinát* a legmelegebb hónapokban és az év második felében szórványosan találjuk 4—8 liternyi mintában. Népességsűrűsége hirtelen emelkedik és hirtelen esik. Maximuma legtöbb esetben májusban van, szórványosan az év többi részén is előkerül. Hűvösvízi tavaszi formának minősíthető, bár hőigényének amplitúdója tág.

Vertikálisan a reggeli órákban, főként 1 m mély szinten tömörül. 1937., 1938. és 1949. évi maximuma idején (május) elhelyezkedése — népességsűrűség *(e/l)* és szintek szerint — a következő volt:

	felület	1m	2m	3m	évi maximum
1937. V. 11.	1	78 (78%)	17	3	26
1938. V. 14.	34	107 (58%)	38	7	47
1949. V. 28.	12	84 (62%)	28	8	33

Notholca squamula (syn. *N. striata*) a *téli* hónapokra jellemző. A melegvíz idején mindig hiányzik. Hideg sztenotermikus faj, szűk határokkal, kis népességgel. Maximuma legfeljebb 3 *e/l*. Reggeli órákban leggyakrabban 2 m-es szinten fordul elő.

Polyarthra trigla. A téli hideget követő hűvös vízben (télutó, kora tavasz) nemigen jut 4—8 l-nyi mintába. Az év többi részében állandóan előfordul, s népességének maximális kifejlődése — merített minták adatai alapján — gyakran erre az időszakra tehető (május—október, néha december). 1938-ban valamennyi mintában jelen volt, s lehetséges, hogy némely évben a tavaszi hűvös vízben való „hiánya" népességsűrűségének erre az időszakra eső alacsony értékéből ered. VARGA L. euritermikusnak tartja.

VARGA L.-nak a révfülöpi mintákon tett azon megállapítása, hogy a *Polyarthra* januárban, mondhatnók télen „vezérfaj", általában nincs mindig összhangban a Tihany környéki vízterületek adataival, ha csupán a merített, ülepített mintákra támaszkodunk. Előfordul, hogy népességsűrűsége maximális értékét télen éri el, mint pl. 1949 decemberében. 1958 januárjában a hálós planktonban valóban a leggyakoribb képviselője csoportjának (mind petés ♀-ek!).

Népessége a harmincas évekhez viszonyítva emelkedőnek látszik.

Pompholyx sulcata. Legnagyobb kifejlődését nyár derekán éri el (július, augusztus, de júniusban is, 1936). Ebben az időszakban csaknem minden nőstény petés. 1949-ben az évi csúcsérték elérését követő hónapban, szeptemberben mind a négy mélységből feltűnő sok üres kitinburok került elő. Vertikális eloszlás a felülettől fenékig: 184 (63%), 56, 84, 20, literenként átlagban

86 egyed, míg eleven (4 db) csak a felületi rétegben volt. 1951-ben augusztusban és szeptemberben igen nagy volt a népesség (60, illetőleg 87 egyed literenként), novemberben egyetlen példány sem került a 4 liternyi mintába. (Ebben az évben — sajnos — nincsenek októberi adatok). A fentiekből arra lehet következtetni, hogy a népesség, teljes kifejlődését elérve, hirtelen hanyatlik (tömegpusztulás az életpálya végén?).

Népességsűrűsége a negyvenes években az előbbi évtized adataihoz mérve — határozott emelkedést mutat.

Az *Asplanchna Brightwellii* (Gosse) kis népességben élő nyári fajnak látszik, a kvantitatív mintákban novembertől úgyszólván májusig hiányzik. Novemberi előfordulásra csupán egy adat van (1949, az alacsony vízállás rendkívüli éve!). E nagy termetű falánk ragadozó mégis hozzátartozik a balatoni plankton nyári arculatához.

A reggeli órákban többnyire 1—2 m mélységből kerül elő a legtöbb példány. Ha csekély számban fordul is elő, ez az elhelyezkedés jellemző. A népesség kicsinységére mutat, hogy literenkénti előfordulása a harmincas években általában kisebb 1-nél, legnagyobb érték a három egymást követő

———→

1—20. ábra. Rotatoria vázlatok (rajzoló készülék) oly példányokról, melyek megközelítik a balatoni méretek középértékét (vö. *1. táblázat;* lépték adva)

1 = *Keratella cochlearis*, hidegvízi, szemből; *2* = ua. oldalról; *3* = *Keratella cochlearis*, melegvízi, szemből; *4* = ua. oldalról; *5* = *Keratella tecta*, hidegvízi, szemből; *6* = ua. oldalról; *7* = *Keratella tecta*, melegvízi, szemből; *8* = ua. oldalról; *9* = *Keratella quadrata*, szemből; *10* = *Kellicottia longispina*, szemből; *11* = ua. oldalról; *12* = ua. sertékkel, kisebb nagyításban; *13* = *Trichocerca pusilla*, oldalról; *14* = *Pompholyx sulcata*, szemből; *15* = ua. oldalról; *16* = ua. felülről; *17* = *Polyarthra*, szemből; *18* = ua. oldalról; *19* = *Filinia terminalis*, szemből; *20* = ua. sertékkel, kisebb nagyításban. A mért tengelyeket szaggatott vonal jelöli: a = hossztengely; dv = hát—hasi tengely; *l* = oldalsó tengely

Рисунки 1—20. Схемы Rotatoria (изготовленные рисующим пособием), экземпляров, близких к средней величине в озере Балатон (см.: таблицу 1; масштаб намечен).

1 = Keratella cochlearis, холодноводная, спереди; *2* = то же, боковой вид; *3* = Keratella cochlearis, тепловодная, спереди; *4* = то же, сбоку; *5* = Keratella tecta, холодноводная, спереди; *6* = то же, сбоку; *7* = Keratella tecta, тепловодная, спереди; *8* = то же, сбоку; *9* = Keratella quadrata, спереди; *10* = Kellicottia longispina спереди; *11* = то же, сбоку; *12* = то же, с щетиной, меньшее увеличение; *13* = Trichocerca pusilla, сбоку; *14* = Pompholyx sulcata, спереди; *15* = то же, сбоку; *16* = то же, *17* = Polyarthra, спереди; *18* = то же, сбоку; *19* = Filinia terminalis, спереди; *20* = = то же с щетиной, меньшее увеличение. Измеренные оси намечены пунктированной линией: a = продольная ось; dv = дорсивентральная ось; l = латеральная ось.

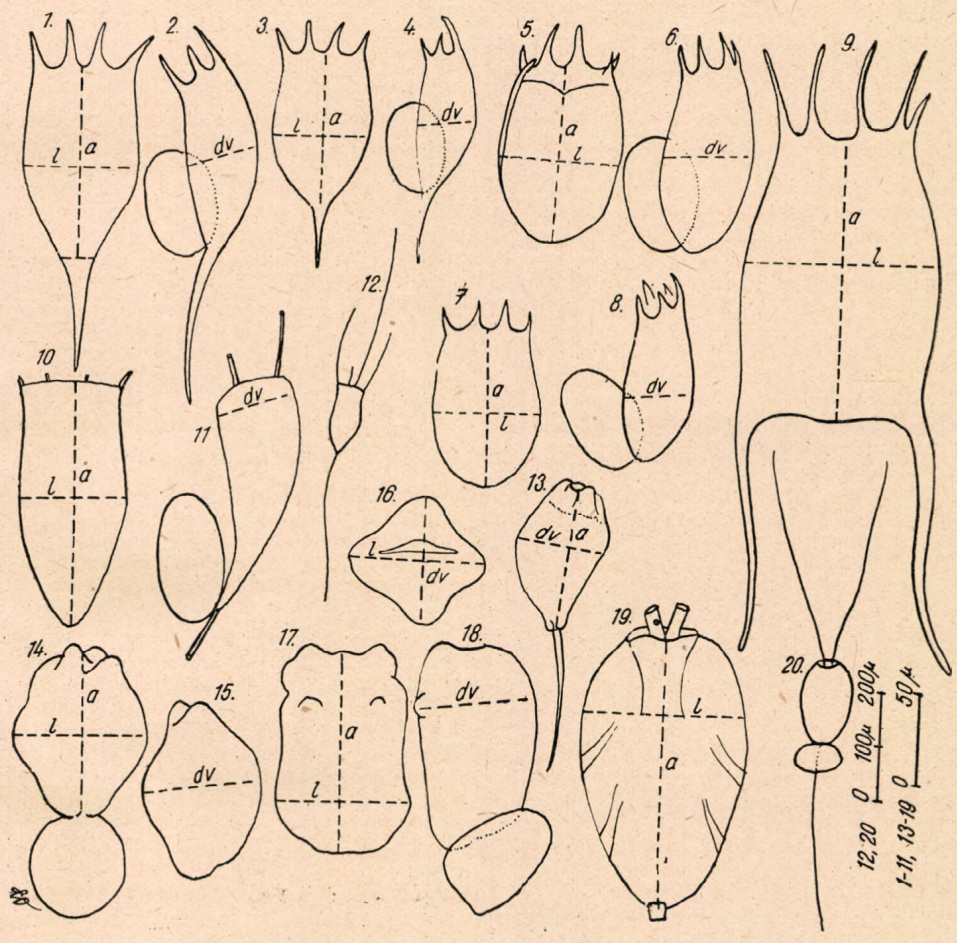
Figs. 1—20. Sketches of rotifers drawn by camera lucida. Sketches were chosen the size of which represents the mean values of the different forms *(see Table 1).*

1 = *Keratella cochlearis*, cold water form, frontal view; *2* = the same, lateral view; *3* = *Keratella cochlearis* warm water form, frontal view; *4* = the same, lateral view; *5* = *Keratella tecta*, warm water form, frontal view; *6* = the same, lateral view; *7* = *Keratella tecta*, warm water form, frontal view; *8* = the same, lateral view; *9* = *Keratella quadrata*, frontal view; *10* = *Kellicottia longispina*, frontal view; *11* = the same, lateral view; *12* = the same, whole figure with bristles; *13* = *Trichocerca pusilla*, lateral view; *14* = *Pompholyx sulcata*, frontal view; *15* = the same, lateral view; *16* = the same, apical view; *17* = *Polyarthra* frontal view; *18* = the same, lateral view; *19* = *Filinia terminalis*, frontal view; *20* = the same, full figure with bristles; a = longitudinal axis; dv = dorsiventral axis; l = lateral axis. Rate of magnification given

évben 2,5/l volt. A negyvenes években a népesség valamit emelkedett (maximum 1947, 1949, ill. 1951-ben 5, 7, illetőleg 13), kifejezett tömörülés 1—2 m-en. Augusztusi mintákba valamennyi egyed (25 db) az 1 m-es szintből jutott be, szeptemberben 2 m-en volt a tömörülés (felülettől fenékig az elhelyezkedés : 8, 8, 24, 9, középértékben 13, ami egyúttal az év maximuma is).

Nyári formának minősíthető a *Trichocerca pusilla* is. A harmincas évek kvantitatív mintáiba egy sem került be. A negyvenes évek nyíltvízi mintáiban nyár derekán állandóan előfordult, hirtelen emelkedő, majd hanyatló népességben. Maximuma július—szeptemberre esik. Októbertől márciusig terjedő időszakból eddigelé nincsen feljegyezve. A pelágiumba való behatolása (?) a planktonnak a negyvenes évekre jellemző változásával hozható kapcsolatba (Sebestyén 1953).

Filinia terminalis a harmincas évek kvantitatív mintáiba — szórványosan — a hidegvíz idején került be. A negyvenes években, egy-egy esetben, a melegvíz idejéről van feljegyezve (VI, VIII), ami arra utal, hogy kis népességben talán állandóan előfordul, de általában a hidegvíz idején éri el teljes kifejlődését. Az 1949-i mintákból hiányzott. Rylovnál perennikus,



1.

A vizsgált fajok

n = adatok száma; a = hossztengely; dv = hát-hasi tengely; l = oldalsó

1 Faj		n			2 Tengely 3 szerve			
		a	dv	l	a		dv	
					amplitudo	k	amplitudo	k
Keratella cochlearis (Gosse)	h	85	17	68	88—115	102,75	31—52	42,82
	m	52	7	46	70—100	83,17	32—36	34,28
Keratella tecta (Gosse)	h	50	1	49	90—112	99,80	48	48
	m	33	3	30	75—95	87,09	40	40
Keratella quadrata (Müll.)	h	10	0	10	140—175	153,60	?	?
Kellicottia longispina (Kellicott).....		51	35	16	100—180	138,03	40—60	50,42
Trichocerca pusilla (Jennings)		8	5	3	70—100	84,37	50—75	59,40
Polyarthra trigla (Ehrenberg)...	m	53	31	22	68—135	115,13	60—82	67,41
Pompholyx sulcata (Hudson)		59	35	32	85—110	93,79	68—80	73,74
Filinia terminalis Plate		25	6	19	120—175	153	75—90	79,16

Varga szerint hidegvízkedvelő (1932, 56.), ezt támogatja az 1955. I. 18-i hálós mintában való tömeges előfordulása. A hossztengely mérete (serték nélkül) lényegesen kisebb (ampl. 120—175 μ, Ké. 153 μ, formalinnal rögzítve), mint azt Varga L. a révfülöpi anyagon megállapította (300 μ; 1932, 56.). Méreteket vettem, középértéket számítottam, a modell is elkészült. Biomassza értékeket is számítottam, noha előfordulása szórványos és népességsűrűsége alacsony értékű.

Sűrű népesség esetén — nagy termete miatt — az *Asplanchná*hoz hasonlóan — az egyidejűleg előforduló Rotatoria népesség biomassza-értékét jelentékenyen emelné.

A balatoni plankton Rotatoria részlege biomasszájának kiszámításához szükséges modelleket 500-szoros nagyításban alakítottam — a már ismertetett módszerrel (Sebestyén 1954), vagyis balatoni anyagon felvett főtengely-méretek középértékei alapján, a finomabb testfüggelékeket elhagyva (kaudális, orális tüskék, serték, láb stb.).

Az alakbeli sajátság utánzásában vázlataim irányítottak *(1—20. ábra)*. Az irodalomban található rajzokat is segítségül vettem.

A modell tehát méretben az illető faj balatoni népességének felel meg *(I. táblázat; tábla, 1—10. ábra)*. Valamennyi fajon kevés a *dv* méretre vonat-

táblázat
és modelljük méretei

tengely; m = melegvízi forma; h = hidegvízi forma; k = középérték

méretek					5 Térfogat		7 Megjegyzés Méretfelvételekhez használt anyag gyűjtési ideje; minta száma
zet μ		4 modell 500× lineáris nagyításban mm					
l		a	dv	l	modell cm^3	6 szervezet μ^3	
amplitudo	k						
50—76	65,02	51	21	32	26 989	215 919	1956. I. 18. No 423
42—65	53,80	41,5	17	26,5	15 282	122 017	1955. VII. 27. No 355
62—85	69,02	49,5	24	34,5	21 212	169 699	1956. I. 18. No 423
55—75	62,16	43,5	20	31	16 373	130 990	1955. VII. 27. No 355
85—130	112,50	76,5	?	56	82 598	660 790	1956. I. 18. No 423
50—75	64,82	69	25	32	26 940	214 995	1956. I. 18. No 423
45—55	49	42	29,5	24,5	18 904	151 235	1955. VII. 27. No 355 1949. VIII. 24. No 186
62—90	75,72	57,5	33,7	37,8	47 922	383 379	1955. VII. 27. No 355
70—90	80,12	46,8	36,8	40,—	38 867	310 938	1955. VII. 27. No 355
85—105	98,15	76,5	39,5	49	77 596	620 773	1956. I. 18. No 423

kozó adat, ami abból származik, hogy a gyakori dorsoventrális lapítottság következtében a készítményekben a legtöbb példány a hossz- és laterális tengely mérésére alkalmas helyzetben fekszik. Különösen kevés anyag állott rendelkezésre a *Keratella quadrata*ból. Igen kevés mérést végezhettem, vastagsági átmérőt tulajdonképpen nem is mérhettem. Mégis igen valószínű, hogy ennek a fajnak térfogata valóban a legnagyobb. A *Keratellá*kon kétségkívül hibaforrás származik a páncélból is, de ezt nem volt módomban kiküszöbölni. Minthogy a páncél nem lakás, hanem a test szerves része, a térfogatszámításban, illetőleg mérések során különben sem lehetne mellőzni. Itt nem lehettünk tekintettel arra, hogy pl. tápérték szempontjából a lorica nem lehet egyenrangú a test többi részével. Mint az állati plankton többi csoportjain is, úgy találtam, hogy egész éven át előforduló Rotatoriákon (*Keratella cochlearis, K. tecta*) a nyári forma méretei kisebbek a hidegvízieknél. Ezért ezeknek a fajoknak két modelljét készítettem el. A *K. cochlearis*on a téli és nyári forma térfogatbeli viszonya 1,8 : 1, a *K. tectán* 1,3 : 1.*

* A nagyságbeli különbség okát kereshetjük egyfelől a környezet szezon szerint való hőviszonyai közvetlen kihatásában, de összefüggésben van az a heterogóniával kapcsolatos ciklomorfozissal is. Az életpálya-szakaszok kezdetét és tartamát viszont indirekt úton szintén befolyásolhatják a környezet hőviszonyai.

Kis népességben előforduló fajokon a térfogat mértékszámát nem értékelhetjük egyformán, mert míg pl. a *Filinia terminalis*ból sikerült meglehetősen sok egyedet mérnem, a *Keratella quadrata*ból alig pár mérési adat állott rendelkezésre. Mindkét forma térfogatára magas értéket kaptam, mégis nagyobb lehet a hiba a *Keratella quadrata*ra vonatkozó számításokban, mint pl. az ugyancsak kis népességű *Filinia* esetében. A nagytestű, de kis népességben előforduló *Asplanchná*ra vonatkozó méretek száma oly kevés, hogy modellt sem készíthettem és így biomasszát sem számítottam.

a) Elkülönítve a hideg- és melegvízi formákat, a térfogatértékek emelkedő sorrendje a következő :

	hideg, ill. hűvösvízi μ^3	melegvízi μ^3	
Keratella cochlearis		122 017	kis formák
Keratella tecta		130 990	
Trichocerca pusilla		151 235	
Keratella tecta	169 699		közepes nagyságúak
Kellicottia longispina	214 995		
Keratella cochlearis	215 919		
Pompholyx sulcata		310 938	
Polyarthra trigla		383 379	
Filinia terminalis	620 773		nagy formák
Keratella quadrata	660 790		
Asplanchna Brightwellii		?	

Terjedelmesség elkerülés végett a *2. táblázat*ban a régebben közölt népességsűrűségi adatok (Sebestyén—Török—Varga 1951 ; Sebestyén 1953) és a most számított térfogatértékek felhasználásával biomassza-átlagértékeket foglaltam össze 1936—1938., 1947., 1949., 1951. évekre vonatkozólag a hidegvíz és melegvíz idejére, valamint az egész évre. A számok összevont (átlag) értékek, melyek 5, 7, ill. 12 hónapos szakaszokra vonatkoznak. Az összehasonlíthatóság kedvéért e csoporton is az értékek a térfogategységnyi vízre (4 szint középértékeiből), a felületegységnyi vízoszlopra és az egész tóra vannak számítva.

Az évnek meleg és hideg időszakra való tagolása — ha azt összehasonlíthatóság kedvéért a többi csoportokkal egybehangzóan végezzük (hidegvíz ideje XII—IV ; melegvíz ideje V—XI) — e csoportra alkalmazva, különösen erőltetett. Az eupelágikus Rotatoriák hőigénye, illetőleg hőtűrése fajonként meglehetős változatosságot mutat. A csoport különösen kitűnik azzal, hogy közöttük határozottan hidegvízkedvelő formák is vannak. Ilyen pl. a *Notholca squamula*, mely azonban oly kis népességben fordul elő, hogy vele térfogat és biomassza szempontjából nem foglalkozhattam. A hűvösvízkedvelő *Kellicottia longispiná*nak — noha maximuma gyakran májusra esik, a melegvízi átlagértéke mégis alacsony. A *Trichocerca pusilla* melegvízkedvelőnek tűnik fel, mégis, áprilisi előfordulása következtében, a hidegvíz idején is szerepel. A *Polyarthra* melegvízi *e/l* értékei jóval meghaladják a hidegvízi értékeket, jóllehet enyhe teleken (pl. 1957—58 elején is) rendkívül gyakori.

Az átlagértékekben — az egyes tagok hőigényétől eltekintve is — nem juthatott kifejezésre a környezet hőmérsékletében mutatkozó *évi változás*, pedig ez a népesség kifejlődésének idejére és mértékére is kihathat.



1. tábla. Nyíltvízi Rotatoriák modelljei (Szabó Ernő felvétele; vö. *1. táblázat, 1—20.* szövegközti *ábra*)

1 = *Keratella cochlearis*, hidegvízi forma; *2* = ua. melegvízi forma; *3* = *Keratella tecta*, hidegvízi; *4* = ua. melegvízi; *5* = *Keratella quadrata; 6* = *Kellicottia longispina; 7* = *Trichocerca pusilla; 8* = *Polyarthra*; *9* = *Pompholyx sulcata; 10* = *Filinia terminalis*. Mérték 2 : 3

Таблуца 1. Модели Rotatoria открытой воды (фотоснимки; см. таблицу 1, тескговые рисунка *1—20*).

1 = Keratella cochlearis, холодоводная форма; 2 = то же, тепловодная форма; 3 = Keratella tecta; холодоводная; 4 = то же, тепловодная; 5 = Keratella quadrata; 6 = Kellicottia longispina; 7 = Trichocerca pusilla; 8 = Polyarthra, 9 = Pompholyx sulcata; 10 = Filinia terminalis. Масштаб 2 : 3.

Plate 1. Models of pelagic rotifers *(see text-figures 1—20)* (Photo Ernő Szabó *1* = *Keratella cochlearis*, cold water form; *2* = the same, warm water form; *3* = *Keratella tecta*, cold water form; *4* = the same, warm water form; *5* = *Keratella quadrata; 6* = *Kellicottia longispina; 7* = *Trichocerca pusilla; 8* = *Polyarthra*; *9* = *Pompholyx sulcata;* 10 = *Filinia terminalis*. Proportion 2 : 3

2. táblázat

Nyíltvízi Rotatoriák biomasszájának változása a hideg- és melegvíz idején 1936—1951 években és az ez évekre számított középérték

e/l = egyedszám/liter ; m = melegvízi forma ; egy literre (b_l), egy dm² alapú vízoszlopra (b_f) vonatkozó átlagbiomassza érték ; b_T = tavi becslés

1 Faj	1936									1937									1938								
	2 hidegvízi átlag XII—IV				3 melegvízi átlag V—XI				4 évi közép I—XII				2 hidegvízi átlag XII—IV				3 melegvízi átlag V—XI				4 évi közép I—XII			
		5 térfogat				5 térfogat				5 térfogat				5 térfogat				5 térfogat				5 térfogat		
	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³
Keratella cochlearis (Gosse)	4	863,6	0,0259	1,5546	9	1 098,1	0,0329	1,9766	(8 m) 7	976,1	0,0292	1,7570	7	1 511,4	0,0453	2,7205	5	1 079,5	0,0323	1,9432	15	1 830,2	0,0549	3,2943
Keratella tecta (Gosse)	1	169,6	0,0050	0,3054	2	261,9	0,0078	0,4715	<2	261,9	0,0078	0,4715	1	169,6	0,0050	0,3054	1	169,6	0,0050	0,3054	3	392,9	0,0117	0,7072
Keratella quadrata (Müll.)	1	660,7	0,0198	1,1893	1	660,7	0,0198	1,1893	1	660,7	0,0198	1,1893	1	660,7	0,0198	1,1893	1	660,7	0,0198	1,1893	2	1 321,5	0,0396	2,3787
Kellicottia longispina (Kellicott) (Syn. Notholca longispina Kellicott)	2	429,9	0,0128	0,7739	2	429,9	0,0128	0,7739	2	429,9	0,0128	0,7739	2	429,9	0,0128	0,7739	3	644,9	0,0193	1,1609	3	644,9	0,0193	1,1609
Polyarthra trigla Ehrenberg	1	383,3	0,0115	0,6900	4	1 533,5	0,0460	2,7602	2	766,7	0,0230	1,3801	2	766,7	0,0230	1,3801	6	2 300,2	0,0690	4,1403	4	1 533,5	0,0460	2,7602
Pompholyx sulcata (Hudson)	1	310,9	0,0093	0,5596	8	2 487,5	0,0746	4,4774	5	1 554,6	0,0466	2,7984	0				10	3 109,3	0,0932	5,5968	6	1 865,6	0,0553	3,3580
Trichocerca pusilla (Jennings)																								
Filinia terminalis (Plate)	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173
Egyéb Rotatoria	3				3				2				1				2				2			
Összes Rotatoria	11	3 439,2	0,1031	6,1905	27	7092,7	0,2127	12,7661	20	5 271,1	0,1681	9,4878	14	4 159,4	0,1247	7,4867	33	9 366,0	0,2809	16,8885	25	6 685,8	0,1999	12,0342

1 Faj	1947					1949					1951				
	2 hidegvízi átlag XII—IV			3 melegvízi átlag V—XI		4 évi közép I—XII		2 hidegvízi átlag XII—IV		3 melegvízi átlag V—XI		4 évi közép I—XII		2 hidegvízi átlag XII—IV	
	5 térfogat			5 térfogat		5 térfogat		5 térfogat		5 térfogat		5 térfogat		5 térfogat	
	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³
Keratella cochlearis (Gosse)	7	1 511,4	0,0453	2,7205	7	854,1	0,0256	1,5373	(8 m) 7	976,1	0,0292	1,7570	8	1 727,3	0,0518	3,1092	7	854,1	0,0256	1,5373	13	2 806,8	0,0842	5,0523
Keratella tecta (Gosse)	0				27	3 536,7	0,1061	6,3660	21	2 750,7	0,0825	4,9513	5	848,4	0,0254	1,5272	8	1 047,9	0,0314	1,8862	1	169,6	0,0050	0,3054
Keratella quadrata (Müll.)	1	660,7	0,0198	1,1893	2	1 321,5	0,0396	2,3787	2	1 321,5	0,0396	2,3787	1	660,7	0,0198	1,1893	1	660,7	0,0198	1,1893	3	1 982,3	0,0594	3,5682
Kellicottia longispina (Kellicott) (Syn. Notholca longispina Kellicott)	11	2 364,9	0,0709	4,2568	2	1 321,5	0,0396	2,3787	4	859,9	0,0257	1,5478	10	2 149,9	0,0644	3,8694	6	2 064,3	0,0619	3,7158	3	644,9	0,0193	1,1609
Polyarthra trigla Ehrenberg	7	2 683,6	0,0805	4,8304	46	17 635,4	0,5290	31,7437	37	14 185,0	0,4255	25,5330	6	2 300,2	0,0690	4,1403	7	2 683,6	0,0805	4,8304	0			
Pompholyx sulcata (Hudson)	0				13	4 042,1	0,1212	7,2759	10	3 109,3	0,0932	5,5968	1	310,9	0,0093	0,5590	1	453,7	0,0136	0,8166	0			
Trichocerca pusilla (Jennings)	0				9	1 361,1	0,0408	2,4499	7	1 058,6	0,0307	1,9055	1	151,2	0,0045	0,2722	3	453,7	0,0136	0,8166	2			
Filinia terminalis (Plate)	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173
Egyéb Rotatoria	8				10				8				0				8				4			
Összes Rotatoria	26	7 220,8	0,2166	12,9972	106	29 181,1	0,8754	52,6258	88	24 261,5	0,7268	43,6704	32	8 149,0	0,2444	14,6669	37	8 544,8	0,2563	15,3753	36	8 314,7	0,2494	14,9661

1 Faj	1949						1951					
	3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII			3 melegvízi átlag V—XI			4 évi közép I—XII		
	5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat			5 térfogat		
	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³	e/l	b_l 1000 μ^3	b_f mm³	b_T m³
Keratella cochlearis (Gosse)	7	854,1	0,0256	1,5373	(9 m) 8	1 098,1	0,0329	1,9766	52	6 344,8	0,1903	11,4207	(36 m) 32	4 392,6	0,1297	7,9065
Keratella tecta (Gosse)	8	1 047,9	0,0314	1,8862	7	916,9	0,0275	1,6504	47	6 156,5	0,1846	11,0817	23	3 012,7	0,0903	5,4229
Keratella quadrata (Müll.)	1	660,7	0,0198	1,1893	1	660,7	0,0198	1,1893	2	1 321,5	0,0396	2,3787	3	1 982,3	0,0594	3,5682
Kellicottia longispina (Kellicott) (Syn. Notholca longispina Kellicott)	4	859,9	0,0257	1,5478	4	859,9	0,0257	1,5478	1	214,9	0,0064	0,3869	2	429,9	0,0128	0,7739
Polyarthra trigla Ehrenberg	37	25 533,0	0,7659	46,0194	37	25 533,0	0,7659	46,0194	40	15 335,1	0,4600	27,6024	20	766,7	0,0230	13,8012
Pompholyx sulcata (Hudson)	10	7 437,7	0,2231	13,3876	10	7 437,7	0,2231	13,3876	9	2 891,0	0,0867	17,3503	16	4 975,0	0,1492	8,9548
Trichocerca pusilla (Jennings)	2	302,4	0,0090	0,5444	2	302,4	0,0090	0,5444	3	1 289,9	0,0386	2,3218	2	932,8	0,0279	1,6790
Filinia terminalis (Plate)	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173	1	620,7	0,0186	1,1173
Egyéb Rotatoria	14				14				14				8			
Összes Rotatoria	104	24 139,7	0,6211	43 4508	104	24 139,7	0,6211	43 4508	104	24 139,7	0,6211	43 4508	104	24 139,7	0,6211	43 4508

b) A hat év adataiból az egyes fajok maximális népességsűrűségének értéke, felmenő sorrendben, a következő (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951 ; SEBESTYÉN 1953, alaptáblázat) :

k, *e/l*		
15	*Keratella quadrata*	1938 május
37	*Trichocerca pusilla*	1947 július
47	*Kellicottia longispina*	1938 május
80	*Polyarthra trigla*	1947 május
87	*Pompholyx sulcata*	1951 szeptember (1949. IX-ben mind üres)
125	*Keratella cochlearis*	1951 szeptember
143	*Keratella tecta*	1951 szeptember
464	összes Rotatoria	1951 szeptember

Ebből az tűnik ki, hogy

1. a legtöbb fajon a maximális népességsűrűség a negyvenes évekre esik ;

2. a maximum leggyakrabban május és szeptember hónapokra esik ;

3. mégpedig májusra a hűvösvízi fajokon, szeptemberre az euritermikusokon és a nyári *Pompholyx*on, júliusra a nyári *Trichocercán* ;

4. a legmagasabb értékek (3 fajon) 1951-ben fordultak elő.

c) A Rotatoria csoporton a népességsűrűség *évi középértéke* a hat vizsgálati év folyamán növekedőben volt, 1949-ben visszaesés mutatkozott (l. SEBESTYÉN 1953, 4. táblázat).

	b_T*
1936	9,4878
1937	12,0342
1938	15,6455
1947	43,6704
1949	14,9661
1951	43,4508

A biomassza 1947-ig emelkedik, 1949-ben visszaesik (1947. évi érték egyharmadára) s csak 1951-ben éri el megint az 1947-es szintet.

d) A biomassza évi középértékeiben, fajok szerint, az emelkedő sorrend a következő :

b_T		
2,7602 tonna	*Polyarthra*	1937
2,7984 ,,	*Pompholyx*	1936
4,8304 ,,	*Polyarthra*	1949
5,0371 ,,	*Pompholyx*	1938
5,5968 ,,	*Pompholyx*	1947
7,9065 ,,	*Keratella cochlearis*	1951
8,9548 ,,	*Pompholyx*	1951

* A szövegközti kistáblázatokban (c—e) a b_T értéket (tavi becslés m³-ben) használom, mert nagysága — összehasonlítás céljából — könnyebben áttekinthető.

Ebből kitűnik, hogy a maximális évi középérték 6 közül 4 esetben a *Pompholyx*ra, 2 évben a *Polyarthra*ra esik, tehát közepes térfogatú, de nagy népességű *nyári fajokra*. A legnagyobb értéket (1951) megközelíti a nyáron legkisebb termetű, de a hidegvíz idején már a közepes térfogatúak közé emelkedő *Keratella cochlearis*.

e)

	évi közép b_T tonna	melegvíz átlag b_T	hidegvíz átlag b_T
1936	9,4878	12,7661	6,1905
1937	12,0342	16,8585	7,4867
1938	15,6455	21,2614	7,2685
1947	43,6704	52,6258	12,9972
1949	14,9661	15,3753	14,6669
1951	43,4508	76,2667	10,0869

Az *e) kistáblázat* arra utal, hogy

1. a harmincas évek alatt a Rotatoria csoporton biomassza évi középértéke és melegvízi átlaga, mondhatnánk, egyenletesen nő, a hidegvíziben alig van változás ;

2. ugrásszerű az emelkedés (9 évre eső!) 1938 és 1947 között mindhárom értékcsoportban ;

3. az alacsony vízállással jellemezhető 1949. évben jelentékeny (körülbelül 1/3-nyi) csökkenés mutatkozik mind az évi, mind a melegvízi átlagban. A hidegvíz idején az érték emelkedése abból adódik, hogy a *Keratella tecta* 1947. évi hidegvízi átlaga nem mutatható ki, két nyári faj (*Pompholyx* és *Trichocerca*), a korai megjelenés miatt, viszont kimutatható értékkel szerepel a hidegvíz idején is *(2. táblázat)*.

Az alacsony vízállás körülményei kedvezőtlenül látszottak hatni a *Keratella tecta*, *Polyarthra* és *Pompholyx*-ra, míg a *Kellicottia longispina* melegvízi átlagértéke emelkedett (vö. Oligotricha Ciliata, SEBESTYÉN 1958; *2. táblázat*).

E tanulmány egyik alapjául szolgáló népességsűrűségi értékek 4—8 liternyi, mindig 4—4 szintből merített vízminta átlagértékei, tehát a vertikális elterjedés különbségei ki vannak egyenlítve. A horizontális elterjedés sajátságai azonban nincsenek kiküszöbölve. (Ilyen vizsgálatok most vannak folyamatban.) Mégis, minthogy 6 évre terjedő adathalmaz feldolgozásáról van szó, az értékek mutatnak némi szabályosságot. Látjuk, hogy a csoport a harmincas és negyvenes évek között mind népességsűrűség, mind biomassza tekintetéből lényegesen emelkedett. Minőségi eltérést — amint már 1953-ban rámutattam — a *Trichocercá*nak a nyíltvízbe való behatolása (?) jelenti. Az 1957—58. évi tél elején végzett tájékoztató vizsgálatok arra utalnak, hogy a Rotatoriák száma tavunkban most is emelkedőben van. Betekintést nyertünk abba is, hogy ez a csoport mekkora tömegű élőanyagot képvisel tavunkban, és milyen értékűek az évek során és hosszabb időközben mutatkozó változások. (A térfogat, ill. biomassza mérések és számítások a petére, ill. embrióra nem terjedtek ki.)

Összefoglalás

Felhasználva a rendelkezésre álló népességsűrűségi adatokat (Sebestyén—Török—Varga 1951 ; Sebestyén 1953), szerző átlag-biomasszaértékeket számított a Balaton nyíltvízi Rotatoriái közül a nagyobb népességben előforduló fajokon (*Keratella cochlearis*, *K. tecta*, [*K. quadrata*], *Kellicottia longispina*, *Polyarthra*, *Pompholyx*, *Trichocerca pusilla* és [*Filinia terminalis*]).

A térfogatot Lohmann módszerével : modellek közvetítésével állapította meg. A modellek 500-szoros nagyításban oly tengelyméretek alapján készültek, melyek lokális vonatkozásban statisztikai középértékül tekinthetők. A perennikus *Keratella cochlearis*on és *K. tectán* az évszaknak megfelelő nagyságrendi különbséget is kifejezik (1,8 : 1, ill. 1,3 : 1).

A biomassza évi középértéke és melegvízi átlaga a harmincas évek alatt egyenletesen nő, a hidegvíziben alig van változás. A harmincas és negyvenes évek adatai között az értékek *ugrásszerűen* emelkedtek.

Az alacsony vízállással jellemzhető 1949. évben, a hidegvízi értékek kivételével, csökkenés mutatkozik. A hidegvízi emelkedés részben a tekintetbe vett különböző hőigényű és hőtűrő fajoknak mesterségesen két csoportba való összefogásából ered, melyhez hozzájárulnak még a környezetben jelentkező évi különbségek kihatásai. Az 1949-es stagnálás kedvezően hatott a *Kellicottia* állományának alakulására, míg a *Keratella tecta*, *Polyartra* és *Pompholyx* állománya csökkent.

Betekintést nyertünk abba is, hogy a nyíltvíz Rotatoriái milyen tömegű élőanyagot képviselnek (peték, ill. embriók nélkül).

IRODALOM

Berzins, B. (1954): Nomenklatorische Bemerkungen an einigen planktischen Rotatoria-Arten aus der Gattung Keratella. *Hydrobiologia* **6**, 321—327.

Rylov, W. M. (1935): Das Zooplankton der Binnengewässer. Thienemann : *Die Binnengewässer XV*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandl. IX + 272.

Sebestyén O. (1953): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. II. Évtizedes változások. *Annal. Biol. Tihany* **21**, 63—89.

Sebestyén O. (1954): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. III. Pelágikus Dinoflagellaták biomasszája. *Annal. Biol. Tihany* **22**, 185—197.

Sebestyén O. (1958): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. VII. Biomassza számítások nyíltvízi Oligotricha Ciliátákon. *Annal. Biol. Tihany* **25**,

Sebestyén O.—Entz B.—Felföldy L. (1951): Alacsony vízállással kapcsolatos biológiai jelenségek a Balatonon 1949 őszén. *Annal. Biol. Tihany* **20**, 127—160.

Sebestyén O.—Török P.—Varga L. (1951): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. I. *Annal. Biol. Tihany* **20**, 69—125.

Varga L. (1932): A Balaton pelágikus Rotatoriái. — Die pelagischen Rotatorien des Balaton-sees. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **5**, 51—63.

Varga L. (1935/36): Collotheca Balatonica n. sp. etc. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **8**, 178—182.

Varga L. (1949): Rotatoriák quantitativ feldolgozása balatoni planktonminta-sorozatokból 1936—1938. (Kézirat).

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПЛАНКТОНА ОЗЕРА БАЛАТОН. VIII. РАСЧЕТ БИОМАССЫ НАД КОЛОВРАТКАМИ ОТКРЫТЫХ ВОД

О. Шебештьен

РЕЗЮМЕ

Пользуясь имеющимися данными плотности населения (Шебештьен—Тэрэк—Варга, 1951 ; Шебештьен, 1953—), автор вычислил средние величины биомассы видов, встречаемых с наибольшим населением среди Rotatoria открытой воды озера Балатон, а именно : Keratella cochlearis, K. tecta, (K. quadrata), Kellicottia longispina, Polyarthra, Pompholyx, Trichocerca pusilla, Filinia terminalis.

Автор определил объем с помощью моделей по методу Леманна. Модели изготовились увеличением в 500 раз на основе таких аксиальных размеров, которые в местном отношении могут считаться статистической средней величиной. У произимующих видов Keratella cochlearis и K. tecta модели выражают также различие порядка величин, соответствующих времени года (1,8 : 1, или 1,3 : 1).

В течение 30-х годов годовая средняя величина, как и средняя величина биомассы сезона теплой воды равномерно увеличиваются ; в отношении холодноводной величины почти никакого изменения не наблюдается. Среди данных 30-х и 40-х годов значения повысились скачкообразно.

В 1949 году (с низким уровнем воды) наблюдается снижение — за исключением холодновоных значений. Повышение холодноводных значений объясняется частично искусственным распределением в две группы расчетных видов разной требовательности к теплу и разной теплоустойкости ; к этому присоединяется также влияние годовых различий проявляющихся в данной среде. Застой 1949 года положительно повлиял на летнее развитие Keratella cochleais, а отрицательно на образование населения Kellicottia.

Таким образом удалось выяснить величины биомассы Rotatoria в открытой воде (без икринок).

ОБЪЯСНЕНИЕ ТАБЛИЦ

Таблица 1. Размеры различных Rotiferae и их моделей (увеличение в 500 раз).

n = количество особей ; a = продольная ось ; dv = дорсивентральная ось ; 1 = латеральная ось ; h = холодноводная форма ; m = тепловодная форма ; K = средние величины ; 1 = вид ; 2 = ось ; 3 = организм μ ; 4 = модель (линеарное увеличение в 500 раз) ; 5 = объем ; 6 = организм μ^3 ; 7 = заметки : дата и номер пробы.

Таблица 2. Колебания биомассы глубоководных Rotiferae во время холодной и теплой воды в течение 1936—1951 гг, и средние величины этого периода.

e/l = количество особей на литр ; m = тепловодная форма ; b_l = в одном литре ; b_f = в водяном столбе с базой 1 дм² ; средняя глубина озера ; примерно 3м ; b_t = оценка биомассы всего озеру ; объем воды = 1,8 км³ ; 1 = вид ; 2 = средняя величина сезона холодной воды ; 3 = средняя величина сезона теплой воды ; 4 = средняя величина всего года ; 3 = средная величина сезона теплой воды ; 4 = средная величина всего года ; 5 = объем ; összes = всего ; egyéb = остальное.

QUANTITATIVE PLANKTON STUDIES ON LAKE BALATON. VIII. BIOMASS CALCULATION ON OPEN WATER ROTATORIA

Olga Sebestyén

Summary

Using data on density of population available, mean biomass values were calculated for a few pelagic Rotifers common in Lake Balaton *(Keratella cochlearis, K. tecta, K. quadrata, Kellicottia longispina, Trichocerca pusilla, Polyarthra, Pompholyx sulcata* and *Filinia terminalis)*. The volumes of the different forms were determined by means of models. The models were constructed in 500 × magnification on a basis which may in local aspect be considered as statistical mean values. It has been found that on the perennial *Keratella cochlearis* and *K. tecta* the ratio between the volume of cold water forms and warm water forms is 1,8 : 1 resp. 1,3 : 1.

The values of the biomass for the group — both in yearly average and in the mean of the favourable season — seem to grow gradually in 1936—1938. No change seems to prevail however in the figures concerning the cold water period. A rather striking rise might have taken place between 1938 and 1947.

In 1949. — a year which may be characterized by an unusually low water level, with the exception of the values for the cold water period — a decrease took place. The increase as to the cold water season might be due to technical reasons *viz.* to the artificial division of the year into cold and warm water periods, without considering the differences in temperature requirements of the various forms. The differences in the enviromental conditions in the different years were also neglected. The stagnation in 1949 seems to affect unfavourably the populations of *Keratella tecta*, *Polyarthra* and *Pompholyx* but in an opposite way that of *Kellicottia longispina*.

Trough the biomass calculations an idea might be gained of the mass (fresh weight) of the rotifers. Eggs resp. embryos have not been taken into consideration.

Table 1. Dimensions of the various rotifers and of their models (500× magnification)
n = number of data ; a = longitudinal axis ; dv = dorsiventral axis ; l = lateral axis; h = cold water form ; m = warm water form ; k = mean value ; 1 = species ; 2 = = axis ; 3 = organism ; 4 = model (in 500× linear magnification); 5 = volume ; 6 = organism μ^3; 7 = notes regarding to date and number of the sample

Table 2. Fluctuation in biomass of pelagic rotifers in cold water and warm seasons in the years 1936—1951 and the mean values calculated for these years.
e/l = number of individuals per liter ; m = warm water form ; b_l = in 1 liter ; b_f = = in a water column of 1 dm^2 base ; average depth of the lake about 3 m; b_T = estimation of the biomass for the whole lake ; water volume 1,8 Km^3; 1 = species ; 2 = mean value in cold water season ; 3 = mean value in warm water season ; 4 = mean value fon the year ; 5 = volume ; összes = total ; egyéb = other

QUANTITATIVE PLANKTON STUDIES ON LAKE BALATON

IX. A summary of the biomass studies

O. SEBESTYÉN

Received for publication 25. february 1958

A series of studies published in eight parts under the title : "Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon — Quantitative plankton studies on Lake Balaton" (Parts I—VIII ; see References) include the results of quantitative and qualitative investigations on plankton samples collected in the open water of Lake Balaton off Tihany for six specified years : 1936—1951.

At the site of the collection the lake water is well mixed, due to the action of the wind blowing from various directions. The samples were taken from 4 different depths (0, 1, 2, 3 m ; the mean depth of the lake being about 3—4 m) in order to consider the vertical distribution of the plankton. At first a Ruttner-flask was used for the collection. Later on — for technical reasons — this had to be replaced by a Meyer's flask with a capacity of over one liter.

Data on time and circumstances of the collections are to be found in the first and fourth parts of the series. Data on population density (mean values at different depths), published in No I, II and IV served for the biomass-studies (Nos. III, V—VIII).

Though for the years 1936—1938 we have no data for the phytoplankton other than that of the Dinoflagellata, it seems advisable to summarize the results which are at hand.

In the present résumé data on groups of phytoplankton other than Dinoflagellata for 1947, 1949 and 1951 were taken, or were used for calculations, from G. TAMÁS' studies (Nos. IV and VI).

The main problem of the first part of the series (Part I, 1951) was to investigate the annual differences in the quality and quantity of the plankton association on the basis of samples collected for three successive years : 1936—1938. The aim in the second part (Part II, 1953) was to find out whether any change had occurred within a longer period, about ten years later, in the qualitative and quantitative *(i/l)* properties of the association. For such investigations samples collected in 1947, 1949 and 1951 were used. A plankton invasion taking place in 1944—1945 called our attention to this problem (SEBESTYÉN 1949).

Though the plankters in inland waters are of minute size, the amplitude of their measurements is rather wide : from about one μ (*e. g.* some bacteria*)

* Open water bacteria were not taken in consideration in this series of studies.

to ten thousand *(Leptodora)*. It is evident therefore that knowledge of population density (i/e = numbers of individuals per litre) in itself can not serve as a sound basis for forming an idea of the *mass* (volume) of organic matter represented by the bodies of the members of the community at a given date. There are different ways and methods for calculating and expressing such quantity. However, since the water of Lake Balaton is rich in tripton

Table 1

Volumes of plankters in Lake Balaton as measured and calculated by LOHMANN's modified method (in μ^3)

Dinoflagellata (see Part III, Table 2.):		
Glenodinium gymnodinium Penard		16 142
Peridiunium latum Paulsen		35 558
Gonyaulax apiculata (Pen.) Entz		52 088
Ceratium hirundinella (O. F. Müll.)		53 069
Oligotricha Ciliata (see Part VII, Table 1):		
Tintinnidium sp.		6 277
Strombidium sp. (warm water form)		7 109
Tintinnidium pusillum Entz jun.		7 296
Tintinnidium fluviatile Stein		11 787
Strombidium sp. (cold water form)		54 502
Strobilidium velox Fauré—Fr. (?)		94 664
Rotatoria (see part VIII, Table 1):		
Keratella cochlearis (Gosse) (summer form)		122 017
Keratella tecta Gosse (summer form)		130 990
Trichocerca pusilla Jennings		151 235
Keratella tecta Gosse (cold water form)		169 699
Kellicottia longispina (Kellicott)		214 995
Keratella cochlearis Gosse (cold water form)		215 919
Pompholyx sulcata (Hudson)		310 938
Polyarthra (trigla ?)		383 379
Filinia terminalis (Plate)		620 773
Keratella quadrata (Müll.)		660 790
Crustacea (see Part V, Table 1):		
Diaphanosoma brachyurum (Liévin)		29 584 885 (only the body)
Daphnia cucullata Sars	round headed	18 332 841 „ „ „
	pointed	15 033 760 „ „ „
	helmeted	12 577 700 „ „ „
Diaptomus gracilis Sars (winter form)		33 677 744 (adults + juv.)
Diaptomus gracilis Sars (summer form)		17 595 001 „ „
Cyclops vicinus Uljanin		25 726 712 (adults)
Cyclops vicinus Uljanin		6 790 964 (copepodit)
Mesocyclops Leuckarti (Claus)		12 724 688 (adults)
Mesocyclops Leuckarti		6 510 336 (copepodit)
nauplius (of Copepods)		1 976 090
Mollusca (see Part V, Table 1):		
Dreissena polymorpha Pallas larva, veligera stadium		713 753
Dreissena polymorpha Pallas larva, sphaerium stadium		2 289 841

(For Phytoplankton other than Dinoflagellata see Part VI, Table 1).

Table 2.

Fluctuation of biomass in the different groups of the plankton community for the cold- and warm water seasons and for the whole year; 1936— 1951. h = mean value for the cold water season; m = mean value for the warm water season; k = mean value for the whole year; *i/l* = population density = number of individuals per liter; v = volume; b_l = biomass value for one unit of water (1 dm^3); b_f = biomass value for one column of water under the surface unit (30 l); b_T = estimated biomass value for the whole lake (water volume 1,8 km^3)

Zooplankton						Phytoplankton			Groups			
Zooplankton, total	Dreissena larva	Crustacea	Rotatoria	Oligotricha Ciliata	Dinoflagellata heterotrophic	Phytoplankton, total	All other phytoplankters	Dinoflagellata autotrophic				
54	0	27	11	16	0			2	*i/l*	v	h IV–XII	1936
628 886,6		624,388,9	3 439,2	1 058,5				106,1	b_l 1000 μ^3			
18,8664		18,7316	0,1031	0,0317				0,0031	b_f mm^3			
1 131,9956		1 123,8999	6,1905	1,9052				0,1910	b_T m^3			
161	18	30	27	72	14			269	*i/l*	v	m V–XI	
480 519,1	27 032,3	444 762,5	7 092,7	1 133,8	497,8			14 237,6	b_l 1000 μ^3			
14,4153	0,8109	13,3428	0,2127	0,0340	0,0149			0,4271	b_f mm^3			
865,9334	48,6582	801,5722	12,7661	2,0409	0,8960			25,6271	b_T m^3			
116	11	29	20	48	8			162	*i/l*	v	k I–XII	
529 788,4	16 519,7	506 670,6	5 271,1	1 042,6	284,4			8 449,4	b_l 1000 μ^3			
15,9019	0,4555	15,1986	0,1681	0,0312	0,0085			0,2534	b_f mm^3			
953,6184	29,7355	912,0067	9,4878	1,8765	0,5119			15,2090	b_T m^3			
60	0	15	14	31	0			8	*i/l*	v	h IV–XII	1937
355 650,7		349 038,7	4159,4	2 452,6				424,5	b_l 1000 μ^3			
10,6693		10,4711	0,1247	0,0735				0,0127	b_f mm^3			
640,1710		628,2696	7,4867	4,4147				0,7641	b_T m^3			
249	6	39	33	138	33			824	*i/l*	v	m V–XI	
579 605,9	9 010,7	558 358,7	9 366,0	1 697,1	1 173,4			43 604,3	b_l 1000 μ^3			
17,3880	0,2703	16,7507	0,2809	0,0509	0,0352			1,3081	b_f mm^3			
1 043,2152	16,2194	1 004,9704	16,8585	3,0548	2,1121			78,4878	b_T m^3			
173	4	28	25	96	20			478	*i/l*	v	k I–XII	
475 938,5	6 007,1	460 131,4	6 685,8	2 043,1	711,1			25 293,1	b_l 1000 μ^3			
14,2665	0,1802	13,8039	0,1999	0,0612	0,0213			0,7577	b_f mm^3			
856,0409	10,8129	828,2364	12,0342	3,6774	1,2800			45,4676	b_T m^3			
196	0	25	13	158	0			27	*i/l*	v	h IV–XII	1938
574 818,3		561 807,1	4 038,5	8 972,7				1 432,8	b_l 1000 μ^3			
17,2444		16,8542	0,1211	0,2691				0,0429	b_f mm^3			
1 034,6718		1 011,2525	7,2685	16,1508				2,5791	b_T m^3			
514	22	47	47	329	69			1 866	*i/l*	v	m V–XI	
769 146,1	33 039,5	718 668,4	11 812,2	3 172,5	2 453,5			98 988,8	b_l 1000 μ^3			
23,0741	0,9911	21,5600	0,3543	0,0951	0,0736			2,9696	b_f mm^3			
1 384,4618	59,4711	1 293,6028	21,2614	5,7102	4,4163			178,1799	b_T m^3			
382	13	38	33	257	41			1 100	*i/l*	v	k I–XII	
664 579,4	19 523,3	629 335,6	8 692,0	5 570,7	1 457,8			58 338,9	b_l 1000 μ^3			
19,9452	0,5857	18,8800	0,2607	0,1751	0,0437			1,7501	b_f mm^3			
1 196,2426	35,1420	1 132,8039	15,6455	10,0271	2,6241			105,0100	b_T m^3			
149	0	18	26	105	0	38 177	38 159	18	*i/l*	v	h IV–XII	1947
131 443,6		117 054,3	7 220,8	7 168,5		87 118,2	86 163,0	955,2	b_l 1000 μ^3			
3,9432		3,5116	0.2166	0.2150		2,5834	2.5548	0,0286	b_f mm^3			
236,5980		210,6975	12,9972	12,9033		155,0126	153.2932	1,7194	b_T m^3			
1 124	10	47	106	866	95	56 749	53 994	2 755	*i/l*	v	m V–XI	
508 357,7	15 017,9	453 549,3	29 181,1	7 231,4	3 378,0	288 527,6	143 358,5	145 169,1	b_l 1000 μ^3			
15,2505	0,4505	13,6064	0.8754	0.2169	0,1013	8,6557	4,3007	4,3550	b_f mm^3			
915,1431	27,0323	816,3883	52,6258	13,0163	6,0804	519,3499	258,0454	261,3045	b_T m^3			
838	6	39	88	638	67	51 179	49 242	1 937	*i/l*	v	k I–XII	
428 497,3	9 010,7	385 690,4	24 261,5	7 151,4	2 383,3	228 014,2	125 958,1	102 056,1	b_l 1000 μ^3			
12,8538	0,2703	11,5707	0,7268	0,2145	0,0715	6,8403	3,7787	3,0616	b_f mm^3			
770,9952	16,2194	693,9425	43,6704	12,8723	4,2906	410,3254	226,7246	183,6008	b_T m^3			
146	0	32	32	82	0	16 227	16 199	28	*i/l*	v	h IV–XII	1949
328 877,4		315 335,6	8 149,0	5 392,8		46 567,8	45 081,9	1 485,9	b_l 1000 μ^3			
9,8661		9,4600	0,2444	0,1617		1,3969	1,3524	0,0445	b_f mm^3			
591,9777		567,6038	14,6669	9,7070		83,8221	81,1475	2,6746	b_T m^3			
1 084	8	47	37	961	31	29 645	27 853	1 792	*i/l*	v	m V–XI	
537 486,3	12 014,3	505 527,3	8 544,8	10 297,7	1 102,2	222 524,8	127 536,0	94 988,8	b_l 1000 μ^3			
16,1244	0,3604	15,1658	0,2563	0,3089	0,0330	6,6756	3,8260	2,8496	b_f mm^3			
967,4728	21,6258	909,9521	15,3753	18,5356	1,9840	400,5447	229,5648	170,9799	b_T m^3			
700	5	46	36	595	18	22 829	21 771	1 058	*i/l*	v	k I–XII	
474 274,2	7 508,9	449 682,4	8 314,7	8 128,2	640,0	144 783,0	88 709,9	56073,1	b_l 1000 μ^3			
14,2270	0,2252	13,4904	0,2494	0,2438	0,0182	4,3433	2,6611	1,6822	b_f mm^3			
853,6329	13,5161	809,4282	14,9661	14,6305	1,0920	260,5494	159,6178	100,9316	b_T m^3			
292	0	65	20	207	0	126 303	126 294	9	*i/l*	v	h IV–XII	1951
849 300,0		829 361,9	5603,9	14 334,2		291 215,0	290 737,4	477,6	b_l 1000 μ^3			
25,4762		24,8808	0,1681	0,4273		8,7364	8,7221	0,0143	b_f mm^3			
1 528,7396		1 492,8512	10,0869	25,8015		524,1868	523,3272	0,8596	b_T m^3			
1 392	12	75	189	973	142	128 795	113 518	15 277	*i/l*	v	m V–XI	
653 102,9	18 021,5	579 074,2	42 371,0	8 587,0	5 049,2	1191 867,3	382 221,7	809 645,6	b_l 1000 μ^3			
19,5909	0,5406	17,3722	1,2691	0,2576	0,1514	35,7559	11,4666	24,2893	b_f mm^3			
1 175,5840	32,4388	1 042,3334	76,2667	15,4565	9,0886	2 145,3611	687,9991	11 457,3620	b_T m^3			
841	6	69	104	590	72	127 549	119 912	7 637	*i/l*	v	k I–XII	
767 666,2	9 010,7	720 552,5	24 139,7	11 393,2	2 570,1	741 488,0	336 495,5	404 992,5	b_l 1000 μ^3			
22,9267	0,2703	21,6165	0,6211	0,3417	0,0771	22,2445	10,0948	12,1497	b_f mm^3			
1 381,7982	16,2194	1 296,9943	43,4508	20.5074	4.6263	1 394,6785	665,6920	728,9865	b_T m^3			

the most suitable way is to estimate the *volume* of organic matter represented by the bodies of the various members of the association. The volumes of forms that are common and occur in large populations in our lake were determined by means of models in an indirect way (LOHMANN's modified method). The models were constructed in an appropriate magnification (Dinoflagellata and Oligotricha Ciliata 1000×, Rotatoria 500×, Crustacea 150×) on the basis of measurements (axis etc.), which may in local aspects be considered as statistical mean values and which express in addition the differences both in size according to season *(Diaptomus gracilis, Keratella cochlearis* and *K. tecta, Strombidium)* and in size and form according to temporal variation *(Daphnia cucullata)*. The models were made by introducing into plastiline a system of axes made of metal wire. The volumes were obtained by the Archimedian principle. Dividing this value by the cube of the linear magnification we get the volume of the organism in μ^3. *(Table 1.)* Combining volumes with population density (mean values at diff. depths) *biomass* (b) could be calculated for the population of any species for a given date.

Partial and average biomass was calculated for the warm water (May—November) and for the cold water period (December—April) as well as for the whole year, as related to a unit of volume of water (b_t), to the water column under a given unit of the surface (b_f), and to the entire lake (b_T).

We must keep in mind, therefore, that the figures in *Table 2* are mean values which do not represent directly the real situation though they may throw light — at a higher level — on the real conditions. This *Table* was composed from the total of the species biomasses of the different taxonomical groups as they are summarized in the bottom rows of *Tables 2* in parts III, V—VIII.

As mentioned above, biomass had been calculated for the warm- and cold-water seasons of the year. Such division was carried through for all the years and for all the forms to which the investigations were extended. However, by dividing the year into two such sections, the requirements of the different plankters as to temperature could not be taken strictly into consideration. The annual fluctuation in the temperature of the lake has also been neglected, though there is no doubt that such fluctuation in the environment affects the intensity and period of the development of the population of each form. Such an artificial and rigid division of the year might be subject to criticism, but it could not be avoided, and, on the other hand, offered a uniform basis for comparison.

Since the water of our shallow lake warms up within a short time and biotic conditions characteristic for the favourable season extended somewhat into the late autumn (middle of November, first part of December) in the following we use the "b" values calculated for the warm water period when comparing fluctuations within the different taxonomic groups. Similar data were used when dealing with quantitative conditions in general *(Figs. 1—6, 7—9)*. We are of the opinion that values calculated for the favourable part of the year express conditions for that season perhaps far better than the yearly mean expresses conditions prevailing throughout the whole year, at least in the case of Lake Balaton.

The numerical data on various groups in the plankton summed up in *Table 2*, might be completed by the following explanations.

I. Phytoplankton

a) Pigmented Dinoflagellata* :

	i/l	b_T**
1936	269	25,6
1937	824	78,4
1938	1866	178,1
1947	2755	261,3
1949	1792	170,9
1951	15277	1457,3

This group is represented chiefly by *Ceratium hirundinella* (see Part III, Tables 3a—3f).

In 1936—1951 the increase in both the population density and biomass of this group is more the 56-fold. From this immense growth a 7-fold increase falls between 1936 and 1938, nearly a 1,5-fold refers to the years 1938 to 1947, and about 5,5-fold to 1947—1951. A decrease is evident for 1949, the figures for this year being very close to those of 1938.

b) All other phytoplankters :

	i/l	b_T
1947	54 000	258,0
1949	27 853	229,5
1951	113 500	688,0

Between 1947 and 1951 the *i/l* values redoubled and the biomass increased about 2,6 times. For 1949, a definite decrease is manifest.

c) Population density of total phytoplankton inclusive of Dinoflagellata increased about twice and the biomass about four times. A decrease is evident for 1949 (see *Text-tables a—b*). The rate of increase for each group was as follows :

	i/l	b_T
Dinoflagellata	5,5 ×	5,5 ×
Cyanophyceae	1,8 ×	2,4 ×
Flagellata	1,06 ×	3,5 ×
Heterokontae	3,5 ×	3,5 ×
pelagic Bacillariaceae	2,5 ×	2,7 ×
Chlorophyceae	1,03 ×	1,6 ×

A high rate of increase is evident in the Dinoflagellata and a fairly high one in the Heterokontae. *Ceratium hirundinella* is responsible for the former ; the increase of the other group is due to the increase of its sole representative : *Planktonema Lauterborni.*

With the exception of Cyanophyceae and Flagellata the fluctuations both of *i/l* and biomass run fairly parallel. In Cyanophyceae and Flagellata the increase of the biomass is higher than that of the population density. This is indicative of an increase of larger forms within the groups.

* Tables *a)—o)* are referred to as *Texttables a)—o).*

** In the *Textt-ables a)—o)* we use b_T values (biomass estimated for the whole lake in m³) because these numbers were found most appropriate for making comparisons quickly at a glance.

A slight decrease took place within the Conjugales group (*i/l* 2,5 : 1 ; *b* 1,2 : 1).

II. Zooplankton

Data for six years are available for every group of the zooplankton *d) Peridinium latum* represents the heterotrophic Dinoflagellata.

	i/l	b_T
1936	14	0,89
1937	33	2,11
1938	69	4,41
1947	95	6,08
1949	31	1,98
1951	142	9,08

Except for a decline in 1949, a gradual increase took place from 1936 on. Comparing values for 1936 and for 1951 a tenfold growth could be established. With this only representative of this group the fluctuation of the biomass runs parallel with that of the population density.

e) Oligotricha Ciliata.

	i/l	b_T
1936	72	2,04
1937	138	3,05
1938	329	5,71
1947	866	13,01
1949	961	18,53
1951	973	15,45

The population density of the group advances well. The b_T value for 1949 — in opposition to all the other groups — is fairly high. We have to survey the fluctuations of the different members of this group in order to find out a reason for this.

f)

	Strombidium		Strobilidium		Tintinnidium pusillum		Tintinnidium fluviatile		Tintinnidium sp.	
	i/l	b_T	*i/l*	b_T	*i/l*	b_T	*i/l*	b_T	*i/l*	b_T
1936	16	0,20	7	1,19	49	0,64	—	—	—	—
1937	46	0,58	8	1,36	84	1,10	—	—	—	—
1938	65	0,83	9	1,53	253	3,32	—	—	2	0,02
1947	127	1,62	7	1,19	570	7,48	89	1,88	73	0,82
1949	47	0,60	32	5,45	761	9,99	113	2,39	8	0,09
1951	92	1,17	11	1,87	739	9,70	123	2,60	8	0,09

Our figures in *Text-table f)* show that an environmental change occurring in the lake between the thirties and forties favourably affected the populations of *Strombidium, Strobilidium, Tintinnidium pusillum* and *T.* species.

g) The rate of increase between the thirties and forties :

on Strombidium	about	2 ×
Strobilidium	,,	2 ×
Tintinnidium pusillum	,,	5 ×
Tintinnidium sp.	,,	45 × (?)

Both Tintinnidiums mentioned inhabited our lake previous to 1947, but we have no record of *T. fluviatile* earlier than from 1947. This form seems to have been introduced into the lake sometime after 1938 and by 1947 was already represented by a fairly large population.

Conditions prevailing in 1949, which was a year of scarce precipitation, low water level, lack of outflow and, as a consequence of all these factors, of stagnation and concentration of the lake water (SEBESTYÉN—ENTZ—FELFÖLDY 1951, p. 160., and *Table 8*) acted favourably on the populations of *Strobilidium velox*, *Tintinnidium pusillum* and *T. fluviatile*. The quantitative situation in respect to these three forms had a positive effect on the quantitative condition of the whole group and brought it — in this sense — into opposition with all the other groups of the zooplankton. The quantitative development of the various members of this group should be followed with special care in the future too, in order to learn more — although in an indirect way — about their ecological requirements.

h) Rotatoria :

	i/l		b_T	
1936	27		12,76	
1937	33	35,6	16,85	16,9
1938	47		21,26	
1947	106		52,62	
1949	37	110	15,37	48
1951	187		76,26	

The population density of the group increases in general, though a decrease is observed for 1949. An outstanding increase is shown between 1938 and 1947 or — in general — between the thirties and the forties. The increase from 1936 to 1951 is 7-fold in the *i/l* values, and about 6-fold in the *b* values.

Since the numbers for the whole group are rather fluctuating in various years, we might consider each member separately as shown in *Text-table i)*:

i)

	Keratella cochlearis		Keratella tecta		Kellicottia longispina		Polyarthra trigla		Pompholyx sulcata	
	i/l	b_T	*i/l*	b_T	*i/l*	b_T	*i/l*	b_T	*i/l*	b_T
1936	9	1,97	2	0,47	2	0,77	4	2,76	8	4,47
1937	8	1,75	3	0,70	3	1,16	6	4,14	10	5,59
1938	15	3,29	3	0,70	8	3,09	4	2,76	14	7,83
1947	7	1,53	27	6,36	2	0,77	46	31,74	13	7,27
1949	7	1,53	8	1,88	6	2,32	7	4,83	5	2,79
1951	52	11,42	47	11,08	1	0,88	40	27,60	31	17,35

Though we choose only the most populous forms of the eupelagic rotifers, the *i/l* numbers at our disposal are rather small.

There is really nothing to say about *Kellicottia longispina*, except that its population seems to be a scanty one. An increase between 1938 and 1947 is to be seen in *Keratella tecta* and *Polyarthra trigla*, and also, from the thirties to the forties, in *Keratella cochlearis*, *K. tecta*, *Polyarthra trigla* and, a slight one, in *Pompholyx sulcata*.

In this group, as in the Oligotricha Ciliata, evidence is given — if we dare say so — of the fact, that the gradual change occurring in the lake since 1938 has a different effect on the plankton community than the peculiar environmental conditions in 1949 had.

k) Crustacea :*

	i/l	b_T
1936	30	801,57
1937	39	1004,97
1938	47	1293,60
1947	47	816,38
1949	47	909,95
1951	75	1042,33

In this group the Copepoda larvae are included in both the *i/l* and the *b* values. This in itself would cause a fluctuation especially in the *b* values. Therefore a decrease in the forties as compared with the thirties is questionable. Figures on population density in the cladocerans are unreliable because of the difficulties pointed out in Part I, pp. 87, 124. Only the data on *Diaptomus gracilis* and *Mesocyclops Leuckarti* (including copepodit state and adults) are worth considering.

l)

	Diaptomus gracilis		*Mesocyclops Leuckarti*	
	i/l	b_T	*i/l*	b_T
1936	13	411,72	3	68,71
1937	21	665,01	5	114,52
1938	25	791,77	4	91,61
1947	5	158,35	6	137,42
1949	7	221,69	6	137,42
1951	9	285,03	3	68,71

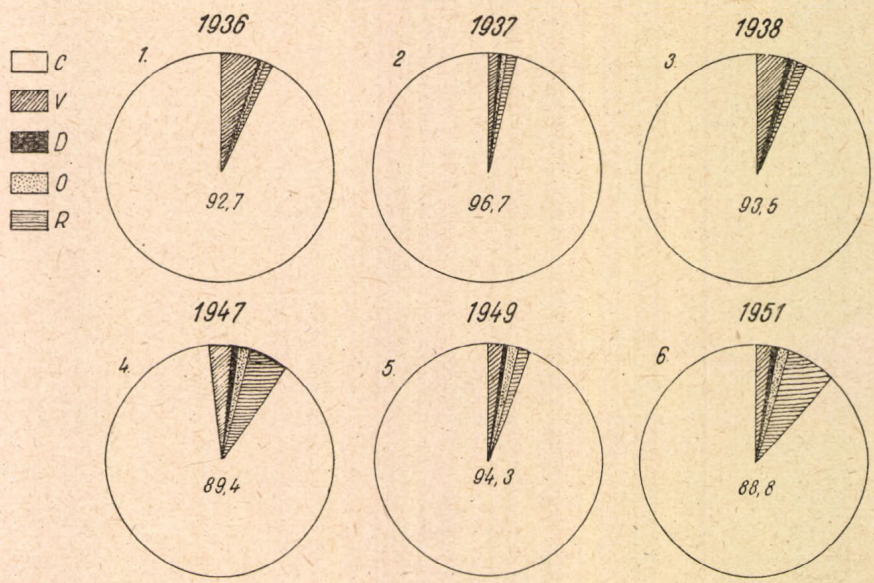
As to *Diaptomus gracilis* a decrease of 2,8 : 1 may have taken place, while in *Mesocyclops Leuckarti* the slight increase (1 : 1,2) is questionable.

m) Dreissena larva.

	i/l	b_T
1936	18	48,65
1937	6	16,21
1938	22	59,47
1947	10	27,03
1949	8	21,62
1951	12	32,43

* Unfortunately there are many regrettable errors as to biomass values for crustaceans in Part V. Table 2. In the present paper however the corrected figures are given.

The pelagic larva of *Dreissena polymorpha* is also a member of the community (metoplankton, WELCH; meroplankton, RYLOV; HUBER—PESTALOZZI). It enters the open water from the littoral zone, which fact in itself could be responsible for the uneven distribution. Estimation of the stock of this form is even more uncertain than of any of the eupelagic forms. The population of *Dreissena* in the lake, following its first appearance and



Figures 1—6. Relation of the biomass (mean values for the warm water season) of the various groups of the zooplankton in per cents of the total zooplankton for 1936—1951. C = Crustacea; V = Dreissena larva; D = heterotrophic Dinoflagellata; O = Oligotricha Ciliata; R = Rotatoria

1—6. ábra. A különböző zooplankton-csoportok biomasszájának aránya a teljes zooplankton százalékában kifejezve 1936—1951 években. (a nyári melegvízi középértékek). C = Crustacea; V = vándorkagyló-lárva; D = heterotróf Dinoflagellata; O = Oligotricha Ciliata; R = kerekesférgek

Рисунки 1—6. Соотношение биомассы различных групп зоопланктона в процентах всего зоопланктона в 1936—1951 гг. (Летние средние величины теплой водя). C = Crustacea; V = личинки дрейссен; D = гетеротрофные Dinoflagellata; O = Oligotricha Ciliata; У = коловратки.

sudden outburst in the thirties later on diminished. Whether the decrease in population density of the larvae in the forties compared with that of the previous decade (1,5 : 1) is a consequence of this phenomenon is hard to determine.

If we consider the eupelagic members of the various groups of the zooplankton in different years we arrive at the following conclusions (see *Table 2*):

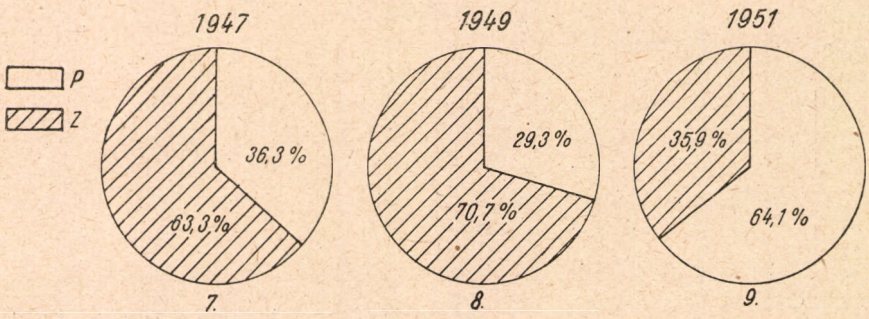
1. The biomass values grow in taxonomical order, which is: heterotrophic Dinoflagellata—Oligotricha Ciliata—Rotatoria—Crustacea. This order is disturbed only in 1949, a year which was remarkable for an especially low water-level. In that year Oligotricha Ciliata reached an unusually high value.

2. The larva of *Dreissena polymorpha* when it has a large population stands between the rotifers and crustaceans, and between the rotifers and Oligotricha Ciliata, when its population is small.

3. The plankton crustaceans form the largest part of the biomass of the total zooplankton. In comparing this group with all the others, the biomass of the latter seems insignificant.

Figures 1—6 represent the mass of the various groups in per cent of the whole zooplankton in the different years. The diagrams show that :

4. with the exception of the *Dreissena* larva the interrelation of the different groups during the thirties is fairly constant.



Figures 7—9. Relation of the biomass (mean values for the warm water season) of the phytoplankton and zooplankton in per cent of the total plankton, for 1947, 1949 and 1951. P = phytoplankton : Z = zooplankton

7—9. ábra. A fitoplankton és zooplankton biomasszájának aránya az egész plankton %-ában kifejezve 1947—1949. és 1951. évekre (melegvízi középértékek). P = fitoplankton ; Z = zooplankton

Рисунки 7—9. Соотношение биомассы фитопланктона и зоопланктона в процентах всего планктона за 1947—1949 и 1951 гг. Средние величины теплой воды). P = фитопланктон ; Z = зоопланктон.

5. In the forties this relation is somewhat modified through the increase of the Rotatoria and the Oligotricha Ciliata. (We saw that the increase of these two groups was not only relative but absolute. See *text-tables e* and *h*).

6. In 1949 the decline of the rotifers is very conspicuous.

(The absolute value of the biomass in 1949 is similar to that of 1938 in the pigmented Dinoflagellata, to that of 1947 in the heterotrophic Dinoflagellata, rotifers and crustaceans. See *text-tables a, d, h* and *k.*)

As to the relations in the biomass of the different groups of the zooplankton we wish to call attention to the considerable differences in size of its members.

The mean volume of one *Diaptomus gracilis* (summer form) is about equal to the volume

n) of 24 specimens of *Dreissena* veligera, or
,, 56 *Pompholyx,* or
,, 144 *Keratella cochlearis* (summer form), or
,, 187 *Strobilidium velox,* or
,, 332 *Ceratium hirundinella.*

When counting the individuals in the samples an error might occur much more easily in the case of smaller forms than with the larger ones. Nevertheless the effect of an error among the larger forms has a more serious consequence in the biomass calculations though the population density of the larger forms is — in general — much lower than that of the smaller forms.

However, our diagrams 1—6 representing the biomass relations of the various groups of the zooplankton seem to express fairly well the real situation existing in nature. Crustaceans might occupy a still larger section in the circle, because the largest member of the group, the *Leptodora*, has not been taken into consideration.

Figs. 7—9 and columns 6 and 7 in the *Text-table o)* show the proportion of the biomass of the phyto- and zooplankton for the years 1947, 1949 and 1951.

o)

	pigmented Dinoflagellatae (D') b_T	Phytoplankton total (P) b_T	Zooplankton (Z) b_T	D' : Z	Phytoplankton excl. Dinofl. : Z	P : Z
1936	25,62		865,93	0,029 : 1		
1937	78,48		1043,21	0,075 : 1		
1938	178,17		1384,46	0,128 : 1		
1947	261,30	519,34	915,14	0,285 : 1	0,281 : 1	0,567 : 1
1949	170,97	400,54	967,47	0,176 : 1	0,237 : 1	0,414 : 1
1951	1457,36	2145,36	1175,58	1,239 : 1	0,585 : 1	1,825 : 1

Column 7 in *Text-table o)* shows that in 1947 and 1949 the biomass of the zooplankton was respectively 1,7 × and 2,4 times larger than that of the phytoplankton. In 1951 a change took place in this respect : the mass of phytoplankton nearly doubled that of the zooplankton. This rather surprising change was caused by an immense increase in the population of *Ceratium hirundinella*.

From Tables 3a—3f in Part III of the series of papers mentioned on the first page it appears that nearly the whole biomass of pigmented Dinoflagellata consists of *Ceratium hirundinella*. Columns 2. and 3. in *Text-table o)* show that in 1947 and 1951 mare than half of the volume of the total phytoplankton was that of pigmented Dinoflagellata, viz. *Ceratium hirundinella*. In 1949 the population of *Ceratium hirundinella* decreased, with the result that the mass of pigmented Dinoflagellata fell back to less than half of the total phytoplankton.

When comparing pigmented Dinoflagellata and zooplankton (column 5, *Text-table o)*) it appears that in 1951 Dinoflagellata (e. g. *Ceratium hirundinella*) ranks ahead of the total zooplankton.

The value of the biomass of all the other groups of phytoplankton is always lower than that of the zooplankton (column 6 in *Text-table o)*).

In the above we have tried to picture the quantitative structure of the plankton community of Lake Balaton as it is shown through population density and through the biomass, which has more significance. We also tried to estimate the changes taking place in the lake during the years of the investigations.

Though, as has been already said (p. 281), we have no data for the quantitative properties of the total phytoplankton for 1936—1938 except that of Dinoflagellata, we hardly err when — in summing up — we state that from 1936 on there is a tendency in the phytoplankton of our lake towards a definite increase both in *i/l* as well as in *b* values and that among the various phytoplankters the population of *Ceratium hirundinella* exhibits immense growth. The biomass of the zooplankton hardly altered ; whether a slight decrease has taken place is questionable. However, within the structure of the zooplankton a tendency towards increase in the population of small forms (viz. Oligotricha Ciliata) seems evident *(Text-table e)*. Some decrease in the population of *Diaptomus gracilis* is possible *(Text-table l)*.

According to our opinion from a series of figures on population density and biomass of the various plankters it is not possible to conceive the real change taking place in the quantitative structure of the plankton community. *Figures expressing population density and biomass of the standing crop are but result of an intricate interplay of various factors or combination of factors such as the life cycle of the plankters, the interactions between living world and environment as well as the manifold interrelations between the various members of the community, concerning all of which much still remains to be learnt. Nevertheless, the evaluation of the qualitative and quantitative status of the standing crop is more directly approachable.*

According to RUTTNER the plankton biomass under one unit of the surface of the lake expresses the plankton production of the lake at a given time, while the biomass in one unit of the volume of the trophogenical layer is indicative of the "*Fruchtbarkeit*" of the lake, which is — in other words — the potential productivity (RUTTNER, 1952 p. 146). If we accept this conception, our figures b_l and b_f calculated for the warm water season, for the cold water season or for the year (mean values) *(Table 2)* might be used for comparison with similar data on other lakes. Data on the standing crop (expressed in population density) as valid for a given time (Tables 1—4, Part I ; Tables 1—4 in Part II ; Tables 1—4, Part IV, in the series of papers mentioned on page 281) if combined with volumes of the various plankters of Lake Balaton *(Table 1)* could be used for a similar purpose too.

Let us repeat here RUTTNER's remark that such figures are not suitable for estimating the yearly production or, in other words, the annual crop of a lake (RUTTNER, 1952 p. 148).

REFERENCES

Quantitative plankton studies in Lake Balaton. — Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon.

I. (1951): *Annal. Biol. Tihany* **20.**, 69—125.
II. (1953): *Annal. Biol. Tihany* **21.**, 63—89.
III—IV. (1954): *Annal. Biol. Tihany* **22.**, 185—197 ; 199—225.
V—VI. (1955): *Annal. Biol. Tihany* **23.**, 75—94 ; 95—110.
VII—VIII. (1958, 1958a): *Annal. Biol. Tihany* **25.**, 257—266 ; 267—279

RUTTNER, FR. (1952): Grundriss der Limnologie 2. Auflage *Walter de Gruyter & Co. Berlin* 1—232.

SEBESTYÉN O. (1949): A tavak planktonjának változásáról. Újabb megfigyelések a Balaton planktonján. — Variability of the lake plankton. Recent observations on the plankton of Lake Balaton. — *Index Horti Bot. Univ. Budapest* **7**, 1—9.

Sebestyén O. (1956): Kvantitatív vizsgálatok a Balaton planktonján. — Quantitative studies on the plankton of Lake Balaton. (Résumé). — *Acta Biol. Acad. Scient. Hung. Suppl.* **1,** 33.
Sebestyén O. (1956): Quantitative and qualitative changes in the plankton of Lake Balaton. — *Verh. I. V. L.* **13,** 331—338.
Sebestyén O., Entz B., Felföldy L. (1951): Alacsony vízállással kapcsolatos biológiai jelenségekről a Balatonon 1949 őszén. — A study on biological phenomena occurring at low water on the shore of Lake Balaton in 1949. — *Annal. Biol. Tihany* **20,** 127—130.

MENNYISÉGI PLANKTONTANULMÁNYOK A BALATONON IX. A BIOMASSZA TANULMÁNYOK ÖSSZEFOGLALÁSA

Sebestyén Olga

Összefoglalás

A Balaton planktonjára vonatkozó, 6 éven át gyűjtött mennyiségi adatok (népességsűrűség, biomassza) összefoglaló áttekintése az 1951—1958-ban megjelent tanulmánysorozat alapján.

1. táblázat. Planktonszervezetek térfogata a Balatonban. A mérések és számítások a Lohmann-féle módosított eljárás alapján (μ^3-ban)
Dinoflagelláták (l. III. rész 2. táblázat)
Oligotricha Ciliata (l. VII. rész 1. táblázat). Warm water form = melegvízi alak; cold water form = hidegvízi alak
Rotatoriák (l. VIII. rész 1. táblázat). Summer form = nyári alak
Crustacea (l. V. rész 1. táblázat). Rund headed = kerekfejű; pointed = hegyesfejű; helmeted = sisakosfejű alak. Only the body = csak a test. Winter form = télialak
Mollusca = l. V. rész 1. táblázat
A Dinoflagellátákon kívüli többi fitoplankton-szervezetekre vonatkozólag l. VI. rész 1. táblázat

2. táblázat. A biomassza változása a planktontársulás különböző csoportjaiban a melegvízi és hidegvízi évszakokban 1936—1951 években. h = a hidegvízi évszak középértéke; m = a melegvízi évszak középértéke; k = évi középérték; i/l = népesség-sűrűség= literenkénti egyedszám; v = köbtartalom; b_t = egy egység vízben (1 dm³) levő szervezetek biomasszája; b_f = biomassza érték egységnyi felület alatti vízoszlopban (30 l); b_T = becsült biomassza érték az egész tóra vonatkoztatva (víztérfogat = 1,8 km³)

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПЛАНКТОНА О. БАЛАТОН. IX. Выводы исследования биомассы

О. Шебештьен

Резюме

Свободное обозрение собранных в течение 6 лет количественных данных (густота популяции, биомасса), относящихся к планктону озера Балатон, на основе серии статьей, опубликованных от 1951—1958 гг.

Таблица 1. Кубическое содержание планктонных организмов о. Балатон в см³. Измерения и исчисления проводились модифицированным методом Ломанна.

Таблица 2. Изменения биомассы в различных группах планктонных сообществ во временах года холодной и теплой воды от 1936—1951 гг. h = средняя величина времени года холодной воды; *K* = средняя величина времени года теплой воды; k = средняя годичная величина; i/l = густота популяции = число индивидуумов на литр; v = кубическое содержание; b_t = биомасса находящихся в единице воды (1 dmf) организмов; b_f = величина биомассы под единицей поверхности (30 л); b_T = оцененная величина биомассы в отношении всего озера (водной объем = 1,8 кмf).

A TIHANYI FÉLSZIGET MOHAFLÓRÁJA

BOROS ÁDÁM, FELFÖLDY LAJOS és VAJDA LÁSZLÓ

Érkezett: 1958. február 1.

A Tihanyi-félsziget geológiai, geomorfológiai, állat- és növényföldrajzi szempontból egyaránt értékes természetvédelmi terület. Mohairól és a félsziget növény-együtteseinek mohaszintjéről az irodalomban kevés adat található. A Tihanyi-félsziget mohait Boros 1928-ban kezdte gyűjteni, de adatait nem publikálta. Redinger dolgozata (1932) sok fajt ismertet területünkről, de a legérdekesebb helyeket és a ritka fajokat, valószínűleg azért, mert a kedvezőtlen nyári szárazság idején gyűjtött, nem fedezte fel. Felföldy (1943), Felföldy és Iharos (1947) a Balaton-part locsolási zónájának mohait tanulmányozták.

Ez a dolgozat saját eredményeinken kívül az eddigi irodalmi adatokat is tartalmazza, így teljes képet nyújt a Tihanyi-félsziget mohaflórájáról.

Az eredmények publikálását a tisztán növényföldrajzi, briológiai törekvéseken túlmenőleg több szempont indokolja. A Biológiai Kutatóintézet fennállása óta intenzív munka folyik ezen, a Balatonba messze benyúló, a környezetétől többé-kevésbé izolált földdarabon. Graeser, Iharos, Jaczó, Kesselyák, Nagy, Szabó, Székessy, Szent-Iványi és Udvardy zoológiai, Redinger, Soó és Felföldy pedig botanikai vonalon végeztek részletkutatásokat, a félsziget környékén és felületén levő vízi életterek hidrobiológiai kutatásait nem említve. A kutatóintézet közvetlen környéke nemegyszer a kísérletes biológiai munka objektumainak gyűjtőhelye. Minél tökéletesebb megismerésének fontosságát már Kesselyák (1936) hangsúlyozta. Ezenkívül a Tihanyi-félsziget az egymástól távolálló terepkutató tudomány-részlegek újabb és újabb módszereinek valóságos kísérleti területe (pl. Udvardy 1947 és Nagy 1950 kvantitatív zoocenotikai kísérletei). A természetes biotópok elhatárolására és környezettani jellemzésére a mohák különösen alkalmasak, mert, mint a természetes növényzet reliktumai, olyan helyen is életbenmaradnak, ahol a kultúrhatások a magasabbrendű növények alkotta vegetációt tönkretették. Végül a természetismeret elsajátítását is megkönnyíti a jól felszerelt laboratórium közvetlen környékének pontos ismerete.

A szerzőknek, különösen a Tihanyban működő Felföldy L.-nak módjában állott a félszigetet kedvező, csapadékos időjárású időszakban, ősszel, tavasszal és télen is bejárni, amikor több olyan therophyton került elő, amelyek a nyári szárazság idejében a figyelmet könnyen elkerülik, sőt egyáltalán nem találhatók meg.

A Tihanyi-félsziget briológiai kutatásának eredményei jól beilleszthetők eddigi ismereteink rendszerébe. A félsziget klímáját, mint a Balaton környékéét általában, száraz, derült, napsugaras időjárás jellemzi, késői nyárelővel és korai ősszel (RÉTHLY 1940). Élővilága híven tükrözi ezt és mondhatnánk minden eddigi kutató megállapította a félsziget faunájának (kül. KESSELYÁK 1936, SZABÓ 1932, SZÉKESSY 1936) és flórájának (REDINGER 1932, SOÓ 1932) xerotherm jellegét (ENTZ G. és SEBESTYÉN 1946, 372). Ez a mohaflórára is rányomja bélyegét.

Másik jellegzetes vonása a félszigetnek — ami geológiai és talajtani tulajdonságaiból következik — az acidofil termőhelyek hiánya. Néhány kilúgzódott folttól (BALLENEGGER 1942) eltekintve, a talaj mindenütt semleges, vagy enyhén lúgos kémhatású. Ezt a Tihanyi-félszigeten uralkodó bazalttufa : meszes vulkáni hamu által összeragasztott törmelék (PAPP 1931) mésztartalma és az ezen kívül fontos szerepet játszó mészkőképződmények (gejzirit, mésztufák) okozzák.

Acidofil mohák csak a közvetlenül a bazalttufa sziklára települő epilitikus fajok közt vannak *(Grimmia campestris, Hedwigia)*, illetőleg az Alsó-Szarkád tetején levő gejzír-kúpokból kipreparálódott kova- (kalcedon vö. PAPP l. c.) erek felületén és tövében *(Dicranum scoparium, Rhodobryum, Hedwigia)*. Ezeken kívül mészkerülő, illetőleg acidofil mohákat a félszigetről eddig nem ismerünk. Nem találtunk egyetlen (valódi) *Plagiothecium* vagy *Polytrichum* fajt és hiányzanak a *Catharinaea undulata, Rhacomitrium canescens, Entodon schreberi, Dicranella heteromalla, Syntrichia subulata, Pohlia nutans, Mnium stellare* és a *Neckera* fajok is. A száraz klíma és a savanyú termőhelyek hiányának tulajdonítható, hogy nagyon kevés májmoha fordul elő, hiányzik a *Metzgeria furcata, Barbilophozia barbata, Plagiochila asplenoides*. Nagyon ritka a *Lophocolea minor, Cephaloziella starkei, Dicranum scoparium, Isothecium viviparum*, amelyek egyébként a Matricum területén egészen az Alföld széléig elterjedtek és egy részük a Balaton túlsó oldalán, Külsősomogy kilúgozott talajú csereseiben is felbukkan, mint a *Lophocolea minor, Dicranella heteromalla, Catharinaea undulata, Polytrichum attenuatum* Balatonendréd és Szántód között.

A mohok által felépített fitocenózisok közül a csupasz sziklák pionír tásulásai a legfontosabbak. A bazalttufa-sziklák jellemző mohája a *Grimmia campestris*. Sokkal ritkább a *G. montana*, míg a *G. commutata, G. pulvinata, G. apocarpa, Orthotrichum cupulatum, O. anomalum* és *Camptothecium sericeum* a sziklafelületek legelterjedtebb lakói. A sziklalakók florisztikailag legérdekesebb faja a *Grimmia plagiopodia*, alig lejtő bazalttufa-padokon, repedésekben pedig a délies jellegű *Tortella viridiflava, Rhynchostegiella algiriana* és *Weisia tortilis*. Az Alsó-Szarkád erdei szikláin *Hypnum incurvatum* fordul elő.

Nagyon érdekesek az Akasztó-domb keletre néző mésztufa sziklái, ahol *Dicranella rubra, Seligeria pusilla, Gymnostomum calcareum, Encalypta contorta, Barbula revoluta* és *Aloina brevirostris* élnek, melyek azonban már részben a sziklákat körülvevő *Festucetum glaucae* töredékek (csak itt az egész félszigeten!), illetve karsztbokorerdő mohaszintjébe sorolhatók.*

A Balaton-parti kőgát locsolási zónáját is moha-cenózisnak nevezhető együttes, *Barbuletum tophaceae* párnái borítják, melyben jellegzetes higrofil fajok élnek : *Barbula tophacea, Cratoneurum filicinum, Hygrohypnum palustre*,

* Soó (1932) térképén itt csak kultúrerdőt jelez, valójában ezen a nehezen járható, meredek keleti lejtőn van a félsziget legszebb karsztbokorerdeje.

Eurhynchium rusciforme, *Rhynchostegium murale*, *Amblystegium riparium*, *A. varium*, *A. juratzkanum*, *Hygramblystegium irriguum* (vö. FELFÖLDY 1943, FELFÖLDY és IHAROS 1947).

Egyebütt a mohok a magasabbrendű növények alkotta asszociációk mohaszintjében élnek. A vízi cenózisokban alárendelt szerepet játszanak, valószínűleg a víz karbonát ion tartalma miatt. Az Aszófői-patak torkolatának nádasaiból a *Ricciocarpus natans*-t (leg. SEBESTYÉN) ismerjük, a Szarkád és a Diósitető alatti balatonparti nádasokból pedig a *Fontinalis antipyretica*-t (FELFÖLDY és TÓTH 1957, 337). A Belső-tóból nincs adatunk, míg a Külső-tó *Carex gracilis*- és *Juncus gerardii-Agrostis alba* asszociációiban a *Drepanocladus aduncus* (legtöbbször f. *kneiffii*) él, tavasszal néha óriási tömegekben. A többi Molinion és Agrostion-típusú nedves rét mohaszintje nem számottevő.

Sokkal többet mondhatunk a félsziget halmait borító száraz gyepek mohaszintjéről. A Pannonicum területére jellemző ezekben a sok *Barbula* megjelenése, nemcsak számos faja, hanem nagy tömege révén is. Ezeknek a gyepeknek természetesebb foltjain élnek a félszigetre legjellemzőbb, nem egyszer délies vagy keleti jellegű xerotherm, bazofil fajok (Kiserdő-tető, Csúcs-hegy, Apáti-hegy): *Riccia ciliifera*, *Grimaldia fragrans*, *Fissidens cristatus*, *Pleuridium subulatum*, *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta vulgaris*, *Astomum crispum*, *Weisia tortilis*, *Tortella inclinata*, *T. tortuosa*, *Pleurochaete squarrosa*, *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*, *Barbula convoluta*, *B. revoluta*, *B. hornschuchiana*, *B. vinealis*, *B. rigidula*, *B. lurida*, *Syntrichia montana*, *Pterigoneurum pusillum*, *P. subsessile*, *P. lamellatum*, *Acaulon muticum*, *A. triquetrum*, *Phascum acaulon*, *P. curvicollum*, *Pottia bryoides*, *P. intermedia*, *P. lanceolata*, *Funaria fascicularis*, *Brachythecium albicans*, *Rhytidium rugosum*.

A *Festucetum*-okban néhol a talajréteg elvékonyodik és ilyen helyen a sziklák kövecses, csupasz hátán a *Grimmia-Sedum* asszociáció (Soó 1932) alakul ki, mely önálló növénytársulásnak tekinthető. A *Rhytidium rugosum* azonban nem ennek, hanem a Kiserdő-tető legszebb *Festucetum sulcatae*-jának tagja.

Tihany környékének jellegzetes növényasszociációi a töviskes legelők *(Pruneto-Crataegetum)*. Ezeknek mikroklimatikus viszonyairól a mohaszint sokat elárul, mert a nedvesebb, védettebb helyeken, észak—északkeleti oldalakon néhol igen dús mohaszint alakul ki a bokrok alatt. Ezekben a tömeget képviselő *Thuidium abietinum*, *Camptothecium lutescens* és ennek délies alakja a *var. fallax* mellett előfordul a *Thuidium delicatulum*, *Rhynchostegium megapolitanum*, *Brachythecium albicans*, *Syntrichia ruralis*, sőt az Alsó-Szarkád északkeleti lejtőjén sporogoniumos *Rhodobryum roseum*-ot is találtunk.

A karsztbokorerdők jellemző délies mohája a *Rhynchostegium megapolitanum*, a félszigeten igen elterjedt. Kultúrerdőkben, különösen a feketefenyő ültetvényekben mindenütt gyakori és állandó. Helyenként járul hozzá a *Brachythecium glareosum* és *B. campestre*, melynek cenológiai szerepe előttünk még nem világos.

Az erdők (kultúrától zavart tölgyes-töredékek, ákáccal, feketefenyővel elegyes szil, kőris, juhar állományok, vö. Soó 1932) mohaszintje elég szegényes. A mégis fellelhető erdei fajok indikátor szerepe azonban nagyon fontos, mert a félszigeten oly ritka nedves-árnyas biotópokat árulják el. Ilyeneket különösen a félsziget északkeleti pereme alatt (JACZÓ 1942) és a Cser-hegy délkeleti oldalán találunk *(Mnium affine*, *M. cuspidatum*, *M. undulatum*,

Anomodon viticulosus, *Scleropodium purum*, *Hylocomium proliferum*, *Rhytidiadelphus triqueter* és *R. squarrosus)*.

Különös figyelmet érdemel az Óvár északkeleti bozótos, kőomlásos, bazalttufa-görgeteges meredek lejtője, melyet néhol ültetett feketefenyő csoportok árnyékolnak. Itt, az északi lejtőn igen kedvező hatású a Balaton párás levegője. A mohaflóra a hárs-kőris sziklaerdő mohaszintjére emlékeztet. Nevezetes fajai: *Fissidens pusillus*, *Barbula sinuosa*, *B. cylindrica*, *Mnium rostratum*, *Thuidium philiberti*, *Thamnium alopecurum*, *Anomodon longifolius*, *Leskea nervosa*, *Brachythecium rutabulum*, *Scleropodium purum*, *Cirriphyllum crassinervium*, *Rhynchostegiella algiriana*, *Taxiphyllum depressum*. Érdekes köztük a *Rhynchostegiella algiriana*, mely nálunk leginkább barlangszádákban él, itt azonban a meleg bazalttufán, ugyanúgy, mint a Badacsonyon és más balaton-felvidéki lelőhelyén is, barlangon kívül, árnyas bazalt-, illetőleg bazalttufa sziklákon található. Ez az előfordulási mód hasonló a földközi-tenger melléki, különösen a horvát tengerparti előfordulásaihoz, ahol azonban mindig mészkőlakó. Legtöbb barlangi termőhelyéhez hasonlóan, Tihanyban is találkozik a *Taxiphyllum depressum*-mal.

A vizsgált terület fakérgen élő mohaflórája nem mondható gazdagnak. A Balaton-part fáin, a parkokban is jellegzetesek az *Orthotrichum*-fajok *(O. pumilum, diaphanum, speciosum)*, viszont a másutt, az Alföldön is gyakori *Syntrichia papillosa* előfordulásáról nincs adatunk.

A Tihanyi-félsziget mohafajainak felsorolása

Rövidítések: B = Boros Á., F = Felföldy L., R = K. Redinger (1932) irodalmi adatai, V = Vajda L., h = hegy.

Riccia ciliifera Link. — Kiserdő-tető (F).
Ricciocarpus natans (L.) Corda — Aszófői-sarok, az Aszófői-patak torkolatában, nádasban (leg. Sebestyén).
Grimaldia fragrans (Balb.) Corda — Kiserdő-tető (F).
Marchantia polymorpha L. — Belső-tó m. kútban (R), a Biol. Kut. Int. üvegházában (F).
Riccardia pinguis (L.) Gray — Gödrösi homokbánya (F).
Lophocolea minor Nees. — Óvár (F).
Cephaloziella starkei (Funck.) Schiffn. — Nyereg-h. (B).
Radula complanata (L.) Dum. — Óvár (R, F), Gurbicsa-tető (F), Felső-Szarkád (B).
Madotheca platyphylla (L.) Dum. — Óvár (B), Cser-h. (F), Alsó-Szarkád (F), Akasztó-domb (F).
Frullania dilatata (L.) Dum. — Óvár (R), Felső-Szarkád (B).

Fissidens cristatus Wils. — Apáti-h. (V).
Fissidens taxifolius (L.) Hedw. — Óvár (F).
Fissidens pusillus Wils. — Óvár (V).
Pleuridium subulatum (Huds.) Rabenh. — Kiserdő-tető (F).
Ditrichum flexicaule (Schleich.) Hampe — Apáti-h. (F, B, V), Nyereg-h. (B).
Ceratodon purpureus (L.) Brid. — Templomdomb *c. sporog.* (R), gejzírkúpok (R), Apáti-h. (F), Alsó-Szarkád (F), Hármas-h. (F), Fürdőtelep (F), a Balaton-part kövein a locsolási zóna felett (F).

Seligeria pusilla (Ehrh.) B. E. — Akasztó-domb *c. sporog.* (V, B).
Dicranella rubra (Huds.) Schimp. — Óvár (F, B, V), Diósi-tető alatt (F), Gödrösi homokbánya (F), Akasztó-domb : mésztufa (B).
Dicranum scoparium (L.) Hedw. — Alsó-Szarkád : hidrokvarcit kibukkanásoknál (B, F, V).
Encalypta vulgaris (Hedw.) Hoffm. — Kiserdő-tető (F), Apáti-h. (F), Visszhang-domb (F), Attila-domb (F), Hármas-h. (F, B).
Encalypta contorta (Wulf.) Lindb. — Akasztó-domb : mésztufa (B, V).
Astomum crispum (Hedw.) Hampe — Apáti-h. (F), Cser-h. (F).
Weisia tortilis (Schwägr.) C. Müll. — Csúcs-h. (B, V), Kiserdő-tető (B, V).
Weisia viridula (L.) Hedw. — a község szélén (V).
Gymnostomum calcareum Br. germ. — Akasztó-domb : mésztufa (B, V), Csúcs-h. bazalttufa sziklapad repedése (B, V).
Tortella viridiflava (de Not) Broth. — Kiserdő-tető (V, B).
Tortella inclinata (Hedw. f.) Limpr. — Apáti-h. (F).
Tortella tortuosa (L.) Limpr. — Gurbicsa-tető (F), Hármas-h. (F).
Pleurochaete squarrosa (Brid.) Lindb. — Nyugati vonulat (R), Csúcs-h. (V, B), Nyereg-h. (B), Kiserdő-tető (B, F), Hármas-h. (B, V, a f. *phyllorhizans* Vajda is), Akasztó-domb (B), Alsó-Szarkád (B).
Bryoerythrophyllum recurvirostrum (Hedw.) Chen. — Óvár (V), Nyereg-h. (B).
Barbula convoluta Hedw. — Nyereg-h. (B, V).
Barbula revoluta (Schrad.) Brid. — Nyársas-h. (V), Akasztó-domb : mésztufa (B), Csúcs-h. (B, V).
Barbula hornschuchiana Schltz. — Nyársas-h. (V), Csúcs-h. (V, B), Akasztó-domb (V) ; *var. obtusula* (Lindb.) Kindb. = *var. pseudorevoluta* Reimers Csúcs-h. (V).
Barbula unguiculata Hedw. — Templomdomb *c. sporog.* (R), gejzírkúpok *c. sporog.* (R), Óvár *c. sporog.* (F, V, B), Nyereg-h. (B), Visszhang-domb (F), Diósi-tető (F), Gurbicsa-tető—Felső-Szarkád (F), Kiserdő-tető (F), Cser-h. (F), Gödrösi homokbánya (F), Biol. Kut. Int. kertje (F), Balaton-part kövein az Óvár alatt (F).
Barbula vinealis Brid. — Nyugati vonulat (R), gejzírkúpok (R), Akasztó-domb (V).
Barbula cylindrica Tayl. — Nyugati vonulat (R), Óvár (V), Nyereg-h. (B).
Barbula sinuosa (Wils.) Braithw. — Óvár (B, V).
Barbula fallax Hedw. — Óvár (R, B), Templomdomb (R), Visszhang-domb (V), Nyereg-h. (B), Alsó-Szarkád (F), Cser-h. (F), Hármas-h. (F), Akasztó-domb (B).
Barbula spadicea Mitt. — Apáti-h. (V).
Barbula rigidula (Hedw.) Mitt. — Gejzírkúpok (R), Óvár (F), Apáti-h. (F), Kiserdő-tető (V), Nyársas-h. (V), Balaton-parti kövek (B, V).
Barbula lurida (Hornsch.) Lindb. — Hármas-h. (F), Akasztó-domb (V).
Barbula tophacea (Brid.) Mitt. — Balaton-part kövein : locsolási zóna az Óvár és Akasztó-domb alatt *c. sporog.* (F, B, V), Óvár : kőkerítés, nedves helyen (B), Csúcs-h.: sziklapad repedése (B, V).
Tortula muralis (L.) Hedw. — Nyugati vonulat *c. sporog.* (R), Templomdomb *c. sporog.* (R), gejzírkúpok (R), Óvár (B), a község alatt, falakon (B, V), Fürdőtelep (F), Balaton-part kövei (F), Kiserdő-tető (B), Akasztó-domb : mésztufa (B, V), Cser-h. (F), Alsó-Szarkád (B).

Syntrichia pulvinata (Jur.) Limpr. — Felső-Szarkád: Erdészház mellett Quercus kérgén (V).

Syntrichia montana Nees. — Nyugati vonulat (R), Csúcs-h. (B, V), Apáti-h. (B), Óvár (B), Kiserdő-tető: bazalttufa (V), Akasztó-domb: mésztufa (B).

Syntrichia ruralis (L.) Brid. — Nyugati vonulat (R), gejzírkúpok (R), Óvár (V), Alsó-Szarkád (F), Hármas-h. *c. sporog* (F), Balaton-part kövei (F).

Aloina brevirostris (Hook. et Grev.) Kindb. — Akasztó-domb: mésztufa (V, B).

Pterigoneurum subsessile (Brid.) Jur. — Kiserdő-tető (F).

Pterigoneurum pusillum (Hedw.) Broth. — A község kőfalain (F), Akasztó-domb (F), Csúcs-h.: f. *incanum* (Br. germ.) Jur. (V), Óvár (V), Visszhang-domb (F), Cser-h. (F), Nyársas-h. (V).

Pterigoneurum lamellatum (Lindb.) Jur. — Visszhang-domb (F).

Acaulon muticum (Schreb.) C. Müll. — Cser-h. *c. sporog.* (F).

Acaulon triquetrum (Spruce) C. Müll. — Kiserdő-tető *c. sporog.* (F).

Phascum acaulon L. — Cser-h. (F), Felső-Szarkád (F), Biol. Kut. Int. kertje (F).

Phascum curvicollum Ehrh. — Apáti-h. *c. sporog.* (F).

Pottia bryoides (Dicks.) Mitt. — Cser-h. (F), Biol. Kut. Int. kertje (F).

Pottia truncatula (L.) Lindb. — Kiserdő-tető (F).

Pottia intermedia (Turn.) Hobk. — Csúcs-h. *c. sporog.* (V), Óvár (?F), Cser-h. (?F), Hármas-h. (?F).

Pottia lanceolata (Hedw.) C. Müll. — Óvár (R), Visszhang-domb (F), Kiserdő-tető (F), Apáti-h. (F), Cser-h. (F, V), Nyársas-h. (V).

Grimmia plagiopodia Hedw. — Csúcs-h.: Bazalttufa-lapokon (B, V).

Grimmia apocarpa (L.) Hedw. — Nyugati vonulat (R), gejzírkúpok (R), Óvár (F), Nyereg-h. (B), Hármas-h. (F), Balaton-part kövein az Óvár alatt (F).

Grimmia pulvinata (L.) Sm. *c. sporog.* — Gejzírkúpok (R, Soó), Aranyház (Lukacsovics, F), Óvár (F, V), Apáti-h. (F), Hármas-h. (F), Alsó-Szarkád (B), Csúcs-h. (V), Balaton-part kövein az Óvár alatt (F).

Grimmia montana B. E. — Apáti-h. (F).

Grimmia commutata Hüben. — Csúcs-h. (B, V), Nyereg-h. (B), Apáti-h. (B, V), Kiserdő-tető (V), Nyársas-h. (B).

Grimmia campestris Burch. — Gejzírkúpok (R), Csúcs-h. (B), Nyereg-h. (B), Óvár (V).

Funaria fascicularis (Dicks.) Schimp. — Kiserdő-tető (F).

Funaria hygrometrica (L.) Sibth. *c. sporog.* — Templomdomb (R), Felső-Szarkád: Erdészház mellett agyag-gödörben (F), Biol. Kut. Int. kertje (F), Balaton-part gyakori (R, F, B, V).

Bryum argenteum L. — Templomdomb (R), Biol. Kut. Int. épületén *c. sporog.* (F), Balaton-part kövein (F).

Bryum capillare L. — Nyugati part (F). — *var. marginatum* Podp. a község szélén (B, det. Podpěra).

Bryum caespiticium L. — Templomdomb *c. sporog.* (R).

Rhodobryum roseum (Weis.) Limpr. — Óvár (F), Alsó-Szarkád (F, B, V), u. itt *c. sporog.* (F).

Mnium undulatum (L.) Weis. — Alsó-Szarkád (F), Felső-Szarkád (F, V, B), Óvár (F), *st.*

Mnium rostratum Schrad. — Óvár *st.* (F).

Mnium cuspidatum (L.) LEYSS. — Óvár (R, *c. sporog.* F, V), Alsó-Szarkád (F), Akasztó-domb (F).
Mnium affine BLAND. — Felső-Szarkád (B, V).
Orthotrichum diaphanum (GMEL.) SCHRAD. — Óvár (R), Balaton-part : Park (B, V).
Orthotrichum anomalum HEDW. — Nyugati vonulat (R), Óvár (R), Hármas-h. (F), „Ürgés" (F), Cser-h. (F).
Orthotrichum cupulatum HOFFM. — Nyugati vonulat (R), Hármas-h. (F), Óvár (V), Templomdomb (B, V).
Orthotrichum speciosum NEES. — Óvár (R), Balaton-part : park (V).
Orthotrichum affine SCHRAD. — Óvár (R), Balaton-part : park (F).
Orthotrichum pumilum SW. — Óvár (R), Balaton-part : park (F, B), — *var. fallax* SCHIMP. Balaton-part : park (B).
Hedwigia albicans (HEDW.) LINDB. — Gejzírkúpok (R), Alsó-Szarkád (B, F, V), Hármas-h. (B).
Leucodon sciuroides (L.) SCHWÄGR. — Nyugati vonulat (R), Óvár (R, F, B), Cser-h. (F), Hármas-h. (F), Kiserdő-tető (F).
Thamnium alopecurum (L.) B. E. — Óvár (B, F, V).
Isothecium viviparum (NECK.) LINDB. — Óvár (R).
Fontinalis antipyretica L. — Balaton, a Felső-Szarkád alatti nádas (F), Diósi-tető alatti nádas (TÓTH).
Anomodon attenuatus (SCHREB.) HÜBEN. — Cser-h. (F, V), Akasztó-domb (F).
Anomodon viticulosus (L.) HOOK. et TAYL. — Óvár *c. sporog.* (R), *st.* (F), Cser-h. (F), Fürdőtelep (F), Felső-Szarkád (B), Akasztó-domb (F), Balaton-part : kőgát az Óvár alatt és a Biol. Kut. Int.-nél (F).
Anomodon longifolius (SCHLEICH.) BRUCH. — Óvár (V, F), Cser-h. (F), Akasztó-domb (F).
Leskea polycarpa EHRH. — Óvár (R), Gurbicsa-tető (F).
Leskea nervosa (SCHWÄGR.) MYRIN — Óvár (F).
Thuidium abietinum (L.) B. E. — Nyugati vonulat, fennsík (R), Óvár (F), Apáti-h. (F), Akasztó-domb (B, V).
Thuidium delicatulum (L.) MITT. — Óvár (F), Cser-h. (F), Alsó-Szarkád (F).
Thuidium philiberti LIMPR. — Óvár (R, F, V), Apáti-h. (F), Diósi-tető (F), Felső-Szarkád (F), Cser-h. (F), Akasztó-domb (F).
Cratoneurum filicinum (L.) MOENK. — Belső-tó m. kútban (R), Balaton-parti kövek : locsolási zóna az Óvár, Akasztó-domb alatt és a Biol. Kut. Int.-nél (F, V).
Hygramblystegium irriguum (WILS.) LOESKE — Balaton-parti kövek : locsolási zóna a Biol. Kut. Int.-nél (F).
Chrysohypnum sommerfeltii (MYR.) ROTH. — Óvár (R, V, B), Csúcs-h. (V, B), Apáti-h. (V), Attila-domb (F), Diósi-tető alatt (F), Akasztó-domb (V, B), Cser-h. (V, F), Alsó-Szarkád (F).
Chrysohypnum polygamum (B. E.) LOESKE — Külső-tó (F).
Amblystegium riparium (L.) B. E. — Balaton-parti kövek : locsolási zóna a Biol. Kut. Int.-nél (F, V) és az Alsó-Szarkád alatt (F).
Amblystegium varium (HEDW.) LINDB. — Cser-h. (F), Balaton-parti kövek : locsolási zóna az Óvár alatt (F).
Amblystegium serpens (L.) B. E. — Óvár (R, B, V), Templom-domb (F), Diósi-tető (F), Cser-h. (F), Balaton-part a Biol. Kut. Int.-nél és az Óvár alatt (F).

Amblystegium juratzkanum SCHIMP. — Óvár (R, F), Cser-h. (F), Balaton-part az Óvár alatt (F).

Amblystegium kochii B. E. — Külső-tó (V), Fürdőtelep (F), Balaton-part a Felső-Szarkád alatt (F).

Hygrohypnum palustre (HUDS.) LOESKE. — Balaton-parti kövek : locsolási zóna az Óvár alatt *(c. sporog.)* és a Biol. Kut. Int.-nél (F, B, V).

Calliergon cuspidatum (L.) KINDB. — Balaton-part : kőgát (V).

Drepanocladus aduncus (HEDW.) MOENK. f. *kneiffii* (SCHIMP.) WARNST. — Csúcs-h. alatti mocsár = Rátai csáva (R, F), Külső-tó (F, B, V), Cyprián-forrás alatti rét (F).

Camptothecium lutescens (HUDS.) B. E. — Nyugati vonulat (R), Óvár *c. sporog.* (R, B, F, V), Cser-h. (F), Alsó-Szarkád (F), Kiserdő-tető *c. sporog.* (B, V), Balaton-part az Óvár alatt (F). — var. *fallax* (PHILIB.) BREIDL. Hármas-h. (V), Akasztó-domb *c. sporog.* (B, V).

Camptothecium philippeanum (SPRUCE) KINDB. — Apáti-h. (V).

Camptothecium sericeum (L.) B. E. — Óvár (R, V, *c. sporog.*), fennsík (R), Csúcs-h. *c. sporog.* (F), Alsó-Szarkád (F, B), Balaton-part : kőgát az Óvár alatt (F, V).

Brachythecium albicans (NECK.) B. E. — Nyugati vonulat (R), Óvár (F), Alsó-Szarkád (F), Felső-Szarkád (F), Fürdő-telep (F), Gödrösi homokbánya (F), Hármas-h. (F), Felső-Szarkád : Erdészház (F), a község mellett (F, V).

Brachythecium glareosum (BRUCH.) B. E. — Óvár (V).

Brachythecium salebrosum (HOFFM.) B. E. — Óvár (R), Cser-h. (F), Felső-Szarkád (B), Balaton-part az Óvár alatt (F).

Brachythecium campestre (BRID.) B. E. — Nyereg-h. (B, V).

Brachythecium rutabulum (L.) B. E. — Óvár (R, B, F, V), Hármas-h. (F), Balaton-part : kőgát az Óvár alatt (F). — Véleményünk szerint ide tartozhat REDINGER *B. rivulare* B. E. adata az Óvárról, amelynek megfelelő termőhelyet az Óváron nem ismerünk.

Brachythecium velutinum (L.) B. E. — Óvár (R, F), Cser-h. (F).

Brachythecium populeum (HEDW.) B. E. — Hármas-h. (F).

Scleropodium purum (L.) LIMPR. — Óvár (F, B), Alsó-Szarkád (F), Gurbicsa-tető (F).

Cirriphyllum crassinervium (TAYL.) LOESKE et FLEISCH. — Óvár (B, V), Cser-h. (F).

Eurhynchium swartzii (TURN.) HOBK. — Óvár (R, F), Cser-h. (F), Balaton-part : kőgát az Óvár alatt (F, V). — var. *abbreviatum* TURN. Óvár (V), — var. *hians* (HEDW.) JAEG. et SAUERB. Óvár (V), Akasztó-domb (V), Balaton-part az Óvár alatt (V).

Eurhynchium rusciforme (NECK.) MILDE. — Belső-tó m. kútban (R), Külső-tó árok (R), Balaton-parti kövek : locsolási zóna a Biol. Kut. Int.-nél (F, B).

Rhynchostegium megapolitanum (BLAND.) B. E. — Óvár (R, B, V), Csúcs-h. (B), Apáti-h. (F, B, V), Nyereg-h. *c. sporog.* (B, V), Alsó-Szarkád (F), Felső-Szarkád *c. sporog.* (B, F, V), Akasztó-domb (B), Hármas-h. (F), Nyársas-h. (V), Gurbicsa-tető alatt *c. sporog.* (F), Fürdő-telep (F), Gödrösi homokbánya (F), Diósi-tető (F).

Rhynchostegium murale (NECK.) B. E. — Diósi-tető alatt (F), Balaton-part az Alsó-Szarkád alatt (F), kőgát az Akasztó-domb alatt (a var. *julaceum* B. E.-hoz közelálló alak, F).

Rhynchostegiella algiriana (Brid.) Broth. — F. ap. Boros 1953, 330, Óvár *c. sporog.* (B, F, V), Kiserdő-tető (B, V), Apáti-h. (V), Hármas-h. (F), Cser-h. *c. sporog.* (F, V), Akasztó-domb *c. sporog.* (F).

Taxiphyllum depressum (Bruch.) Reimers — Óvár *c. sporog.* (F, V, B), Cser-h. (F).

Pylaiea polyantha (Schreb.) B. E. — Nyugati vonulat (R), Óvár (R), Templomdomb (F), Alsó-Szarkád (F).

Hypnum incurvatum Schrad. — Alsó-Szarkád (B), Gurbicsa-tető (F), Cser-h. (V).

Hypnum cupressiforme L. — Nyugati vonulat (R), Óvár (F), Alsó-Szarkád (F), Felső-Szarkád : Erdészház (F), Gurbicsa-tető (F), Apáti-h. (F), Cser-h. (F), Akasztó-domb (B). — A var. *lacunosum* Brid. és a var. *filiforme* Brid. alakjai is.

Rhytidium rugosum (Ehrh.) Kindb. — Kiserdő-tető (Soó 1932, 128, F).

Rhytidiadelphus triqueter (L.) Warnst. — Óvár (R, F).

Rhytidiadelphus squarrosus Warnst. — Óvár (F, B, V).

Hylocomium proliferum (L.) Lindb. — Óvár (F), Akasztó-domb (F).

Összefoglalás

A Tihanyi-félszigeten jelenlegi ismereteink szerint 130 mohafaj él. Florisztikailag legérdekesebbek a Csúcs-hegyen a nagyon ritka és diszperz elterjedésű *Grimmia plagiopodia*, a Kiserdő-tetőn a délies *Tortella viridiflava*, az Akasztó-domb mésztufa szikláin pedig az *Aloina brevirostris Gymnostomum calcareum* és *Seligeria pusilla*.

Figyelemre méltó moha-termőhelyek a xerotherm tetőgyepek a Csúcshegy, Apáti-hegy, Kiserdő-tető és Alsó-Szarkád tetején, az Akasztó-domb keletre néző mésztufa sziklái, az Óvár északkeleti lejtőjén található árnyas, párás, görgeteges kevert erdő és a Balaton-parti kőgát locsolási zónája.

A moha-kutatás eredményeképpen a félsziget általános xerotherm jellegén kívül, az itt található biotópok talajának mésztartalmára, illetőleg bazofil mivoltára hívjuk fel a figyelmet azzal a megállapítással, hogy igazi acidofil termőhely a félszigeten, mai ismereteink szerint, nincsen.

A Tihanyi-félsziget állat- és növényvilágában már többször megállapított mediterrán vonást az alábbi mediterrán jellegű elemek rögzítésével gazdagítjuk : *Riccia ciliifera, Grimaldia fragrans, Astomum crispum, Weisia tortilis, Tortella viridiflava, Pleurochaete squarrosa, Acaulon triquetrum, Rhynchostegium megapolitanum, Rhynchostegiella algiriana.*

Dolgozatunkban igyekeztünk a mohák indikátor szerepét kidomborítani, a Tihanyi-félsziget különböző típusú biotópjainak jellemzésére és szétválasztására.

IRODALOM

Ballenegger R. (1942): A Tihanyi-félsziget talajviszonyainak áttekintése. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **14,** 1—9.

Boros Á. (1953): Magyarország mohái. Bryophyta Hungariae. — *Budapest, Akad. Kiadó,* 1—360.

Boros, Á. und L. Vajda (1958): Für die Flora Ungarns neue und interessante Moose. II. — *Annal. Mus. Nat. Hung.* (nyomdában).

Entz, G.† und O. Sebestyén (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **16,** 179—411.

Felföldy L. (1943): Vegetációtanulmányok a Tihanyi-félsziget északi partvonalán. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **15,** 42—74.

Felföldy L. és Iharos A. (1947): A mohaszövetkezetek és a Tardigradum fauna közti összefüggés a Tihanyi-félsziget északi partvonalán. — *Borbásia* **7,** 31—38.
Felföldy L. és Tóth L. (1957): Fontinalis antipyretica és F. hypnoides a Balatonban. — *Annal. Biol. Tihany* **24,** 334—344.
Graeser, F. und J. Szent-Iván y (1940): Beitrag zur Kenntnis der Lepidopterenfauna der Halbinsel Tihany. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **12,** 213—244.
Iharos, A. (1947): The Tardigrada fauna of the Tihany peninsula. — *Arch. Biol. Hung.* **17,** 38—43.
Jaczó I. (1942): A Pomatias elegans Müll. elterjedése a Tihanyi-félszigeten. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **14,** 83—89.
Kesselyák A. (1936): A Tihanyi-félsziget Isopoda faunája. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **8,** 82—88.
Nagy, B. (1948): On the Orthoptera fauna of the Tihany peninsula (Lake Balaton, Western Hungary). — *Arch. Biol. Hung.* **18,** 59—64.
Nagy, B. (1950): Quantitative and qualitative investigation of the Saltatoria on the Tihany peninsula. — *Annal. Biol. Tihany* **19,** 95—122.
Papp F. (1931): Tihany geológiai reambulációja. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **4,** 401—413.
Redinger, K. (1932): Beitrag zur Moosflora der Umgebung des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **5,** 85—105.
Réthly A. (1940): A Balaton környékének éghajlata. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **12,** 383—397.
Soó R. (1931): Adatok a Balatonvidék vegetációjának ismeretéhez III. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **4,** 293—319.
Soó R. (1932): Magyarázat a Tihanyi-félsziget növényföldrajzi térképéhez. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **5,** 122—130.
Szabó, M. (1932): Die Myriopoden der Halbinsel Tihany. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **5,** 44—50.
Székessy V. (1936): Adatok a Tihanyi-félsziget xerotherm bogár-faunájának ismeretéhez. — *Áll. Közl.* **33,** 149—157.
Székessy, V. (1943): Die Koleopteren-Fauna der Halbinsel Tihany. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **15,** 358—399.
Szent-Iván y, J. (1943): Faunistische und oekologische Beobachtungen an den Lepidopteren der Halbinsel von Tihany. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **15,** 340—357.
Udvardy, M. D. F. (1947): Methods of bird sociological survey, on the basis of some Tihany communities investigated. — *Arch. Biol. Hung.* **17,** 61—89.

DIE MOOSFLORA DER HALBINSEL TIHANY (WEST-UNGARN, AM BALATONSEE)

Ádám Boros, Lajos Felföldy und *László Vajda*

Zusammenfassung

Es wachsen nach unseren bisherigen Kenntnissen auf der Halbinsel Tihany 130 Moosarten. Die vom floristischen Standpunkt interessantesten Arten sind die folgenden: *Grimmia plagiopodia,* auf dem Hügel „Csúcs-hegy", *Tortella viridiflava,* auf dem Hügel „Kiserdő-tető", *Aloina brevirostris Gymnostomum calcareum* und *Seligeria pusilla* auf den Kalktuff-Felsen des Hügels „Akasztó-domb".

Wichtige und interessante Moos-Standorte sind die xerothermen Pflanzenbestände *(Festuceta)* auf den Hügeln „Csúcs-hegy", „Apáti-hegy", „Kiserdő-tető" und „Alsó-Szarkád", die östlichen Kalktuff-Felsen des Hügels „Akasztó-domb", der schattig-feuchte geröllige Mischwald auf dem nordöstlichen Abhang des Hügels „Óvár", und die Spritz-Zone des steinigen Balaton-Ufers.

Auf Grund der Moosflora werden die folgenden zwei Haupteigenschaften der auf der Halbinsel befindlichen Biotope betont: der durch das trockene, warme Klima bestimmte xerotherme Charakter und die durch die Wirkung der kalkhaltigen Basalttuffe und anderen Kalkformationen (Geyzirit, Kalktuff usw.) verursachte Basophilie. Es waren auf der Halbinsel keine echten azidophilen Fundorte bzw. Arten zu finden.

Die folgenden mediterranen Arten wurden festgestellt: *Riccia ciliifera, Grimaldia fragrans, Astomum crispum, Weisia tortilis, Tortella viridiflava, Pleurochaete squarrosa, Acaulon triquetrum, Rhynchostegium megapolitanum* und *Rhynchostegiella algiriana.*

A VÍZALATTI FÉNYVISZONYOK ÉS A FOTOSZINTÉZIS ÖSSZEFÜGGÉSE A BALATONBAN, 1957 NYARÁN

FELFÖLDY LAJOS ÉS F. KALKÓ ZSUZSA

Érkezett : 1958. január 31.

Az édesvizek szervesanyag-termelésének első lépcsőjét az elsődleges termelés jelenti, mely nem más, mint a vízi biocenózisok autotróf tagjainak fotoszintézise : a rendelkezésre álló szervetlen táplálék áthasonítása szerves anyagokká, miközben a Nap sugárzó energiája kémiailag kötött energiaként beépül ezeknek a szervezeteknek testébe és ezáltal hozzáférhetővé válik az élővilág többi — heterotróf — tagjai számára.

Tekintettel arra, hogy a szervesanyag körforgalmának ez az első, igen jelentős lépése, mennyiségi meghatározása, az elsődleges termelés felismerése, becslése, igen sok kutatót foglalkoztatott. Az édesvizek biológiai produkciójának alapvető problémáit, kialakulófélben lévő terminológiáját illetőleg MAUCHA (1953) és ENTZ B. (1954) magyar nyelvű közleményeire utalunk.

Az elsődleges termelés intenzitását elsősorban a felületre jutó sugárzó energia mennyisége és minősége, a víztömeg optikai tulajdonságai, a jelenlevő autotróf szervezetek mennyisége (pontosabban : aktív felülete) és aktivitása határozza meg. Ennek a három alapvető és egy-egy tavon belül is lényegesen változékony tényezőnek eredményét befolyásolja a többi : a tápanyagok, hőmérséklet és a biocenotikai hatások faktorai. A vizek fényklímájának döntő szerepét minden szerző határozottan kiemeli (MAUCHA 1924, 1927, 1942, 1948. OBERDORFER 1928, MARSHALL és ORR 1928, ÅLVIK 1934, JUDAY és SCHOMER 1935, JENKIN 1937, TALLING 1955, 1957*a*, VOLLENWEIDER 1955*a*, EDMONDSON 1956, RYTHER 1956, 1956*a*, VERDUIN 1956 stb.) MAUCHA (1953) a fényenergia mellett a szénforrás elsőrendű fontosságára mutatott rá. Jelenlegi munkánkban ezt külön nem hangsúlyozzuk, mert a többi tápanyaggal együtt a rendelkezésre álló C is, egy tavon belül — természetes körülmények között — könnyen mérhető, illetve becsülhető.

A Balaton „termelés biológiai" problémáit, a kérdés pillanatnyi helyzetét és az elvégzendő feladatokat ENTZ B. (1954) előadása és a hozzászólások jól felvázolták. A tihanyi Biológiai Kutatóintézet növénytani osztálya az ott vázolt feladatok közül az elsődleges termelés részletkutatását vállalta. Mint a Balaton-kutatás minden részletkérdésénél, itt is különleges balatoni problémákkal találkozunk és nem lehet a külföldi recepteket, a becslésre kidolgozott képleteket minden további nélkül felhasználni. Éppen ezért azokat a tulajdonságokat és összefüggéseket is újra fel kell derítenünk, melyek más tavak esetében már eléggé tisztázottak. Mint később látni fogjuk

a Balatonban kialakuló „aktív vízréteg" (ahol nincs fotoszintézist gátló tényező) egészen más természetű, mint az eddig vizsgált tavak, vagy éppen a tenger „aktív vízrétege", meghatározása pedig sokkal bonyolultabb azokénál és szoros összefüggésben van a Balaton vizének optikai tulajdonságaival.

A Balatonban még rendszeres fénymméréseket nem végeztek, de az a néhány szerző, aki ezzel a problémával foglalkozott (Cholnoky 1900, Gärtner 1929, Ludány és Páter 1929, Sebestyén 1933, Ullyott és Knight 1938, Entz B. 1950) már helyesen rámutatott a balatoni fényklíma lényegére. Ez, mint a tó annyi más tulajdonsága, a nagy felület, aránylag sekély víz és az élénk hullámzás eredménye és így fogalmazható meg: Bár a hullámzás által okozott felkeveredés és a balatonvízben állandóan lebegő finom csapadék (zömmel $CaCO_3$) a víz fény-áteresztő képességét igen nagy mértékben csökkenti, a sekély vízmedencét a Nap sugarai mégis annyira átvilágítják, hogy a növényi életnek fényhiány, a tihanyi kút 11 m mély vizét nem számítva sehol sem vet határt. Ugyanakkor viszont a víz zavarossága miatt kis mélységben is olyan optikai viszonyok uralkodnak, mint a tisztább vízű tavak nagyobb mélységeiben. A fénytani tulajdonságok a tó hullámjárta vizében nem állandóak, hanem igen rövid idő alatt lényegesen megváltozhatnak (Entz G. és Sebestyén 1946, 240).

Akkor azonban, mikor a tóban folyó elsődleges termelés becsléséről van szó, nem elégedhetünk meg a fényviszonyok eddigi ismeretével.

1957 nyarán nagyszámú fényméréssel összekötött, tájékozódó jellegű asszimiláció-kísérletet végeztünk a Balatonban. Asszimiláció-méréseinkhez nem a Balaton természetes fitoplanktonját használtuk fel, hanem egysejtű algák baktériummentes tisztatenyészeteit. A Balaton fitoplanktonjának populációsűrűsége alacsony (Entz G. és Sebestyén l. c. 262) úgy, hogy a most használt módszerrel csak igen hosszú expozíció után várhatunk értékelhető eredményeket. A hosszú expozíció viszont különféle zavaró kísérőjelenségek miatt ilyenféle kísérletekre nem célszerű. Egysejtű algák tisztatenyészeteivel azonban választ kereshetünk az alábbi kérdésekre.

Milyen vízmélységben van a különféle plankton algák asszimiláció optimuma és kompenzációs pontja a Balatonban? Hogyan függ ez a becső fény erősségétől és a víz optikai tulajdonságaitól? Milyen vastag aktív vízréteggel kell számolnunk az elsődleges termelést becslő számításainknál?

Végül számszerű adatainkkal hozzájárulhatunk a Balaton optikai tulajdonságainak részletesebb megismeréséhez is.

A fénymérés elméleti és módszertani kérdései

A bevezetésben felvetett problémakör megoldásához számunkra most a vízalatti fénymennyiség adatai a legfontosabbak, azaz a vízbejutó és azon áthatoló fénysugár intenzitás-gyengülését kell mérnünk és számszerűen kifejeznünk.

Ha I_0 erősségű fénysugár n vastagságú vízrétegen hatol át és abban I_n-re csökken, akkor a Lambert-féle törvény értelmében

$$I_n = I_0 \cdot e^{-\alpha \cdot n} \tag{1}$$

ahol α a kérdéses közegre (jelenleg a vízrétegre) jellemző, annak tulajdonsá-

gaitól és a fény hullámhosszától függő állandó, melyet PETTERSSON (1934) után legcélszerűbb extinkciós koefficiensnek nevezni. A fenti képletből ez az

$$\alpha = \frac{1}{n} \cdot \ln \frac{I_0}{I_n}, \tag{2}$$

illetve

$$\alpha = \frac{2{,}303}{n} \log \frac{I_0}{I_n} \tag{3}$$

képlettel számítható ki.

Ez az úgynevezett LAMBERT-féle extinkciós koefficiens, mert LAMBERT e alapú logaritmusra vonatkoztatta az abszorpciós törvényt. A tízes alapú logaritmusra vonatkoztatott extinkciós koefficiens

$$\beta = \frac{1}{n} \log \frac{I_0}{I_n} \tag{4}$$

a BUNSEN-féle extinkciós koefficiens, mely egyenlő annak a rétegvastagságnak reciprok értékével, melyen áthaladva a fényintenzitás az eredeti érték 0,1 részére csökken. A két koefficiens közt a

$$\beta = 0{,}434\,\alpha \tag{5}$$

összefüggés van. A hidrobiológiában POOLE és ATKINS (1926 „absorption coefficient") óta a LAMBERT-féle koefficienssel dolgoznak, bár az egyszerűbb számítási mód is és a reciprok érték nyújtotta praktikus adat is a BUNSEN-féle mellett szól. Mi ezzel az utóbbival dolgozunk (vö. DVIHALLY 1957).

Könnyű belátni, hogy a fizikai kémiában a mérés iránya nem lényeges, mert a mérést küvettában, megfelelő műszerrel végezzük. A tó vizébe ferde szögben bemerített fénymérő azonban l hosszúságú út alatt nem mér ugyanannyi fényveszteséget, mint az n mélységbe függőleges irányban bocsátott mérőműszer, még akkor sem, ha $l = n$. Ezért a hidrobiológiában a mérést mindig függőleges irányban végezzük, az így nyert adatokból a vertikális extinkciós koefficienst (POOLE és ATKINS 1928, VOLLENWEIDER 1955) kapjuk (α_v illetve β_v). Ennek kiszámítása (3) illetve (4) képlettel végezhető (LAMBERT, ill. BUNSEN-féle vertikális extinkciós koefficiens), azzal a megszorítással, hogy a mérést a vízben függőleges irányban végezzük, az n mértékegysége pedig méter, nem cm, mint a fizikai kémiában (LANDOLT—BÖRSTEIN 1923, 893, ERDEY-GRÚZ és PROSZT 1950, 362).

A vertikális extinkciós koefficiens segítségével többféle módon jellemezhetjük a vízréteg optikai tulajdonságait. Ha az I_0 és I_n fényintenzitást a felszíntől a fenékig mérjük (természetesen csak teljesen átvilágított, sekély tavakban), akkor egyetlen számmal jellemezhetjük a víz fényviszonyait. Sokkal célszerűbb azonban a fényerősség-méréseket egyenletes távolságokban végezni és minden két-két mérésből kiszámítani a β_v-t. Ilyen úton kimutatható, ha a víz fénytanilag nem egynemű (vö. *2. ábra;* SAUBERER és RUTTNER 1941, 120). Ha ilyen részlet adatok alapján egy számmal kívánjuk jellemezni a fényvesztési együtthatót, akkor a részleteredmények átlagát ($\overline{\beta_v}$) kell kiszámítanunk. A mérési távolságok nagysága a mérendő víz tulajdonságaitól függ.

Zavaros vagy planktontól színes, átlátszatlan vízben 10 cm (ilyen pl. a tihanyi Belső-tó nyáron), a Balatonban 20 cm, míg a nagyon mély, tiszta havasi oligotróf tavakban 2m (VOLLENWEIDER 1955, 1956), a tengerben 5—10 m is lehet (GALL 1949). A középérték ($\bar{\beta}_v$) kiszámításánál elkerülhetjük az egyes rétegek β_v értékeinek kiszámítását VOLLENWEIDER (1955, 209—214) képleteivel.

Az extinkciós koefficiens jól használható optikai jellemzésre, de méréséhez monokromatikus fény, számításához pedig logaritmus tábla kell, ezért a hidrobiológiai gyakorlatban igen elterjedt az egyszerűbben számítható áteresztőképesség használata. Az áteresztőképességet többféle viszonylatban számítjuk ki. Ha I_0 a felszíni fény, I_m pedig m méter mélyre jutó fény erőssége, akkor az áteresztőképesség

$$d = \frac{I_m}{I_0} . \tag{6}$$

Ha a beeső fény %-ában fejezzük ki, akkor a beeső fény m méter mélyre jutó százalékát kapjuk meg :

$$d\,\% = \frac{100\, I_m}{I_0} . \tag{7}$$

Természetesen bárhol fekvő vízréteg áteresztőképességét kiszámíthatjuk a

$$d_n = \frac{I_{m+n}}{I_m}, \text{ illetve } d_n\,\% = \frac{100\, I_{m+n}}{I_m} \text{ képletekkel.}$$

Ha az áteresztőképességet 1 m rétegvastagságra állapítjuk meg, akkor d helyett T (=transzmisszió) jelzést írhatunk, azaz

$$T = \frac{I_{m+1}}{I_m}, \text{ illetve } \quad T_k = \frac{100\, I_{m+1}}{I_m} \tag{8}$$

ahol m= a felső mérés mélysége méterben, T_k=transzmissziós koefficiens.

A T_k használata igen elterjedt és azt árulja el, hogy a beeső fénynek hány százaléka jut át 1 m vastag vízrétegen (BIRGE és JUDAY 1929, 511; ÅLVIK 1937; „metre transmission number" ULLYOTT és KNIGHT 1938; SAUBERER és RUTTNER 1941, 48; CHANDLER 1942, 44; VOLLENWEIDER 1955, 206 és 1956, 310 stb.).

Praktikus kiszámítása nem okoz nehézséget, ha 1 méterenként végezhetjük a fénymérést. Ha azonban, mint a sekélyvizű Balatonban oly sokszor, egy méternél kisebb rétegre kell a T_k-t megállapítanunk, akkor (4) alapján

$$T_k = (10^{-\beta_v}) \cdot 100 . \tag{9}$$

A hidrobiológiában igen elterjedt a vizek optikai tulajdonságainak jellemzésére a SECCHI korong segítségével mért átlátszóság vagy láthatóság határa érték. Minden mérésünknél használtuk ezt az alkalmatosságot a WELCH (1948, 159) könyvében leírt szabvány szerint : 20 cm átmérőjű kör, fekete-fehér váltakozó negyed cikkekkel. Az átlátszóságot mindig a csónak árnyas

oldalán, három lefelé engedett és három felfelé húzott mérés átlagából számítottuk ki. Teleszkópot nem használtunk.

A vízalatti fénymérést az intézet mechanikai műhelyében készített vízhatlan alumínium házba zárt szelén fényelemmel végeztük, melyet ENTZ BÉLA tervei szerint NÉMETH JÓZSEF mechanikus kivitelezett. A víz feletti fényerősséget egy Mod. 145 Luxmérővel (Elektromos Mérőműszerek KSz.) mértük. Ha az 50 000 Luxnál, a műszerrel mérhető legnagyobb értéknél is több volt, akkor házilag készült matt fényrekesszel árnyékoltuk a fényelem felületét, melynek tapasztalati szorzószáma ± 10 volt.

Mindkét mérőműszer áramát az utóbbihoz készült EMKSZ No. 7553 sz. mikroampermérővel mértük, mely a Lux-mérő esetében Luxban adta meg a fényerősséget, a víz alatti műszernél „galvanométer kitérés"-t olvastunk le. A felületen kapott „galvanométer kitérés" és a mellette a Lux-mérővel mért Lux érték alapján számítottuk ki a víz alatti fény erősségét Luxokban, azzal a megjegyzéssel, hogy ez csak nagyon hozzávetőleges érték, hiszen a nyári felhőtlen égbolt fényerejét csak saját készítésű fényrekeszünk használatával mérhettük meg, de jelenlegi célunknak, mikor elsősorban a víztömeg optikai jellemzését céloztuk, megfelelt.

A Balaton vízének optikai sajátságai 1957. június 19—október 24 közt

Fényméréseinket 20 cm-enként végeztük a víz felszíne alatt. A fényszűrők nélkül mért „össz-sugárzás" méréseink (BIRGE és JUDAY 1929, CHANDLER 1942) eredményeit az *1. táblázat*-ban mutatjuk be. Az összes mérési adat számszerű közlésének nem lett volna értelme, viszont az *1. táblázat* adataiból a legfontosabb tulajdonságok leolvashatók vagy kiszámíthatók. Meg kell jegyeznünk, hogy a legfelső 1 m-es vízréteghez tartozó T_k és β_v értékeket a legfelső vízrétegben mindig tapasztalható rendellenes értékek (hullámzás, fényvisszaverődés stb.) miatt a 20—120 cm-ig terjedő réteg fényerősség adataiból számítottuk ki. Ez okozza az 1 m-es $d\%$ és a T_k közt tapasztalható különbséget (vö. VOLLENWEIDER 1955).

A SECCHI korong láthatóságának határa, mint a legegyszerűbben és leggyorsabban kapható adat, sajnos nincs precíz matematikai összefüggésben a többi optikai tulajdonsággal, bár többen próbálták az extinkciós koefficienst kiszámítani belőle (POOLE és ATKINS 1929, JENKIN 1937, 309. GALL 1949, 770), igaz, hogy csak a rendkívül tiszta tengervízben. A legtöbb édesvízben dolgozó szerző (OBERDORFER 1928, 1929, CHANDLER 1942, ENTZ B. 1950, WRIGHT 1954, VOLLENWEIDER 1955*a*) azonban a mi adatainkkal teljesen egybehangzóan csupán a párhuzamosságot állapította meg, bár legújabban VOLLENWEIDER (1956*a*) az elsődleges termelés kalkulációjához próbálta meg felhasználni a SECCHI koronggal nyert adatot. Balatoni viszonylatban a probléma további kutatásokat igényel.

Az *1. táblázat* adataiból az alábbi jellegzetes jelenségek olvashatók ki:

A Balaton optikai tulajdonságai nagyon labilisak. A fényáteresztőképesség százalék-értékei az aránylag rövid vizsgálati időszak alatt jobban szórnak, mint nyolc különböző wisconsini tó hasonló adatai (*1. ábra*). A Lake Mendota-ban több éven át végzett méréssorozat T_k értékei az 1—2 m közötti rétegre vonatkoztatva min: 29, max: 65 (a maximum a minimumnak 2,2-szerese) (BIRGE és JUDAY 1929,5. tábl. 535. o.) A Lago Maggiore-ban a T_k

1. táblázat

A Balaton vízének optikai állandói (1957. június 19—október 24-ig)

Idő	Secchi m	m	$d\%$	T_k	β_ν	I_0 10^3 Lux
jún. 19,11h	0,50	1,0	55,9	28,3	0,548	39,0
		2,0	48,1	26,7	0,574	
júl. 4,19h	1,24	1,0	50,0	41,3	0,385	2,8
		2,0	22,6	45,2	0,345	
júl. 5,10h	1,46	1,0	71,8	67,6	0,170	75,0
		2,0	42,3	59,0	0,229	
júl. 5,14h	1,29	1,0	60,7	60,0	0,222	92,5
		2,0	34,6	57,0	0,245	
		2,5	1,1	10,2	0,992	
júl. 19,10h	0,85	1,0	45,2	46,7	0,330	70,0
		2,0	20,4	45,1	0,346	
		2,6	8,6	25,0	0,627	
júl. 19,11^{30}	0,75	1,0	49,2	45,9	0,338	120,0
		2,0	19,1	38,8	0,411	
		2,6	6,8	18,0	0,746	
júl. 19,13h	0,60	1,0	36,3	34,4	0,464	80,0
		2,0	11,6	32,1	0,494	
		2,6	3,3	12,1	0,920	
júl. 22,16h	0,31	1,0	12,6	13,0	0,825	5,3
		1,8	2,1	10,6	0,974	
júl. 26,10h	0,37	1,0	16,6	18,8	0,728	24,1
		2,0	3,8	19,4	0,714	
		2,6	0,6	5,0	1,298	
júl. 26,13^{30}	0,37	1,0	26,0	26,0	0,586	80,0
		2,0	5,9	22,8	0,643	
		2,6	1,6	11,2	0,953	
júl. 30. 13h	0,48	1,0	24,0	25,5	0,593	71,0
		2,0	6,2	26,0	0,586	
aug. 1. 10^{30}	0,41	1,0	32,1	34,6	0,461	102,5
		2,0	12,4	38,8	0,412	
		3,0	2,4	19,4	0,712	
aug. 2. 10^{30}	0,65	1,0	43,4	41,2	0,385	69,0
		2,0	17,6	39,9	0,394	
		3,0	4,7	26,8	0,573	
aug. 6. 11h	0,77	1,0	55,6	57,2	0,243	74,5
		2,0	30,6	55,0	0,260	
		3,0	13,9	45,5	0,342	
aug. 7. 9^{30}	1,11	1,0	40,3	43,0	0,368	60,0
		2,0	18,7	46,5	0,333	
		3,0	2,8	40,8	0,389	
aug. 7. 11^{40}	1,09	1,0	48,4	44,8	0,349	75,0
		2,0	24,8	50,9	0,294	
		3,0	12,4	50,0	0,301	
aug. 12. 10^{15}	0,70	1,0	40,6	42,0	0,377	61,5
		2,0	15,0	36,9	0,433	
		3,0	2,5	16,7	0,778	
aug. 14. 6^{35}	0,98	1,0	52,7	51,3	0,290	11,0
		2,0	26,4	50,0	0,301	
		3,0	7,7	29,2	0,534	
aug. 14. 10h	0,96	1,0	41,9	47,3	0,326	55,0
		2,0	20,7	49,5	0,306	
		3,0	4,7	22,9	0,640	

Idő	Secchi m	m	$d\%$	T_k	β_v	I_0 10^3 Lux
aug. 14. 13^h	0,98	1,0	50,0	50,7	0,295	61,0
		2,0	25,5	51,0	0,293	
		3,0	7,8	30,8	0,511	
aug. 27. 11^h	0,46	1,0	26,0	26,4	0,580	91,0
		2,0	6,5	25,0	0,602	
		3,0	1,0	15,4	0,813	
aug. 31. 11^{30}	0,46	1,0	30,5	31,3	0,505	69,5
		2,0	6,2	20,4	0,691	
		3,0	1,0	15,9	0,799	
szept. 2. 11^h	0,76	1,0	52,3	50,8	0,295	67,0
		2,0	22,7	43,5	0,362	
		3,0	0,7	32,6	0,488	
szept. 3. 11^{15}	0,47	1,0	22,6	22,4	0,651	53,0
		2,0	3,0	13,3	0,878	
szept. 9. 11^{30}	0,87	1,0	45,4	42,8	0,246	70,0
		2,0	22,1	48,6	0,314	
		3,0	9,1	41,2	0,385	
szept. 11. 11^{15}	0,70	1,0	29,7	36,3	0,441	46,0
szept. 20. 12^h	0,64	1,0	48,1	44,2	0,355	83,0
		2,0	20,8	43,4	0,362	
		3,0	7,6	36,5	0,438	
szept. 21. 12^{30}	0,90	1,0	48,0	52,8	0,277	85,0
		2,0	22,5	46,9	0,329	
		3,0	10,5	46,7	0,331	
okt. 3. 12^{30}	1,20	1,0	71,5	72,8	0,138	7,5
		2,0	40,5	56,7	0,247	
		3,0	19,1	47,1	0,327	
okt. 9. 12^h	1,18	1,0	71,2	61,0	0,215	27,5
		2,0	17,5	54,2	0,267	
		3,0	23,8	61,8	0,209	
okt. 24. 12^h „tiszta víz"	0,56	1,0	51,5	41,2	0,385	25,0
		2,0	17,5	34,0	0,468	
		3,0	5,9	33,4	0,477	
okt. 24. 12^{20} „szőke víz"	0,35	1,0	19,1	11,8	0,927	25,2
		1,8	2,7	8,7	1,059	

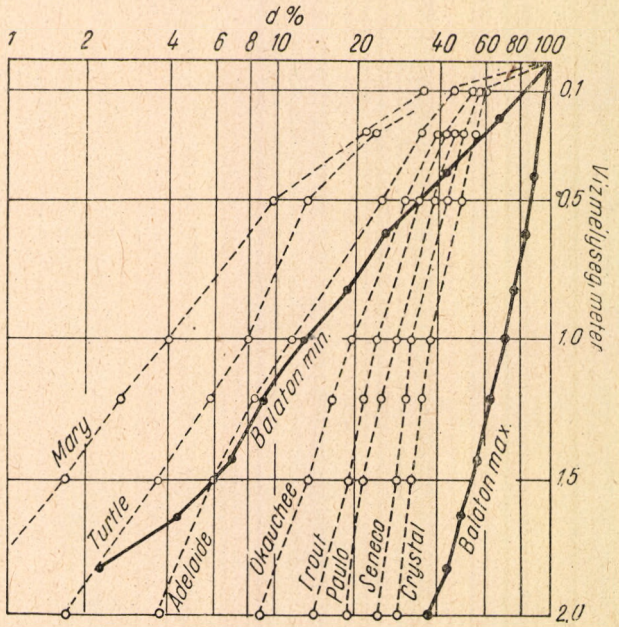
minimuma 65,5, maximuma 87,0 (1,3-szerese) (Vollenweider 1956, 314—317). Saját méréseink során a Balatonban három hónap alatt a minimum 8,7, maximum 59 (utóbbi az előbbinek 6,8-szerese).

A Balaton átlátszatlanságát elsősorban a vízben lebegő szilárd részecskék okozzák (Cholnoky 1900, Müller 1929, Entz G. és Sebestyén 1946, 242, Entz B. 1950). Az optikai állandók rövid idő alatti változását ezeknek a részecskéknek felkeveredése és ülepedése okozza, amit Entz B. (1950, 75) kísérletileg is igazolt. Ugyancsak ezek a részecskék okozzák a fény szóródását (Whitney 1938*a*), melynek szerepe igen fontos lehet a Balaton vízalatti fényklímájában, de tekintve, hogy felvetett problémánk szempontjából elhanyagolható, most nem foglalkoztunk vele.

Másik feltűnő jelenség az *1. táblázat*-ban a T_k vagy β_v értékek nagyfokú változása ugyanazon a napon. Ennek két oka lehet. Mindenekelőtt az állandóan felkeveredő és ülepedő víz inhomogén volta, amit az áramlások is befolyásolnak, másrészt a Nap magasságából adódó mérési hiba. Birge és Juday (1929, 1930, 289) módszerével korrigálhatnánk méréseinket az „átlagos napmagasság"-hoz vagy a zeniten álló nap beesési szögéhez, amint azt Whitney (1938*a*),

Polli (1951) és mások ajánlják és ami tisztán fénytani, fizikai szempontból helyes sőt szükséges is, viszont biológiai szempontból azt a fénymennyiséget kell kifejeznünk, mely a fotoszintézis számára a kérdéses vízmélységben valóban jelen van. Ezért Åberg és Rodhe (1942), Vollenweider (1956) és mások véleményéhez csatlakozva, ebben a dolgozatunkban ezt a korrekciót elhagytuk.

Külön kell foglalkoznunk, mint jellegzetes balatoni tulajdonsággal, a víz nagyfokú optikai inhomogenitásával is. A mérési eredmények szerint



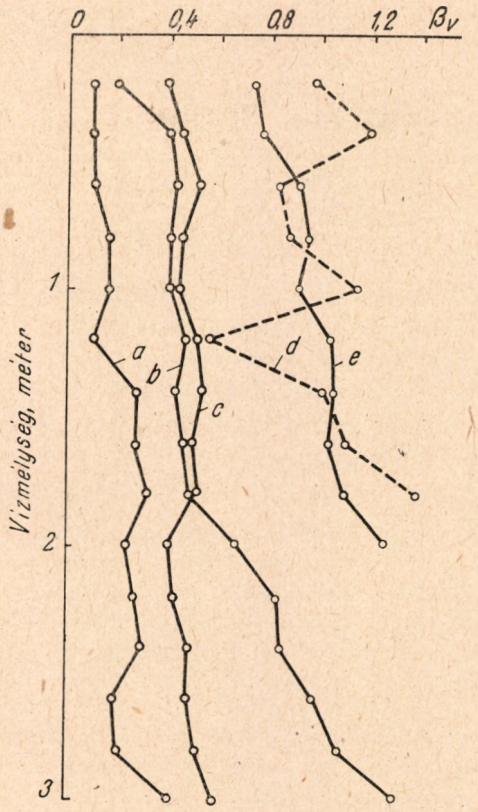
1. ábra. Nyolc wisconsini tó (Birge és Juday 1929, 535) és a Balaton $d\%$ értékeinek összehasonlítása. A görbék felső része közti különbség a fény-elem és a hő-elem érzékenysége közti különbségből adódik

Figure 1. The percentage values of incident light in different depths ($d\%$) of eight Wisconsin lakes (Birge and Juday 1929, 535) compared with the minimal and maximal $d\%$-vaules of Lake Balaton from 19. June to 24. October 1957. The lines of Balaton have a deviation of such a great amplitude, as all the eight North American lakes taken together

leggyakoribb a mélységgel növekvő vertikális extinkciós koefficiens (2. *ábra b)*, ami a leülepedés során az alsó régióban tömörülő szeszton eredménye. Nagy szerepet játszik és hasonló eredményt okoz a fenék felkeveredése, amit majdnem minden édesvízi mérés sorozatban tapasztaltak, csak a tiszta mély tavak képeznek kivételt (Vollenweider 1956, 314—316) vagy azok, melyeknek fenekén dús mohaszőnyeg akadályozza meg a felzavarást (Weber Lake, Birge és Juday 1930, 299).

Fordított rétegződést (lásd Ålvik 1934, 24 és az ott tárgyalt irodalmat) egyszer sem találtunk, csupán az 1—2 m-es réteg volt néha tisztább, mint a 0—1 m-es. Ezt a felső rétegbe gyűlt planktonszervezetek vagy pedig áramlás révén beékelődött tisztább víztömegek okozhatják *(2. ábra d)*.

A 2. *ábra a* görbéje az egyik legtisztább vizű mérésből készült, míg a 2. *ábra e* az egyik legzavarosabb víz idején. A *c* és *e* görbék az október 24-i tiszta és szőke víztömegek keveredésekor a két különböző tisztaságú víz β_v értékeit mutatják (vö. 312. o.) A *d* görbe esőben készült, induló viharban. Innen a nagyfokú egyenetlenség.



2. ábra. A BUNSEN-féle extinkciós koefficiens változása a vízmélység szerint, különbözőképpen zavaros vízben

Figure 2. The heterogen turbidity of water demonstrated by β_v calculated from light measurements made downward in depths at every 20 cm distance. *a.* Transparent water, rather homogeneous (3. Oct.); *c.* Vertical extinction coefficient increasing with depth caused by sedimentation of suspensoids or churned up sediments (19. July); *d.* Water with great inhomogeneity measured at rainfall (22. July). The curves *b* and *e* represent measurements made at the same time in 20 m distance in turbid (*e*) and clear (*b*) water, easily distinguishable with the naked eye, after storm (24. Oct.)

A tavak többé-kevésbé állandó jellegű optikai rétegzettségét WHITNEY (1938) óta többen tapasztalták (SAUBERER 1938, RUTTNER és SAUBERER 1938), amit a hőmérsékleti rétegzettség okozta ülepedési akadályokkal és a planktonszervezetek tömörülésével magyaráztak (SAUBERER és RUTTNER 1941). A Balatonban természetesen ilyen természetű rétegzettség nem alakulhat ki.

Mint különleges esetre kell rámutatnom az október 24-i jelenségre, mely nem ritka a Balatonon. Pár napos vihar az ÉK-i medence vizét teljesen felkeverte, csupán a védett Aszófői-sarokban maradt tiszta a víz. A vihar elülésével ez a tisztább víz, mint sötét zöld, szabad szemmel is jól elkülönülő tömeg nyomult be a szőke, sárgás-szürke nyíltvízbe. A benyomuló tisztább víz vertikális extinkció koefficiense 0,385—0,477 volt, míg a zavarosban 0,927 — 1,059. A két mérés helye egymástól kb. 20 m-re volt, a tihanyi mólótól keletre, kb. 200 m-re a móló orrától. (2. *ábra c, e.)* Nem egyszer megfigyelhető ennek ellenkezője is. Hosszabb szélcsend után, a Balaton kitisztult vize gyönyörű zöld színben pompázik. Ha ekkor heves délnyugati szél kerekedik, akkor az alsó medence felkeveredett, szőke vize a keskeny tihanyi szoroson át, mint sárga ék nyomul be a Tihanyi-félsziget szélárnyékában zölden maradó víztömegbe és különösen magasabb pontról szemlélve gyönyörű látványt nyújt, egy érdekes vonással élénkítve a Balaton amúgyis káprázatos színjelenségeit (Cholnoky 1900).

A szél által felkevert üledék környezettani és optikai hatásának fontosságára a tenger (Poole és Atkins 1929, Ålvik 1934, 1937) és több tó esetében már sok szerző rámutatott (Doan 1941, Meyer és Heritage 1941, Chandler 1942, Andrews 1948, Verduin 1952, 1954 stb.), de a Balatonhoz hasonló labilis viszonyokat csak Sauberer (1953) közölt a Fertő tóból, kiemelve ennek kivételes, közvetlenül a széljárástól függő fényklímáját az eddig tanulmányozott európai tavakkal szemben.

Fénymérés színszűrőkkel

Jelenlegi célkitűzésünktől távol áll a Balaton szelektív abszorpciójának jellemzése, mégis több mérést végeztünk különféle színszűrőkkel elsősorban annak eldöntésére, hogy szűrő nélküli mérésekkel jellemezhetjük-e a balatonvíz optikai tulajdonságait fotoszintézis kísérleteinkkel párhuzamosan?

Méréseinket a módszertani részben ismertetett szelén fényelemmel végeztük, mely elé az alább felsorolt 4×4 cm-es, 2 mm vastagságú Schott üvegszűrőket alkalmaztuk.

kék	BG 12	súlypontja 420 mμ körül	
zöld	VG 9	« 540 mμ	«
sárga	GG 7	490 mμ-nál rövidebb sugarakat	kiszűri
vörös	RG 2	650 mμ-nál rövidebb sugarakat	kiszűri.

Tekintve, hogy a szűrők a „galvanométer kitérés"-t nagyon lecsökkentik és így csak korlátozott mélységben használhatók, a színes fénymérések eredményeit a 20 cm-enként nyert I értékekből számítottuk ki: $\overline{\beta_\nu}$, $\overline{T_k}$ és $1/\overline{\beta_\nu}$ (vö. 306. o.). A sárga színszűrő a 490 mμ-nál hosszabb hullámhosszú sugarakat átbocsátja, vagyis a zöld és vörös színeket is. Ezért Birge és Juday (1930, 319) módszere szerint megkíséreltük ezt a vörös (RG 2) szűrővel mért I értékkel korrigálni. Az a tény azonban, hogy az RG 2 szűrővel legfeljebb 1,4 m mélységig tudtunk mérni, azt okozta, hogy a GG 7 szűrő adatait is csak eddig tudtuk korrigálni. A felső vízréteg transzmisszió ja azonban majdnem mindig nagyobb és így a korrigált értékek a legfontosabb VG 9 szűrőhöz viszonyítva túl magasak lettek volna. Ha pedig csak a felső vízréteget vettük

volna tekintetbe, ismét torz adatok birtokába jutottunk volna és értékeinket éppen eredeti célkitűzésünk érdekében nem tudtuk volna felhasználni.

2. táblázat

A különböző hullámhosszú fénytartományok 20 cm-enkénti mérésekből számított átlagos transzmisszió koefficiense ($\overline{T_k}$) különféle mértékben zavaros vízben

Dátum	Secchi m	BG 12	VG 9	GG 7	RG 2	Szűrő nélkül
aug. 1. 10^{30}	0,41	12,2	24,6	26,4	15,5	34,6
aug. 6. 11^{h}	0,77	32,8	54,0	49,7	31,6	51,8
szept. 20. 12^{h}	0,64	18,3	37,1	42,6	21,2	40,9
okt. 9. 12^{h}	1,18	40,8	58,9	59,4	38,3	59,3
okt. 24. 12^{h} „tiszta víz"	0,56	23,8	36,4	(60,9)	32,6	34,6
okt. 24. 12^{20} „szőke víz"	0,35	2,0	7,7	10,7	3,1	10,5

Színes fényméréseink eredményeit a 2. és 3. *táblázat*ban mutatjuk be s közülük a legfontosabbak a következők: A Balaton vize a spektrum kék és vörös színeit nyeli el leggyorsabban. Ezek közül a vörös transzmisszió koefficiense a legkisebb a desztillált vízben is (Sauberer és Ruttner 1941, 57), a kék pedig, bár extinkció értéke egynél is kisebb (transzmissziója nagyobb,

3. táblázat

A különféle hullámhosszú sugarak 10%-ának lehatolási mélysége m-ben ($1/\overline{\beta_v}$) különféle mértékben zavaros vízben

Dátum	Secchi m	BG 12	VG 9	GG 7	RG 2	Szűrő nélkül
aug. 1. 10^{30}	0,41	1,10	1,67	1,74	1,24	2,18
aug. 6. 11^{h}	0,77	2,06	3,72	3,29	2,00	3,50
szept. 20. 12^{h}	0,64	1,35	2,32	2,69	1,49	2,58
okt. 9. 12^{h}	1,18	2,57	4,35	4,64	2,40	4,40
okt. 24. 12^{h} „tiszta víz"	0,56	1,60	2,30	(4,65)	2,01	2,17
okt. 24. 12^{20} „szőke víz"	0,35	0,59	0,90	1,03	0,67	1,02

mint 99%!) az édesvizekben nem hatol mélyre. Még a tiszta alpesi tavakban is (VOLLENWEIDER 1956, 312) a vörös után következik. A tengerben is a kékes-zöld (ÅLVIK 1934, 61), illetve a zöld (HARVEY 1955, 86) hatol legmélyebbre. Ez egyrészt a természetes vizekben lévő festékanyagok de főképpen a szuszpendált szilárd részecskék hatásának tudható be, melyek sokkal jobban hatnak a rövidebb hullámhosszú sugarakra, mint a hosszabbakra (BIRGE és JUDAY 1930, 317), ami szoros összefüggésben van a lebegő részecskék szóródást okozó hatásával, az ún. TYNDALL-jelenséggel. A TYNDALL-fény erőssége fordítottan arányos a hullámhosszúság negyedik hatványával, tehát a kék sugarakat a lebegő részecskék jobban eltérítik az útjukból (RAYLEIGH-féle törvény: SAUBERER és RUTTNER 1941, 50).

ÅLVIK (1934, 61) és más, főképp északi szerzők szerint az édesvizekre, azok barnás festékanyagai miatt a vörös maximális áthatoló képessége jellemző. Hasonló eredményeket kapott DVIHALLY (1957) hazai szikesvizeinkben. A Balaton általunk vizsgált részeiben azonban barna festékanyagot nem találtunk, és így legmélyebbre a zöld és sárga színű sugarak jutnak.

A vörös és kék fénytartományok hiánya az első pillanatban kétséggel tölthet el a tóban folyó fotoszintézis szempontjából, melynél köztudomás szerint elsősorban éppen a kék és vörös sugarak a legaktívabbak. A növényi pigmentek, különösen pedig a különféle algák kísérőfestékeinek kutatásai során újabban mutattak rá arra a már ENGELMANN (1884 ap. BLINKS 1954. 98) által hangoztatott tényre, hogy ezek a kísérőfestékek fontos szerepet játszanak nemcsak a vörös, kék- (HAXO és NORRIS 1953, EMERSON és LEWIS 1942), barna- és kova- (STANBURY 1931, ÅLVIK 1934, CLARKE és OSTER 1934, DUTTON és MANNING 1941, WASSINK és KERSTEN 1946) hanem az egysejtű zöld algák (EMERSON és LEWIS 1943, HAXO és BLINKS 1950) fotoszintézisében is. Bár a karotinoidák és más rokon festékek pontos szerepét ma sem ismerjük (FUJIMORI és LIVINGSTON 1957) annyit tudunk, hogy segítségükkel a rövid hullámhosszú tartományok fotoszintetikus hatása fokozódik és a növények alkalmazkodni tudnak a látható spektrum középső részeinek kihasználásához (FOGG 1953, BLINKS 1954). A Balaton nyári algavegetációjában uralkodó páncélos ostorosok, kovamoszatok és kék algák minden valószínűség szerint hasznosítani tudják az itt uralkodó kékes-zöld, zöld és sárga színű sugarakat. Hazai édesvizeink planktonalgáinak ilyen irányú élettani kutatása igen fontos adatokat szolgáltatna a biológiai produkció kérdéseihez.

A balatonvíz szelektív extinkciója minőségileg alig változik a zavarosság fokával. Legtöbb esetben a sárga (GG 7) szűrővel kapott transzmisszióértékek a legmagasabbak, de ezek a szűrő korlátozott szelektivitása miatt bizonyos hibával terheltek. A zöld szűrő (VG 9) értékei igen közeállnak ezekhez, sőt augusztus 6-i sorozatunkban felül is múlták a GG 7 szűrővel nyert számokat (*2. és 3. táblázat*). A vörös és kék színek értékei a másik kettőénél sokkal kisebbek. A tisztább vízben a kék, zavarosban a piros hatol aránylag mélyebbre éppen a RAYLEIGH-féle törvény értelmében. A Balatonban mérhető transzmisszió-értékek szélsőséges változékonysága a színes fénymérés adataiból is kitűnik. Az október 24-i „tiszta" és „szőke" pászták közti különbség a szűrő nélküli adatokkal számszerűleg is jól megegyezik (vö. 309. o.).

Végül felelnünk kell arra a kérdésre, hogy mennyiben használhatjuk fel a fényszűrő nélkül nyert fénymérési adatainkat a balatonvíz optikai tulajdonságainak jellemzésére?

A szűrő nélküli méréseket kényelmi szempontok mellett az a tény is támogatja, hogy a sárga (GG 7) szűrőt nem számítva a „galvanométer kitérés" annyira csökken, hogy az 1—1,5 m alatti számadatok már nem elég megbízhatóak, a szűrők segítségével meghatározott optikai állandók tehát csak a víz felső, rendszerint tisztább rétegeire vonatkozhatnak. ATKINS és POOLE (1940, 273), WELCH (1948, 162), ATKINS, POOLE és WARREN (1949, 753), TALLING (1957, 1957*a*) tengerben is és édesvízben is a zöld szűrőt ajánlják arra az esetre, ha csak a monokromatikust megközelítő fény biztosításáról és nem a szelektív abszorpció vizsgálatáról van szó. Ha a *2.* és *3. táblázat*-ban összehasonlítjuk a szűrő nélküli és a VG. 9-es zöld szűrő adatait, láthatjuk, hogy a Balatonban a nagyon zavaros (SECCHI $< 0{,}5$ m) vizet nem számítva, a T_k és $1/\beta_\nu$ értékek átlagai elég jól megegyeznek egymással. Ez a balatonvíz kissé zöldes saját színével és a fényelem érzékenységi görbéjével (max: 500 — 600 mμ) magyarázható.

Ezért nyugodtan dolgozhatunk a szűrő nélküli műszerrel, hiszen a csökkent galvanométer kitérésből eredő pontatlanság nagyobb, mint a közel monokromatikus fény nyújtotta előny (vö. CHANDLER 1942).

Az asszimiláció-kísérletek elméleti és módszertani kérdései

Az 1957 nyarán végzett asszimiláció-kísérletek célkitűzése a Balatonban uralkodó fényviszonyok biológiai vizsgálata volt, a bevezetésben említett elvek szerint. A fotoszintézis optimumát, az „aktív vízréteg" kiterjedését és a zavarosság mértékének hatását minden fénymérésnél jobban tanulmányozhatjuk magukkal az élő növényekkel. SCHULTZE (1956) eredményei szerint a fénymérést, sőt a mesterséges megvilágítás méretezését a gyakorlatban is a növényi asszimiláció adataival kell standardizálni.

Asszimiláció-méréseinket elsősorban egysejtű plankton-algák baktérummentes tisztatenyészeteivel végeztük. A felhasznált törzseket mi magunk izoláltuk balatoni hálós planktonmintákból. Baktérium-mentességükről glukóz-pepton ágárlemezen (PRINGSHEIM 1946, 70) tenyésztve győződtünk meg. A használt törzsek

7 K *Chlorella vulgaris*
85 *Scenedesmus obliquus*-typ.
184 *Coccomyxa lacustris*
516 *Kirchneriella lunaris*.

Az algákat egy literes Erlenmeyer lombikokban 300—300 ml talajfőzetes Knop-oldatban (PRINGSHEIM 1946, 35) kb. 3% CO_2-t tartalmazó levegő átbuborékoltatása mellett 25°-os fénytermosztátban (3 drb 60 W izzólámpa) szaporítottuk el steril körülmények között. Növekedésük leggyorsabb szakaszában (10—15 napos folyadék-tenyészetek) használtuk őket a kísérlethez.

Az asszimiláció-kísérleteket frissen szűrt balatonvízben szuszpendált algatömeggel végeztük. Az asszimiláció mértékéül a fotoszintézis során felszabadult és a vízben elnyelődő oxigén mennyisége szolgált. A légzésre fogyasztott oxigént a megvilágított mintával teljesen azonosan kezelt elsötétített edényben határozva meg, korrekcióba vettük, feltételezve, hogy a

légzés lényegében független a megvilágítástól. (BROWN 1953, 728, RYTHER 1956*a*, 74, 1956*b*, 862).

Ezt az ún. fekete-fehér palackos módszert több jogos kritika érte, melyek szerint akár a túl sűrű (GESSNER 1937, 1940) akár a túl híg szuszpenzió (STEEMANN NIELSEN 1954, STEEMANN NIELSEN és AL KHOLI 1956) torz eredményeket ad, mert részben a kísérleti edényben stagnáló szuszpenzióban az anyagcsere nem zavartalan (GESSNER l. c., PRINTZ 1942), részben a rendelkezésre álló tápanyagok, elsősorban a szénforrás kimerülhet (EMERSON és GREEN 1934). Főleg természetes, híg populációk esetében a túl hosszú expozíciós idő alatt különféle zavaró jelenségek, főleg bakteriális hatások lépnek fel (STEEMANN NIELSEN 1954, VOLLENWEIDER 1956). A módszer körüli vita napjainkban is tart. Saját tapasztalataink a Balaton természetes planktonjával szintén rossz eredménnyel jártak (lásd később). Ha azonban frissen szűrt Balaton-vízzel, melyben 200 mg-nál mindig több hidrokarbonát van literenként, baktérium-mentes, nem túl sűrű, de nem is nagyon híg algaszuszpenzióval és pár órás expozícióval dolgozunk (CARPELAN 1957), a zavaró hatások minimumra csökkennek és a kitűzött célt elérhetjük. Gondos előkísérletekkel a 3 órás expozícióhoz alkalmas kísérleti szuszpenziót 500 sejt/μl töménységűnek állapítottuk meg, elsősorban a *Chlorella vulgaris* számára.

Külön problémát okozott a Balaton vizének állandó oxigén telítettsége, sőt túltelítettsége, mert a keletkezett oxigén buborék alakjában kivált és elveszett a meghatározás számára. Az expozíciós idő rövidítése (MARSHALL és ORR 1928, 322) nem vezetett célra, ezért megpróbáltuk a balatonvíz oxigénszegényítését mosott CO_2 árammal, ami azonban a pH túlzott csökkentésével és túl nagy CO_2 koncentráció okozásával a munkát lehetetlenné tette (STEEMANN NIELSEN 1955). Jó eredményeket értünk el nitrogén árammal (TÖDT és munkatársai 1952, 1953), de még gyorsabb és egyszerűbb volt az oxigéntenziót vákuum segítségével csökkenteni (ZOBELL és ANDERSON 1936, 332). Tapasztalataink szerint kb. 10 Hg mm-es vákuum már 40—60 perc alatt annyira csökkenti az oxigéntartalmat, hogy az asszimiláció-kísérlet jól keresztülvihető. A túlságos oxigéntelenítés a fotoszintézis szempontjából nem kívánatos (ALLEN 1955). GESSNER (1937) a közel azonos oxigénkoncentráció melletti munkát ajánlja. Mi, kísérleteink során, az oxigéntelítettséget 50—60%-ra csökkentettük.

Az evakuálás a többi tulajdonságot nem befolyásolta lényegesen (*4. táblázat*).

4. táblázat

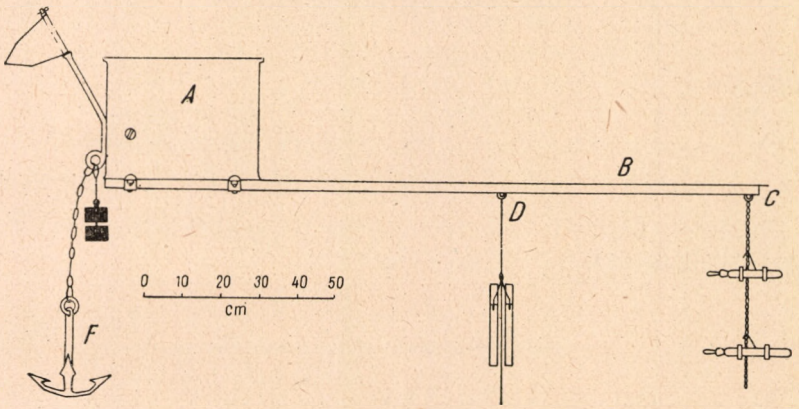
Az evakuálás hatása a szűrt balatonvíz karbonát-, hidrokarbonát- és oxigén-tartalmára (1956. szept. 14. Kis-öböl; 21 C°)

	CO_3 mg/l	HCO_3 mg/l	L°	O_2	
				mg/l	%
1. Kiindulási vízminta	13,4	210,1	3,89	9,52	104
2. 1 óra vákuum 30 Hg mm	10,8	226,8	4,08	6,14	68
3. 2 óra vákuum 30 Hg mm	8,2	230,4	4,05	4,43	48

Megjegyzés: Az evakuálást vízsugár szivattyúval végeztük ($\pm$ 30 Hg mm).

Az oxigén-telítettség okozta nehézség a természetes balatoni plankton-populáció asszimiláció-mérésekor is fennáll. Megvizsgáltuk tehát azt is, hogy az evakuálás hogyan hat a *Chlorella vulgaris* tenyészet fotoszintetikus tevékenységére?

7 K *Chlorella vulgaris* tisztatenyészetből 500 sejt/μl töménységű szuszpenziót készítettünk úgy, hogy az egyikbe evakuálás előtt, a másikba az után kevertük bele a sejteket. Az evakuálást elektromos meghajtású olajlégszivattyúval 2 óra hosszat végeztük (kb. 10 Hg mm). Az asszimiláció- és légzés-kísérletek eredménye szerint a kétféle szuszpenzió közt nem volt lényeges különbség:



3. ábra. Magyarázat a szövegben

Figure 3. Buoy for suspending the samples for photosynthetic measurements. *A* = buoy; *B* = frame work made of wood; *C* = "light" samples hanging on a thin chain; *D* = "dark" samples in brass tubes hanging on perlon rope; *E* = counter-weight; *F* = anchor

	Fotoszintézis	Légzés]
Evakuált vízbe szuszpendált alga	+2,24	—0,50 mg $O_2/10^9$sejt/óra
Evakuált alga szuszpenzió	+2,34	—0,48 mg $O_2/10^9$sejt/óra

Az eddig ismertetett megfontolások alapján az asszimiláció-kísérletek anyagát az alábbi módon kezeltük:

A kísérleti alga-szuszpenzióhoz szükséges algatömeget kis fordulatszámmal centrifugálva választottuk el az eredeti tápoldattól. Kevés oxigénszegényített balatonvízzel felvettük és BÜRKER kamrában megállapítottuk a sejtsűrűséget. Az így nyert adat alapján annyi O_2-szegényített balatonvízzel higítottuk, hogy kb. 500 sejt/μl-es szuszpenziót nyerjünk. Ebben a sejtszámot új számlálással ellenőriztük és ennek a végső sejtszámnak segítségével számítottuk ki a fotoszintézis mértékét: P_k = mg $O_2/10^9$ sejt/1 óra.

A kísérletek MAUCHA-kémcsőben folytak 2—2 párhuzammal. Az oxigén meghatározást magukban a kémcsövekben végeztük WINKLER MAUCHA (1945, 362) által módosított módszerével, annyi változtatással, hogy a kémcsövekből titráló lombikba pipettázott aliquot részben titráltunk 0,005 $Na_2S_2O_3$ mérőoldattal. Így minden számadatunk legalább négy párhuzam átlaga.

A megfelelően előkészített mintákat a *3. ábrán* látható bója segítségével függesztettük a Balaton különböző mélységeibe. Ezt egy 28 literes, 1 mm-es

horganyzott bádoglemezből készült, pirosra festett úszó *(A)* tartotta a víz felett. A „világos" minták a bója testétől messzenyúló *(B)* tartóléc végén, vékony lánc szemeibe akasztva függtek *(C)* párosával, plexi-üvegből készült átlátszó tartókban, vízszintesen rögzítve. A felfüggesztéshez használt vékony sárgaréz kampó árnyékoló hatása elhanyagolható.

A „sötét" minták jól záró sárgaréz hüvelyekben *(D)* kapcson függtek perlon zsinóron. A bója *(E)* karikájára a rögzítő horgony láncát és a rúd vízszintesen tartásához szükséges ellensúlyokat erősítettük. Ilyen megoldással elértük azt, hogy a bója árnyéka nem zavarta a megvilágítást, viszont bármilyen sok csövet akasztottunk a rúd végére, megfelelő ellensúlyozással az mindig vízszintesen állott. Súly nélkül 4 cső (+2 sötét párhuzam) kellett legalább, maximális terheléskor (32 „világos" +12 „sötét" cső) a felszíni és az 1 m feletti sötét csöveket is *(E)* pontra akasztva a rúd *(C)* vége kb. 12 cm-re merült víz alá. Ezt a kis különbséget azonban a minták megfelelő láncszembe akasztásával (ezért alkalmaztunk vékony láncot!) könnyen korrigálhattuk. Legtöbbször 20 cm-enként akasztottuk a mintapárokat egymás alá.

A kísérletek alkalmával kihelyezéskor is, bevételkor is fény-, hőmérséklet- és átlátszóság (SECCHI) méréseket végeztünk.

Asszimiláció-kísérleteink eredményei

A Balaton saját planktonjával MAUCHA-kémcsőben végzett kísérleteink minden esetben negatív eredményt adtak, mert egész sajátságos módon a világos csövekben is határozott oxigén fogyást tapasztaltunk (1957. júl. 4. 6 óra hosszat ; júl. 6. 12 óra hosszat ; júl. 26. 12 óra hosszat ; szept. 3. 11 óra hosszat. Júl. 26-i kísérletünknél nem evakuáltunk!)

Aug. 28-án és szept. 3-án 150 és 250 ml-es üvegdugós üvegekben végzett kísérleteink valamivel jobb eredményt adtak. A szept. 3-i 12 órás expozícióval végzett kísérletünk eredménye :

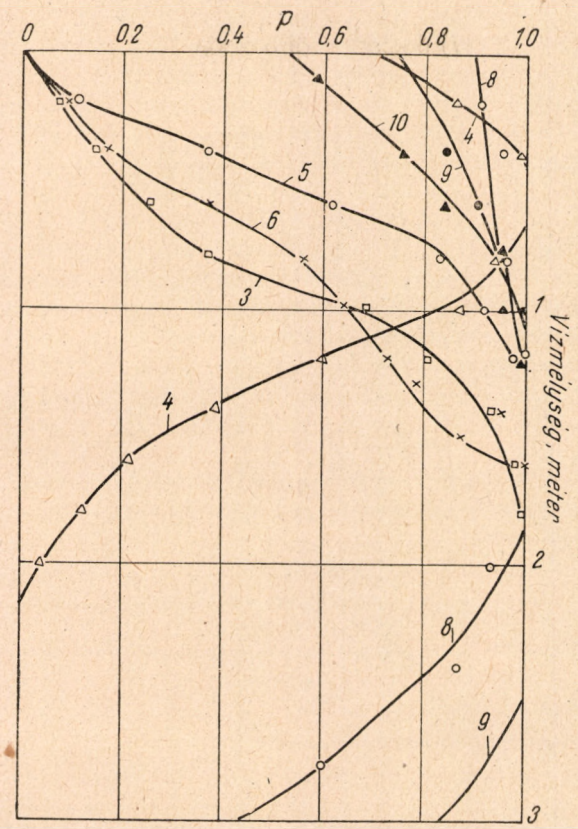
	0	1	2m-es vízmélységben
150 ml-es üvegben	0,02	0,07	(0,001) mg O_2/liter/óra
200 ml-es üvegben	0,11	0,11	0,06 mg O_2/liter/óra

Az edény nagyságával való összefüggés tehát kétségtelen, így az asszimiláció kísérleteknél a „térhatás" külön vizsgálat tárgyává teendő. A természetes planktonnal elért rossz eredmények és a bevezetésben részletezett megfontolások alapján tértünk rá az alga tisztatenyészetek használatára.

A *4. ábrán* mutatjuk be néhány kísérletünk eredményét. A fotoszintézis intenzitását a $p = P_k/P_m$ értékkel jellemezzük, ahol P_m a kérdéses kísérletben szereplő maximális P_k értéket jelenti. Az ilyen természetű ábrázolás csak relatív értéket ad, de az „aktív vízréteg" meghatározására egyedül ez alkalmas.

A mély tavakra jellemző fotoszintézis görbe a mi júl. 22-i, borult időben nyert (*5. táblázat* 4.) görbénkhez hasonló. Ezen azt látjuk, hogy a fotoszintézis erőssége egy bizonyos vastagságú optimális réteg felett is és alatt is csökken. Azt a zónát, melyben a maximális fotoszintézis tapasztalható a fénytelítettség zónájának hívjuk, mely alatt a fényhiány miatt kialakuló szuboptimális (infra optimális, telítettség alatti), felette pedig túlzott fénymennyiség által

befolyásolt szuperoptimális (fény túltelített) gátlási zóna alakul ki. A nagy mélységű tavakban az egyre kevesbedő fénnyel párhuzamosan, az úgynevezett kompenzációs pontig csökkenő fotoszintézis-intenzitás számszerű kifejezése a legfontosabb. A felületen tapasztalható gátlási zóna a mély víz nagy tömegéhez képest elhanyagolható (TALLING 1955, 1957*a*, VOLLENWEIDER 1956). A Balatonban a fotoszintézis alsó gátlási zónája és a kompenzációs pont



4. ábra. A relatív fotoszintézis (*p*) értéke a vízmélység függvényében, néhány jellegzetes kísérlet alapján. A görbék számozása egyezik az *5. táblázat* számaival

Figure 4. Relative photosynthetic rate (*p*) in the function of depth on the basis of some characteristic experiments. The numbers of curves are identical to those in *Table 5*.

(ahol a fotoszintézis és a légzés egymást kompenzálják) csak borús időben és igen zavaros vízben (4. sz. kísérlet) illetve kora reggel (8. számú kísérlet) alakul ki, a tihanyi kút 11 m-es mélyét nem számítva (ahol kísérletet nem végeztünk). Derült időben a tóban fenékig tart a fénytelítettség. Ezt 3 m mélységig kísérletileg bizonyítottuk, 5 m-ig számítások alapján valószínű. A felső rétegben kialakult fény-túltelítettség miatt beálló fotoszintézis kiesés azonban a Balatonban és a hozzá hasonló sekély vizekben nem hanyagolható el és számszerű kifejezése a becslő módszer kidolgozásakor elengedhetetlen.

Magasabbrendű növényeken és algákon végzett élettani kísérletek egyaránt azt mutatják (STILES 1950, 223), hogy a fotoszintézis, különösen kisebb fényintenzitás mellett a fény erősségével közel lineárisan nő a telítettségi pontig, mely felett különféle gátló tényezők miatt (STEEMANN NIELSEN 1949, KOK és BUSINGER 1956) csökkenni kezd. Ezt a csökkenést különösen a szárazföldi növényeknél másodlagos okok okozhatják (klorofill károsodás, sztómák becsukódása, hőhatás stb.) de a hidrobiológiai kísérletek során sem alakult ki még egységes vélemény ennek természetéről.

MAUCHA (1924, 1927) óta a legtöbb szabadban végzett kísérlet esetében tapasztalták. Egyes parti övben lakó algafajnál elmaradhat (MANNING, JUDAY és WOLF 1938, MCMILLAN és VERDUIN 1953). JACKSON és MC FADDEN (1954) CURTIS és JUDAY (1937) is beszámoltak elmaradásáról pelagikus kovamoszatok esetében. Borus időben általában kisebb (STEEMANN NIELSEN 1954, LEVRING és FISH 1956, VOLLENWEIDER 1956) és nem tapasztalható erősen eutróf, nagyon színezett vizű tavakban (LEVRING és FISH 1956 és saját méréseink a tihanyi Belső-tóban). LUND (1950) és VOLLENWEIDER (1956) a természetes populációk esetében a felső vízréteg kisebb népesség sűrűségével magyarázzák az itt mért gyengébb fotoszintézist, sőt VOLLENWEIDER (1. c.) az ott élő algatömeg klorofil tartalmával korrigálva a fotoszintézis értékét, a gátló zóna látszólagos voltát konstatálta. Nem hanyagolható el végül a felső vízrétegben tapasztalható ibolyán túli sugárzás gátló hatása (GESSNER és DIEHL 1951) sem, bár üvegedényeink falán ezek nagy része kiszűrődik (VOLLENWEIDER 1. c.).

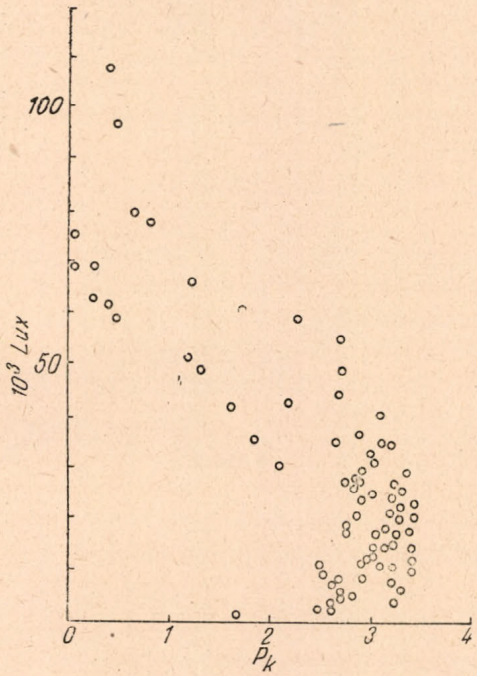
Ennek a felszíni gátlásnak matematikai megközelítése a szuboptimális asszimilációs zóna esetében használatos képletekkel nem lehetséges, mert azok

5. *táblázat*

1957. június 14—augusztus 14 közt végzett fotoszintézis-kísérletek részletes adatai (Chlorella vulgaris)

1 Szám	2 Dátum	3 Secchi m	4 $\bar{\rho}_v$	5 Felszíni fény 10^3 Lux	6 Aktív víztömeg t_p%	7 P_m mg $O_2/10^9$ sejt/óra
1	06. 14	0,44	—	—	88,2	2,90
2	07. 05	1,47	0,186	75	75,6	4,10
3	07. 19	0,85	0,347	100	71,1	3,35
4	07. 22	0,31	0,869	5,3	40,7	3,04
5	08. 02	0,65	0,395	69	82,3	3,20
6	08. 07	1,09	0,301	75	72,4	2,92
7	08. 12	0,70	0,467	61,5	73,4	3,13
8	08. 14 7^h	0,97	0,331	11	88,7	2,84
9	08. 14 10^h	0,96	0,346	55	94,6	3,44
10	08. 14 13^h	0,98	0,328	61	92,8	3,40
			85 Scenedesmus obliquus-typ.			
11	08. 01	0,41	0,460	102,5	72,9	0,68
			184 Coccomyxa lacustris.			
12	08. 12	0,70	0,467	61,5	70,6	0,38

vagy az alsó gátlás és a fényintenzitás közti lineáris összefüggést használják ki (VOLLENWEIDER 1956), vagy a SMITH (1936, 1937) és WINOKUR (1948, 1949) által a szuboptimális fény és az egysejtű algák fotoszintézise közt tapasztalatilag megállapított egyenlet segítségével közelítik meg a fotoszintézis integrálját (TALLING 1957*a*). A fény-túltelítettség gátlási görbéjének lefutása azonban nem szabályszerű. (LEVRING és FISH 1956, VOLLENWEIDER 1956), amint az a *4. ábrán* is látható, ezért matematikai kifejezésétől egyelőre el kell tekintenünk.



5. ábra. A fotoszintézis intenzitása (P_k) a fényerősség függvényében. (*Chlorella* kísérleteink összes adata alapján). Magyarázat a szövegben

Figure 5. Intensity of photosynthesis (expressed as P_k) in the function of illumination (10^3 Lux). In agreement with other authors no correlation found between these two in field experiments

Az aktív vízréteg meghatározását ezért úgy végeztük, hogy a *p*-görbe és az ordináta által bezárt, planiméterrel mért területet (t_p) a vízoszlop egészét jelentő téglalap (t) százalékában fejezzük ki (t_p%) (vö. TALLING 1957*b*). Az asszimiláció kísérletek részletes adatai és eredményei az *5. táblázat*-ban láthatók.

Ezekből az adatokból természetesen nem lehet általánosítani, csupán azt bizonyítják, hogy a fény-túltelítettség okozta gátlás nem hanyagolható el, hiszen a déli órákban 20—30 százalék között mozog és, hogy ezzel a planimetrikus módszerrel az számszerűen megközelíthető.

Befejezésül az *5. ábrán* az összes asszimiláció kísérlet során nyert P_k értékeket rajzoltuk fel a fényerősség (10^3 Lux) függvényében. Az ehhez hasonló eddigi kísérletekkel egybehangzóan (RILEY 1940, MCMILLAN és

VERDUIN 1953, EDMONDSON 1956, VERDUIN 1956) nem találtunk jól definiált összefüggést a két érték közt, amit egyrészt a növények felnövekedése alatti körülmények különbözőségével (fény- és árnyék növények), de esetünkben elsősorban a víz alatti fény spektrális különbségeivel magyarázhatunk meg.

Az eredmények megvitatása

Az 1957 nyarán végzett, nagyrészt tájékozódó jellegű méréseink és kísérleteink a Balaton elsődleges termelése becslésének nehézségeit tárták fel elsősorban, de eredményeink alapján nyilvánvalóak legfontosabb tennivalóink is. A Balatonban, talán az egész világon egyedülálló tulajdonságai miatt a külföldi sablonok, képletek még átdolgozva sem alkalmazhatók igen durva hibák veszélye nélkül.

A Balaton víztömegének labilis optikai tulajdonságai miatt csak igen nagy számú folyamatos méréssel tudunk elégséges adathoz jutni a becslő módszerhez elkerülhetetlen átlagértékek érdekében. Igen nagy jelentőségű a fényklíma és a széljárás a felkeveredett tó ülepedése és a külső tényezők közti összefüggés vizsgálta (ENTZ B. 1950), valamint a SECCHI-féle átlátszóság mérések eredményének felhasználása az elsődleges termelés becsléséhez (VOLLENWEIDER 1956*a*). Fénytani méréseinket ki kell terjesztenünk a tó egész felületére, megállapítva az egymástól nagymértékben különböző szakaszokat (Pl. a Keszthelyi-öböl barnás vize).

Tovább kell kutatnunk az „aktív vízréteg"-gel kapcsolatos környezettani és élettani jelenségeket, különösen a fotoszintézis fény-túltelített szakaszának fiziológiáját. Tisztáznunk kell ezzel kapcsolatban a napi és évszakos változást a csillagászati, meteorológiai és a víz optikai tényezőinek függvényében. Ez a munka baktériummentes algakultúrákkal végzett kísérletek nélkül elképzelhetetlen.

A tó felületére jutó sugárzás minél pontosabb folyamatos mérése és a tó fitoplanktonjának (és az odajutó autotróf szervezeteknek) aktivitás mérései (klorofil-tartalom, asszimiláció-szám, izotóp kísérletek) — bár az ebben a dolgozatban tárgyalt részletproblémáktól távolesnek — a becslő módszer kidolgozásának elengedhetetlen föltételei.

Összefoglalás

A Balaton elsődleges termelését becslő módszer kidolgozására irányuló első — nagyrészt tájékozódó — munkánk ismertetése során először a természetes vizek fényklímájának és azok mérésének elvi és módszertani kérdéseivel foglalkoztunk.

Fejtegetéseink során rámutattunk, hogy a hidrobiológiában használatos LAMBERT-féle extinkciós koefficiens helyett a tízes alapú logaritmus-rendszeren alapuló BUNSEN-féle vertikális extinkciós-koefficiens sokkal praktikusabb (számítási könnyebbség, a reciprok érték azzal a vízmélységgel egyenlő, ahová a felszíni fény 0,1 része jut stb.) Munkánknak ebben a részében a leghasználatosabb optikai állandók kiszámítását és összefüggéseit ismertettük.

Ami balatoni fénymméréseink eredményeit illeti, célkitűzésünk szempontjából legfontosabb annak már többek által hangsúlyozott változékonysága,

labilitása, ami elsősorban a sekély tó felkeveredésével és a lebegő részecskék optikai hatásával magyarázható. Ez a tény, a becslő módszernél elkerülhetetlen átlagértékek megállapítását nagyon megnehezíti.

Határozott és jellegzetes optikai rétegeződés a Balatonban nem alakulhat ki, annak ellenére, hogy a víz optikailag horizontálisan is és vertikálisan is nagyon inhomogén.

A Balatonba a víz zavarosságától többé-kevésbé függetlenül a sárga és zöld fénytartományok sugarai hatolnak legmélyebbre.

A színszűrőkkel és azok nélkül végzett fényméréseink szerint, a fotocella színérzékenysége és a Balaton vizének saját zöld színe miatt a szűrő nélküli műszerrel mért adatokból az optikai állandók nyugodtan kiszámíthatók.

Az asszimiláció-kísérleteket egysejtű algák baktérium-mentes tisztatenyészeteivel végeztük azzal a célkitűzéssel, hogy a víz „aktív réteg"-ének nagyságát a minden műszernél pontosabban reagáló növények segítségével határozzuk meg.

A módszertani részben ismertettük eljárásunk elvi meggondolásait. A balatonvíz zavaró oxigén-telítettségét 40—60 percig tartó evakulálással 50—60%-ra csökkentettük.

A Balaton természetes planktonjának asszimiláltatása során összefüggést találtunk a kísérleti edény nagysága („térhatás") és a keletkezett oxigén mennyisége közt. További kísérletek nélkül ezeket az értékeket természetesen nem fogadhatjuk el helyeseknek.

A tisztatenyészetekkel végzett kísérletek szerint a Balatonban fényhiány okozta gátlás csak borús időben és nagyon zavaros vízben van, míg a fény túltelítettség miatti fotoszintézis kiesés igen jelentős és ennek számszerű kifejezése a becslő módszer kidolgozásánál elkerülhetetlen. Ennek a kiesésnek nagyságát grafikus módszerrel határoztuk meg.

Végül röviden rámutattunk az elsődleges termelés becslőmódszere kidolgozásában végzendő legfontosabb kutatási feladatainkra.

FÜGGELÉK — APPENDIX

A dolgozatban használt jelölések magyarázata. A zárójelbe tett számok a 304—306. oldalak képleteire vonatkoznak. — Key to symbols used. The numbers in brackets refer to symbols on p. 304—306.

a	LAMBERT-féle extinkciós koefficiens (2), (3). — Extinction coefficient according to LAMBERT (2), (3).
a_v	LAMBERT-f. vertikális extinkciós koefficiens. — Vertical extinction coefficient according to LAMBERT, measured vertically in water body.
β	BUNSEN-féle extinkciós koefficiens (4). — Extinction coefficient according to BUNSEN (4).
β_v	BUNSEN-f. vertikális extinkciós koefficiens. — BUNSEN's vertical extinction coefficient per metre, measured vertically in water body.
$\overline{\beta_v}$	Egy vízoszlopon belül mért extinckció koefficiensek átlaga. — Average of the BUNSEN's extinction coefficients measured within one water column.
$1/\beta_v$	A BUNSEN-féle extinkciós koefficiens reciproka: az a vízmélység méterben, ameddig a beeső fény 0,1 része hatol. — Reciprocal of extinction coefficient of BUNSEN, that is equal to that depth of water were one tenth of the incident light penetrates.
d	áteresztőképesség (6). — Transmission (6).
$d\%$	áteresztőképesség a beeső fény százalékában (7). — Percentage transmission (7).
I_0	A felületre eső fény intenzitása. — Incident light intensity at the surface.

I_n Csökkent fényerősség n út megtétele után. — Reduced light intensity at the lower side of n layer.

m rétegvastagság méterben. — Thickness of layer in metres

n rétegvastagság — Thickness of layer.

P_k A fotoszintézis mértéke : mg $O_2/10^9$ sejt/1 óra. — Rate of photosynthesis in mg $O_2/10^9$ cells/1 hr.

P_m A legnagyobb fotoszintézis érték egy sorozaton belül : mg $O_2/10^9$ sejt/1 óra. — Maximal (light saturated) photosynthetic rate in mg $O_2/10^9$ cells/1 hr.

p A relatív fotoszintézis mértéke : P_k/P_m. — Relative photosynthetic rate, the ratio P_k/P_m.

SECCHI (m) A SECCHI-korong láthatósági határa méterben. — Transparency determined by SECCHI disk, in metres.

T_k transzmisszió (8). — Transmission per metre (8).

T_k transzmissziós koefficiens. — Coefficient of transmission per metre (metre transmission number) (8).

$\overline{T}_k$ egy vízoszlopon belül mért transzmissziós koefficiensek átlaga (9). — Mean value of transmission coefficients calculated from measurements within one water column (9).

t_p a p vonal és az ordinata által bezárt, planiméterrel mért terület a *4. ábrán*. — The area enclosed between the profile line of p and depth axis (ordinate), measured with planimeter in *figure 4*.

$t_p\%$ a t_p terület, mint az egész téglalap százaléka : az „aktív réteget" jellemző szám. — The area t_p expressed as percentage of the rectangle, that represents the total water column. $t_p\%$ characterizes the „euphotic zone".

IRODALOM

ÅBERG, B. und W. RODHE (1942): Über die Milieufaktoren in einigen südschwedischen Seen. — *Symb. Bot. Upsal.* **5** (8), 1—256.

ALLEN, F. L. (1955): Observations on photosynthesis and related systems. I. Influence of anaerobiosis on photosynthetic rates during continuous irradiation. — *Arch. Biochem. Biophys.* **55,** 38—53. (*Ber. wiss. Biol.* **99,** 352. 1955.)

ÅLVIK, G. (1934): Plankton-Algen norwegischer Austernpollen. II. Licht und Assimilation in verschiedenen Tiefen. — *Bergens Mus. Årbok* **1934,** *Naturv. R. Nr.* 10, 1—90.

ÅLVIK, G. (1937): Über Lichtabsorption von Wasser und Algen in natürlichen Gewässern. — *Bergens Mus. Årbok* **1937,** *Naturv. R. Nr.* 2, 1—63.

ANDREWS, T. F. (1948): Temporary changes of certain limnological conditions in western Lake Erie produced by windstorm. — *Ecol.* **29,** 501—505.

ATKINS, W. R. G. and H. H. POOLE (1940): A cubical photometer for studying the angular distribution of submarine daylight. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **24,** 271—281.

ATKINS, W. R. G., H. H. POOLE and F. J. WARREN (1949): A balance-by-depth method for the photoelectric measurement of the vertical extinction coefficient of water.— *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **28,** 751—755.

BIRGE, E. A. and C. JUDAY (1929): Transmission of solar radiation by the waters of inland lakes. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **24,** 509—580.

BIRGE, E. A. and C. JUDAY (1929*a*): Penetration of solar radiation into lakes, as measured by the thermopile. — *Bull. Nat. Res. Counc.* **68,** 1—15.

BIRGE, E. A. and C. JUDAY (1930): A second report on solar radiation and inland lakes. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **25,** 285—335.

BIRGE, E. A. and C. JUDAY (1931): A third report on solar radiation and inland lakes. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **26,** 383—425.

BIRGE, E. A. and C. JUDAY (1932): Solar radiation and inland lakes. Fourth report. Observations of 1931. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **27,** 523—562.

BLINKS, L. R. (1954): The photosynthetic function of pigments other than chlorophyll. — *Ann. Rev. Plant Physiol.* **5,** 93—114.

BROWN, A. H. (1953): The effects of light on respiration using isotopically enriched oxygen. — *Amer. J. Bot.* **40,** 719—729.

CARPELAN, L. H. (1957): Hydrobiology of the Alviso salt ponds. — *Ecol.* **38,** 375—390.

CHANDLER, D. C. (1942): Limnological studies of Western Lake Erie. II. Light penetration and its relation to turbidity. — *Ecol.* **23,** 41—52.
CHOLNOKY J. (1900): A Balaton színtüneményei. — *A Balaton Tud. Tanulm. Eredm.* I. 5. II., 1—58.
CLARKE, G. L. and R. H. OSTER (1934): The penetration of red and blue components of daylight into Atlantic coastal water. — *Biol. Bull.* **67,** 59—75.
CURTIS, J. T. and C. JUDAY (1937): Photosynthesis of algae in Wisconsin lakes. III. Observations of 1935. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr.* **35,** 122—133. (cf. LUND 1950, 16.)
DOAN, K. H. (1941): A relationship between increased turbidities and heavier sauger catches in Lake Erie. — *Ohio. J. Sci.* **41,** 449—452.
DUTTON, H. J. and W. M. MANNING (1941): Evidence of carotenoid-sensitized photosynthesis in the diatom Nitzschia closterium. — *Amer. J. Bot.* **28,** 516—526.
DVIHALLY, Zs. T. (1958): Untersuchungen der selektiven Lichtabsorption in Natrongewässern vom Gesichtspunkt der Produktionsbiologie — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **2.** 347—359.
EDMONDSON, W. T. (1956): The relation of photosynthesis by phytoplankton to light in lakes. — *Ecol.* **37,** 161—174.
EMERSON, R. and L. GREEN (1934): Manometric measurements of photosynthesis in the marine alga Gigartina. — *J. gen. Physiol.* **17,** 817—842.
EMERSON, R. and C. M. LEWIS (1942): The photosynthetic efficiency of phycocyanin in Chroococcus and the problem of carotenoid participation in photosynthesis. — *J. gen. Physiol.* **25,** 579—595.
EMERSON, R. and C. M. LEWIS (1943): The dependence of quantum yield of Chlorella photosynthesis on wavelengths of light. — *Amer. J. Bot.* **30,** 165—178.
ENGELMANN, T. W. (1884): Untersuchungen über die quantitativen Beziehungen zwischen Absorption des Lichtes und Assimilation in Pflanzenzellen. — *Bot. Ztg.* **42,** 81—93, 97—105. (BLINKS 1954, 98.)
ENTZ, B. (1950): Some physical and chemical conditions of the water of Lake Balaton, investigated from Sept. 1948 to Apr. 1949. (Temperature, transparency, dissolved oxygen, pH and organic substances). — *Annal. Biol. Tihany* **19,** 69—81.
ENTZ B. (1954): A Balaton termelésbiológiai problémái. — *MTA. Biol. Orv. Tud. Oszt. Közl.* **5,** 433—448.
ENTZ, G. † und O. SEBESTYÉN (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **16,** 179—411.
ERDEY-GRÚZ T. és PROSZT J. (1950): Fizikai-kémiai praktikum. — *Tankönyvkiadó Budapest,* 1—467.
FOGG, G. E. (1953): The metabolism of algae. — *Methuen, London,* 1—150.
FUJIMORI, E. and R. LIVINGSTON (1957): Interactions of chlorophyll in its triplet state with oxygen, carotene, etc. — *Nature* **180,** 1036—1038.
GALL, M. H. W. (1949): Measurements to determine extinction coefficients and temperature gradients in the North Sea and English Channel. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **28,** 757—780.
GÄRTNER I. (1929): A Balaton vizének zavarossága. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2,** 186—191.
GESSNER, F. (1937): Untersuchungen über Assimilation und Atmung submerser Wasserpflanzen. — *Jb. wiss. Bot.* **85,** 267—328.
GESSNER, F. (1940): Die Bedeutung der Wasserbewegung für die Atmung und Assimilation der Meeresalgen. — *Jb. wiss. Bot.* **89,** 1—12.
GESSNER, F. und A. DIEHL (1951): Die Wirkung natürlicher Ultravioletstrahlung auf die Chlorophyllzerstörung von Planktonalgen. — *Arch. Mikrobiol.* **15,** 439—453.
HARVEY, H. W. (1955): The chemistry and fertility of sea waters. — *Univ. Press, Cambridge,* 1—224.
HAXO, F. and L. R. BLINKS (1950): Photosynthetic action spectra of marine algae. — *J. gen. Physiol.* **33,** 389—422.
HAXO, F. and P. S. NORRIS (1953): Photosynthetic activity of phycobilans in some red and blue-green algae. — *Biol. Bull.* **105,** 374.
JACKSON, D. F. and J. MCFADDEN (1954): Phytoplankton photosynthesis in Sanctuary Lake, Pymatuning Reservoir. — *Ecol.* **35,** 1—4.
JENKIN, P. M. (1937): Oxygen production by the diatom Coscinodiscus excentricus Ehr. in relation to submarine illumination in the English Channel. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **22,** 301—343.

JUDAY, C. and H. A. SCHOMER (1935): The utilization of solar radiation by algae at different depths in lakes. — *Biol. Bull.* **69,** 75—81.

KOK, B. and J. A. BUSINGER (1956): Kinetics of photosynthesis and photoinhibition. — *Nature* **177,** 135—136.

LANDOLT—BÖRNSTEIN (1923): Physikalisch-chemische Tabellen (Herausg. W. A. ROTH u. K. SCHEEL) V. Aufl. I—III. *Springer, Berlin,* 1—1695.

LEVRING, T. and G. R. FISH (1956): The penetration of light in some tropical East African waters. — *Oikos* **7,** 98—109.

LUDÁNY GY. és PÁTER J. (1929): Fotometriás mérések a Balaton vizében. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2,** 174—179.

LUND, J. W. G. (1950): Studies on Asterionella formosa Hass. II. Nutrient depletion and the spring maximum. Part II. Discussion. — *J. Ecol.* **38,** 15—35. *(Coll. Papers Freshw. Biol. Ass.* 1950.)

MANNING, W. M., C. JUDAY and M. WOLF (1938): Photosynthesis of aquatic plants at different depths in Trout Lake, Wisconsin. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **31,** 377—410.

MARSHALL, S. M. and A. P. ORR (1928): The photosynthesis of diatom cultures in the sea. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **15,** 321—360.

MAUCHA, R. (1924): Upon the influence of intensity of light and temperature on the photosynthetic production of nannoplankton. — *Verh. Intern. Ver. Limnol.* **2,** 381—401.

MAUCHA, R. (1927): Einige Bemerkungen zu der Arbeit von F. Ruttner (Lunz): Über die Kohlensäure Assimilation einiger Wasserpflanzen in verschiedenen Tiefen des Lunzer Untersees. — *Internat. Rev. Ges. Hydrobiol. u. Hydrogr.* **18,** 388—399.

MAUCHA, R. (1942): Das Gleichgewicht des limnischen Lebensraumes. — *Arch. f. Hydrobiol.* **32,** 434—461.

MAUCHA, R. (1945): Hydrochemische Halbmirko-Feldmethoden. — *Arch. f. Hydrobiol.* **41,** 352—391.

MAUCHA, R. (1948): Die Photosynthese des Phytoplanktons vom Gesichtspunkte der Quantenlehre. — *Hydrobiologia* **1,** 45—62.

MAUCHA R. (1953): A vizek produkciós-biológiája és a halászat. — *MTA Biol. Oszt. Közl.* **2,** 393—432.

MCMILLAN, G. L. and J. VERDUIN (1953): Photosynthesis of natural communities dominated by Cladophora glomerata and Ulothrix zonata. — *Ohio J. Sci.* **53,** 373—377.

MEYER, B. S. and A. C. HERITAGE (1941): Effect of turbidity and depth of immersion on apparent photosynthesis in Ceratophyllum demersum. — *Ecol.* **22,** 17—22.

MÜLLER S. (1929): A Balaton vizének vegyelemzése. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2,** 145—156.

OBERDORFER, E. (1928): Lichtverhältnisse und Algenbesiedlung im Bodensee. — *Zeitschr. f. Bot.* **20,** 465—568. (*Ber. wiss. Biol.* **9,** 245—246. 1929.)

OBERDORFER, E. (1929): Ein neuer Apparat zur Lichtmessung unter Wasser. — *Arch. f. Hydrobiol.* **20,** 134—162.

PETTERSSON, H. (1934): A transparency-meter for sea water. — *Göteborg Vetensk. Saml. Handl. (5. föl) Ser. B* 3, **8,** 3—17.

POLLI, S. (1951): Ricerche fotometriche subacquee nel Lago Scuro (Adamello). — *Studi Trent. Sc. Nat. A.* **28,** 1—3 (VOLLENWEIDER 1956, 361.)

POOLE, H. H. and W. R. G. ATKINS (1926): On the penetration of light into sea water. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **14,** 177—198.

POOLE, H. H. and W. R. G. ATKINS (1928): Further photo-electric measurements of the penetration of light into sea-water. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **15,** 455—483.

POOLE, H. H. and W. R. G. ATKINS (1929): Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **16,** 297—324.

PRINGSHEIM, E. G. (1946): Pure cultures of algae their preparation and maintenance. — *Univ. Press, Cambridge,* 1—119.

PRINTZ, H. (1942): Algenphysiologische Untersuchungen. I. Über Wundreitz bei den Meeresalgen. II. Über die Bedeutung der Wasserbewegung für den Gaswechsel der Meeresalgen. — *Skrifter utg. av det Norske Videnskaps. Ak. i Oslo, I. Mat.-Nat. Kl.* **1942** (1), 1—35. (*Bot. Zbl.* **36,** 272. 1944)

RILEY, G. A. (1940): Limnological studies in Connecticut. III. The plankton of Lindsley Pond. — *Ecol. Monogr.* **9,** 53—94.

RYTHER, J. H. (1956): Photosynthesis in the Ocean as a function of light intensity. — *Limnology and Oceanography* **1,** 61—70. (*Coll. Repr. Woods Hole* 1956, 819.

RYTHER, J. H. (1956*a*): The measurement of primary production. — *Limnol. a. Oceanogr.* **1,** 72—84. (*Coll. Repr. Woods Hole* 1956.)

RYTHER, J. H. (1956*b*): Interrelation between photosynthesis and respiration in the marine flagellate Dunaliella euchlora. — *Nature* **178,** 861—862.

SAUBERER, F. (1938): Zur Methodik der Durchsichtigkeitsmessung im Wasser und deren Anwendung in der Limnologie. — *Arch. f. Hydrobiol.* **33,** 343—360.

SAUBERER, F. (1953): Der Wind-Einfluß auf die Trübung des Neusiedlersees. — *Wetter u. Leben* **5,** 200—203. (*Biol. Abst.* **28,** 2257. 1954.)

SAUBERER, F. und F. RUTTNER (1941): Die Strahlungsverhältnisse der Binnengewässer. — *Probleme der kosmischen Physik, Bd. XXI. Akad. Verl. Leipzig,* 1—240.

SCHULTZE, L. (1956): Ein Vorschlag zur Verbesserung und Vereinfachung der Lichtmesstechnik bei ökologischen Versuchen. — *Arch. f. Meteorolog. Geophys.* B. **7,** 223—239.

SEBESTYÉN O. (1933): A Leptodora Kindtii Focke napi vertikális vándorlása és az azt befolyásoló tényezők a Balatonban. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **6,** 104—118.

SMITH, E. L. (1936): Photosynthesis in relation to light and carbon dioxide. — *Proc. Nat. Acad. Sci. Wash.* **22,** 504—511. (*Ber. wiss. Biol.* **40,** 473. 1937.)

SMITH, E. L. (1937): The influence of light and carbon dioxide on photosynthesis. — *J. gen. Physiol.* **20,** 807—830.

STANBURY, F. A. (1931): The effect of light of different intensities, reduced selectively and non-selectively, upon the rate of growth of Nitzschia closterium. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **17,** 633—653.

STEEMANN NIELSEN, E. (1949): A reversible inactivation of chlorophyll in vivo. — *Physiol. Plantarum* **2,** 247—265.

STEEMANN NIELSEN, E. (1954): On the organic production in the oceans. — *J. Cons. Expl. Mer.* **19,** 309—328.

STEEMANN NIELSEN, E. (1955): Carbon dioxide as carbon source and narcotic in photosynthesis and growth of Chlorella pyrenoidosa. — *Physiol. Plantarum* **8,** 317—335.

STEEMANN NIELSEN, E. and A. A. AL KHOLY (1956): Use of ^{14}C-technique in measuring photosynthesis of phosphorus or nitrogen deficient algae. — *Physiol. Plantarum* **9,** 144—153.

STILES, W. (1950): An introduction to the principles of plant physiology. — *Methuen, London,* 1—701.

TALLING, J. F. (1955): The light-relations of phytoplankton populations. — *Verh. Int. Ver. Limnol.* **12,** 141—142.

TALLING, J. F. (1955*a*): The relative growth rates of three plankton diatoms in relation to underwater radiation and temperature. — *Ann. Bot.* N. s. **19,** 329—341.

TALLING, J. F. (1957): Photosynthetic characteristics of some freshwater plankton diatoms in relation to underwater radiation. — *New Phytol.* **56,** 29—50.

TALLING, J. F. (1957*a*): The phytoplankton population as a compound photosynthetic system. — *New Phytol.* **56,** 133—149.

TALLING, J. F. (1957*b*): Diurnal changes of stratification and photosynthesis in some tropical African waters. — *Proc. Roy. Soc.* B, **147,** 57—83.

TÖDT, F., G. TESKE, F. WINDISCH, W. HEUMANN und C. GOSLICH (1952): Elektrochemische Messung der in Flüssigkeit gelösten Sauerstoffmengen bei oxy- und anoxybiotischen Stoffwechselprozessen. — *Biochem. Z.* **323,** 192—213.

TÖDT, F., G. TESKE, F. WINDISCH, W. HEUMANN und C. GOSLICH (1953): Über die biologische Anwendbarkeit der elektrochemischen O_2-Messmethode. — *Biol. Zbl.* **72,** 146—152.

ULLYOTT, P. and F. C. E. KNIGHT (1938): Light penetration into Lake Balaton. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **10,** 254—268.

VERDUIN, J. (1952): Photosynthesis and growth rates of two diatom communities in western Lake Erie. — *Ecol.* **33,** 163—168.

VERDUIN, J. (1954): Phytoplankton and turbidity in western Lake Erie. — *Ecol.* **35,** 550—561.

VERDUIN, J. (1956): Energy fixation and utilization by natural communities in western Lake Erie. — *Ecol.* **37,** 40—50.

VOLLENWEIDER, R. A. (1955): Ein Nomogramm zur Bestimmung des Transmissionkoeffizienten sowie einige Bemerkungen zur Methode seiner Berechnung in der Limnologie. — *Schweiz. Z. Hydrol.* **17,** 205—216.

VOLLENWEIDER, R. A. (1955*a*): Zur Produktivität eines kleinen eutrophen Gewässers. — *Verh. Int. Ver. Limnol.* **12,** 143.

VOLLENWEIDER, R. A. (1956): Das Strahlungsklima des Lago Maggiore und seine Bedeutung für die Photosynthese des Phytoplanktons. — *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* **9,** 293—362.

VOLLENWEIDER, R. A. (1956*a*): Sichttiefe und Produktion. — Előadás a Nemzetközi Limnológiai Egyesület XIII. Kongresszusán (vö. SEBESTYÉN O.: *Hidrol. Közl.* **37,** 171.)

WASSINK, E. C. et J. A. H. KERSTEN (1946): Observations sur la spectre d'absorption et sur le rôle des carotenoids dans la photosynthèse des diatomées. — *Enzymologia* **12,** 3—32.

WELCH, P. S. (1948): Limnological methods. — *Blakiston Comp. Philadelphia,* 1—381.

WHITNEY, L. V. (1938): Microstratification of inland lakes. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **31,** 155—173.

WHITNEY, L. V. (1938*a*): Transmission of solar energy and the scattering produced by suspensoids in lake waters. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **31,** 201—221.

WINOKUR, M. (1948): Photosynthesis relationships of Chlorella species. — *Amer. J. Bot.* **35,** 207—214.

WRIGHT, J. C. (1954): The hydrobiology of Atwood Lake, a flood-control reservoir. — *Ecol.* **35,** 305—316.

ZOBELL, C. E. and D. Q. ANDERSON (1936): Observations on the multiplication of bacteria in different volumes of stored sea water and the influence of oxigen tension and solid surfaces. — *Biol. Bull.* **71,** 324—342.

THE RATE OF PHOTOSYNTHESIS AND UNDERWATER RADIATION IN LAKE BALATON. OBSERVATIONS OF SUMMER 1957

Lajos J. M. Felföldy and *Zsuzsa F. Kalkó*

Summary

The first part of this paper deals with theoretical and methodical problems of light measurement in natural water bodies. The extinction coefficient according to LAMBERT [a in symbols (2) and (3) on p. 305.] was used for the optical characterization of lake waters, since POOLE and ATKINS (1926). Instead of this the authors propose the application of the vertical extinction coefficient according to BUNSEN. BUNSEN's extinction coefficient [β_v symbol (4) in p. 305.] is calculated on the basis of common logarithm (instead of natural logarithm) and its reciprocal is equal to that depth of water where one tenth of the incident light penetrates. In this part, the calculating and relations of the most usual optical constants (β_v, d, $d\%$, T, T_k) are discussed. (Definitions of all symbols have been collected for ready reference in an appendix on p. 323.)

The numerical data of light measurements in Lake Balaton (19. June—24. Oct 1957) are given in *Table 1.*

The optical characteristics of Balaton-water are very unstable. This can be put down to the fact that Balaton is a shallow lake (aver. 3—5 m depth), with large surface and lies in a region of strong winds. Unlike most Central European lakes its turbidity is caused by sediments churned up by wind and is thus dependent on the direction and intensity of wind. Similar conditions were observed in Lake Fertő (Neusiedlersee) on the border between Austria and Hungary (SAUBERER 1953). In *Fig. 1* are seen the percentage values of incident light in different depths ($d\%$) of eight Wisconsin lakes compared with the minimal and maximal $d\%$-values of lake Balaton from 19. June to 24. October 1957.

No definite and characteristic optical stratification can develop in Lake Balaton however its water has an optical heterogeneity, both in horizontal and vertical direction. This heterogeneity is demonstrated in *Figure 2* by the vertical extinction coefficients calculated from measurements of light made downward in depths at every 20 cm distance. Due to these optical labilities it is not easy to get correct average values.

More or less independent from the turbidity of water, the yellow and green light penetrates the farthest. *Table 2* : Average transmission coefficient ($\overline{T_k}$) of light of different wavelengths calculated from measurements made at every 20 cm (BG 12 = blue, VG 9 = green, GG 7 =yellow. RG 2 = red SCHOTT filters ; last column = without

filter). *Table 3* : Average depths of penetration of 0,1 part of light ($1 : \overline{\beta_v}$) of different wavelengths in meters in water masses of different turbidity. (Head of columns see *Table 2*.)

In the second part of this paper experiments performed with bacteria-free cultures of unicellular algae (7K *Chlorella vulgaris*, 85 *Scenedesmus obliquus-typ.*, 184 *Coccomyxa lacustris* 516 *Kirchneriella lunaris*) are discussed.

The aim of these experiments was to determine the "active layer" (euphotic zone) of the water body of Lake Balaton. The always oxigen saturated Balaton-water caused methodical difficulties, since the oxygen deliberated by photosynthetic activity separates itself from water as a bubble. Oxygen tension was adjusted by evacuation with a vacuum oil pumpe to 50—60%. *Table 4* shows the effect of evacuation on the CO_3, HCO_3 and O_2-content of filtered Balaton-water. (**1.** Original water sample ; **2.** Vacuum 30 Hg mm/1 hour ; **3.** Vacuum 30 Hg mm/2 hours).

The samples were suspended into the water from a buoy drawn in *Figure 3*.

In Lake Balaton inhibited photosynthetic activity caused by insufficient light can be observed except the morning and evening hours only in cloudy weather and in very turbid water *(Figure 4*, 4). Losses imposed by the partial inhibition of photosynthesis near the water surface are most considerable, and its mathematical formulation is very important in calculating primary production of shallow lakes similar to Balaton. Decrease of photosynthetic activity due to light oversaturation (surface inhibition) was determined graphically. Depth profiles illustrated in *Figure 4* show an area of varying size enclosed between the profile line and depth axis. These areas were determined planimetrically (t_p). For determination of "active layer" this area (t_p) was expressed as percentage ($t_p\%$) of the rectangle that represents the activity of total water column (*cf.* explanation of *Figure 4*). The results of all photosynthetic experiments are shown in *Table 5* [**1.** No. of experiment ; **2.** Date ; **3.** Transparency in metres determined by Secchi disk ; **4.** Average of β_v-values ; **5.** Surface light (10^3 Lux) ; **6.** "Active layer" $t_p\%$; **7.** Light-saturated (maximal) photosynthesis O_2 mg/10^9 cells/1 hr.]

A CONTRIBUTION TO THE ECOLOGY AND BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF THE DIATOM MASS-VEGETATION ON THE STONY SHORES OF LAKE BALATON

LAJOS J. M. FELFÖLDY

Received for publication 3rd February 1958.

On stony shores and especially on eroded littoral sections of Lake Balaton there develops in late autumn and in early spring a diatom mass-vegetation of a vivid brown or yellow colour which either disappears or becomes reduced with the rising temperature or the freezing over of the water.

According to G. ENTZ and SEBESTYÉN (1946, 301), this is to be found chiefly on places, where vegetation of filamentous algae, otherwise characteristic of stony shores, is absent : " . . . this characteristic, yellow covering* appears especially in spring, attached to stones lying in water. The vivid yellow covering scarcely penetrates to a depth of 6 cm (Tihany, March—April 1943). The same species exist in the deeper parts, but not in such a great quantity. It is an open question whether this mass existence is limited by the turbidity of water or by the characteristics of the diatom species to the relatively narrow belt" — finish their review the illustrious authors.

In April 1957 this diatom vegetation grew luxuriously on the stonei embankment of the shore before the premises of the Biological Research Institute and continued as an unbroken yellow belt through the adjacent stretches of shore as far as the „Fehér partok", in a distance of ca. 2 km. It was not observed in its characteristic formation either on the shore before "Hotel Sport" or on the southern side of the mole, while on the northern side of the mole and on stones of the erosion shores at "Óvár" it was everywhere present as far as the reeds of "Gödrös".

SZEMES (1948) dealt with the diatoms of the erosion littoral zone of Lake Balaton. He studied primarily the effect of the intensity of water movement on the existence of different species in the diatom-covering. The thick living coating ("Aufwuchs") on the stem of reed in our lake was also thoroughly studied (CHOLNOKY 1929, MESCHKAT 1934).

* The expressions "covering" or "coating" will be used in their wider sense meaning not only the living organisms covering the surface of substrate (periphyton, "Aufwuc hs") but also the inorganic or dead detritus deposited among them (see the opininon by B. ENTZ 1947, 17.).

When dealing with the diatom mass vegetation of erosion shores, the following problems arise :

1. What is the cause of its appearance in late autumn and in early spring?
2. Why does it grow in a sharply defined, relatively shallow water?
3. How much organic matter is produced by this living belt?

This last question is all the more important, because organisms which constitute this covering have a very significant role, especially in lakes with small phytoplankton productivity (ASSMAN 1951).

Parts, distribution in depth and chemical composition of the diatom belt

On a spring day (17. March 1957) when the lake was devoid of waves we made measurements on the shore between Kis-öböl bay and the littoral section "Fehér-partok". The object of our measurements was to check as to which depths the diatom belt might extend itself. Four well separable girdles were distinguished. The most conspicuous among them and well observable with the unaided eye from a great distance was the vivid yellow and to the touch slightly gelatinous vegetation, consisting of an enormous mass of *Diatoma elongatum* var. *tenuis*. To the upper edge of this, especially on moderately inclining places (*e. g.* on the boat-slip of the Institute) joined the dark-brown, laciniated-racemose *Gomphonema* girdle. This brown border, located above the water surface, was missing in some places, or on another occasion developed itself azonally behind sheltered jutting corners not directly exposed to waves. The *Diatoma elongatum* var. *tenuis* girdle, we made our experiments with, was rather narrow. Its average width was 26 cm (max. 39 ; min. 16 cm), it rose 12 cm above water level (max 24 ; min. 4 cm) and penetrated 14 cm under water surface (max. 23 ; min. 6 cm) *(Fig. 1)*. Under this ran a thick, gray, light-brown spotted, and dirty-sandy girdle, the exact depth of which could be assessed only with careful examination, as its outward appearance did not stand out against the surrounding as the previous. Let us call it "sandy girdle". Between these two girdles there was a more or less well marked off "transitory girdle", which was easily discernible due to its dirty yellow colour. The results of measurements made on 16 spots of the belt investigated are given in the diagrams of *Fig. 1.* We must add that there is always a transitory and sandy girdle, situated under the *Diatoma*-zone, but its breadth is only measurable under favourable conditions.

In this paper a short account must be also given of the diatom populations in the four girdles. In conformity with the object of our work we paid special regard to quantitative relationships. In order to characterize quantitatively the mass of Bacillariophytes in sea or in lakes of clear water, the silicon content of samples collected accurately can be well used not only in case of plankton but also in case of periphytic diatoms (ALEEM 1949). In Lake Balaton this method could not be applied to determine the quantity of diatoms because of the silicon content of the suspended solid particles practically always present in Balaton-water (DEMÉNY ap. MÜLLER 1929, 151). For this reason, in order to make a quantitative estimate, the dry samples, collected from surfaces of known dimensions, were treated with the usual sulphuric acid-potassium nitrate method, resp. with the peroxid-potassium

permanganate cleaning method applied by VAN DER WERFF (1955, 276), and the cells were counted in its aliquot parts in a BÜRKER hemocytometer. Accordingly the cell-numbers, counted on a surface of 100 cm^2, are given in *Table 1.* The cell number of the Bacillariophytes found in 1 g dry matter is also characteristic :

In *Gomphonema* girdle	$348{,}0 \cdot 10^6$	cells/1 g	dry	matter
Diatoma ,,	$456{,}5 \cdot 10^6$	,,	,,	
Transitory ,,	$91{,}0 \cdot 10^6$	,,	,,	
Sandy ,,	$47{,}2 \cdot 10^6$	,,	,,	

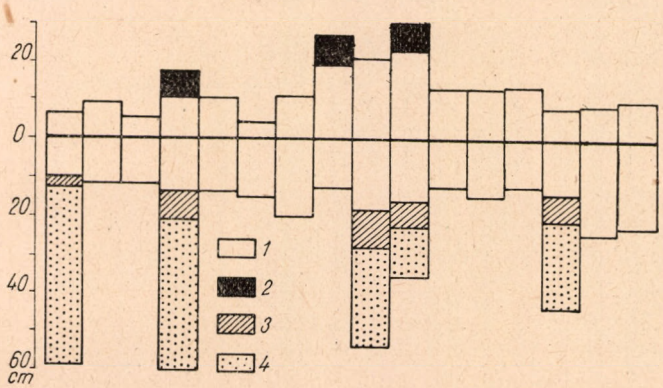


Figure 1. Distribution in depth of diatom girdles. 1. *Diatoma elongatum* var. *tenuis*, 2. *Gomphonema-*, 3. transitory-, 4. sandy-girdles

1. ábra. A kova-alga övek mélységbeli elhelyezkedése 16 mérés alapján. 1. *Diatoma elongatum* var. *tenuis-*, 2. *Gomphonema-*, 3. átmeneti-, 4. homokos-öv

Рисунок 1. Глубинное размещение зон диатомных водорослей, на основании 16 измерений. 1. Зона Diatoma elongatum. 2. Зона Gomphonema Переходная зона. 4. Песчаная зона.

In order to assess the production of the diatom belt, we investigated its chemical composition. On the 16th March of 1957 we placed concrete slabs with smooth surfaces into the diatom belt. The slabs had a surface of 0,2—0,3 m^2 and could be lifted easily from the water. On the 17th April 1957 the slabs already richly covered with diatom vegetation were removed. The covering was collected from exactly measured surfaces into porcelain dishes, without loss (cf. THOMASSON 1925). The samples were put to dry first into a ventilation drying chamber at a temperature of 60° C, later into a drying chamber at 105° C until constant weight was attained.

Ignition loss of dry matter was determined in an electric oven at 700° C for 3 hours. This, owing to the great carbonate content of the samples, is not characteristic of organic matter content. Out of the organic constituents the total-N was determined with the half-micro Kjeldahl method and the organic carbon with wet burning. The released CO_2 was taken up in recipient flasks containing a mixture of 20 ml 0,2 N NaOH and 5 ml N-$BaCl_2$ solutions (ZÜLLIG 1956, 77). The hydroxide and the produced carbonate were titrated in succession with 0,2 N HCl, in the presence of thimolphthalein and bromphenolblue indicators (ARCHER 1954). The lipides were extracted in a SOXHLET apparatus with pure ether for 36 hours. The calcium content, which plays an important role in Lake Balaton, was estimated with the usual oxalate-

method measured permanganometrically, while the carbonate content with the modified manometric method of PASSON (PIPER 1947, 132). Total silicon content was also determined. In order to convert the silicon into a soluble form, suitable for chemical estimation, the material was fused in a platinum crucible with NaOH and the fused mass was dissolved in distilled water and filtered. The amount of silica in the filtrate was determined colorimetrically (HAASE et al. 1954, 166).

The results were calculated per unit surface of 100 cm^2. The figures in the tables are averages of least four (lipides 2) parallel measurements *(Table 1)*.

Table 1

Quantity of materials found in the four girdles of the diatoma belt, given in gs pro 100. cm^2

Girdles	5 Dry matter	6 Loss of ignition	N	7 Organic C	Lipides	8 Residue after ignition	Ca	CO_3	Si	C/N	9 Number of cells 10^6
1. Gomphonema girdle	1,22	0,47	0,011	0,07	0,28	0,75	0,18	0,28	0,24	6,46	424,5
2. Diatoma girdle	0,82	0,27	0,006	0,04	0,07	0,55	0,11	0,18	0,20	6,17	374,3
3. Transitory girdle	3,60	0,73	0,008	0,06	0,09	2,87	0,41	0,59	1,24	7,38	327,6
4. Sandy girdle ..	9,40	1,53	0,011	0,09	0,23	7,87	0,96	1,60	3,65	8,36	443,7

Experiments on photosynthesis and respiration

In order to investigate pragmatically the distribution in depth it was necessary to determine the oxygen consumption of the diatom-belt and the relation existing between the photosynthesis of this belt and the quantity of light. Our light intensity measurements were carried out with a selenium photo-electric cell. The results of our measurements are given in Lux. The optical characteristics of water existing during our assimilation measurements were expressed by the vertical extinction coefficient according to BUNSEN (β_v) by the metre transmission number (T_k) and by the transparency measured with Secchi disk. Concerning light measurement we refer to another paper by us (FELFÖLDY and KALKÓ 1958).

The material for our assimilation measurements was collected on the shore from stones with yellow covering (KANN 1933). The mass of diatoms was washed from the stones with a soft brush into a larger porcelain dish containing lake-water. The turbid suspension obtained was filtered through a dense nylon cloth. After a short sedimentation for 1—2 minutes, the reddish-brown liquid containing suspended diatoms was poured into centrifuge tubes. After centrifuging at a low speed a suspension* containing 500 cells pro μl

* The diatom species contained in this suspension were as follows : *Diatoma elongatum* var. *tenuis* (92,85%), *Diatoma vulgare* var. *ovalis* (1,56%), *D. vulgare* var. *producta* (0,73%), *Navicula gracilis* (0,28%), *N. cryptocephala* (0,14%), *Gomphonema olivaceum* (1,49%), *Cymbella affinis* (0,93%), *C. prostata* (0,15%), *C. cymbiformis* (0,70%), *Nitzschia dissipata* (0,15%), *Synedra ulna* (0,08%), *Cyclotella bodanica* (0,04%), *Synedra acus* var. *radians* (0,11%), *S. vaucheriae* var. *capitellata* (0,15%), *Diploneis elliptica* (0,04%), *Amphora ovalis* (0,07%). — The species were determined and counted after THOMASSON (1925) by GIZELLA TAMÁS. The figures are averages of four countings.

was prepared with filtered and desoxygenized Balaton-water of reduced O_2 content, 5,31 mg/l. The cells were counted in the Bürker hemocytometer. The suspension was put into Maucha-tubes and plugged, avoiding the formation of air bubbles. Thereafter the tubes were exposed for three hours in water at different depths and fastened to stones on the shore at different parts of the diatom belt respectively. Oxygen consumption of the suspension was determined in test tubes put into brass cases and taken into correction.

The oxygen content was determined with WINKLER's method modified by MAUCHA (1945, 362). Rate of assimilation is given in mgs $O_2/10^9$ cells/1 hour (P_k). The results of the experiments are graphed in *Figure 2.*

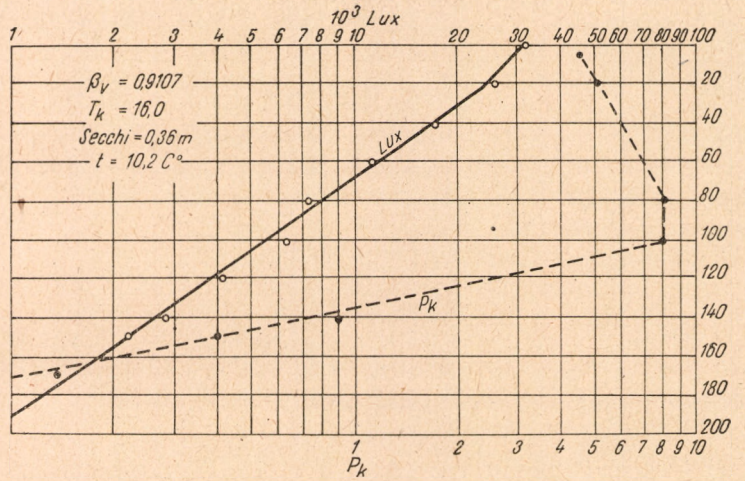


Figure 2. Photosynthetic activity of *Diatoma elongatum* var. *tenuis* population and the underwater illumination (10th April 1957). Explanation in the text

2. ábra. A *Diatoma elongatum* var. *tenuis* populáció fotoszintézise és a vízalatti fénymennyiség közti összefüggés (1957. április 10.) P_k = a fotoszintézis egysége : mg $O_2/10^9$ sejt/1 óra ; β_v = Bunsen-féle extinkciós koefficiens ; T_k = transzmisszós koefficiens ; Secchi- = a Secchi-korong láthatósági határa m-ben (vö. FELFÖLDY és KALKÓ 1958)

Рисунок 2. Связь между фотосинтезом популяции Diatoma elongatum и количеством подводного света (10 апреля 1957 г). P_K = единица фотосинтеза : *мг* $O_2(10^9$ клеток)1 час; 3_v = коэффициент поглощения Бунсена ; T_K = трансмиссионный коэффициент Secchi = предел видимости диска Секки в м-ах (см. Фелфельди и Калко, 1958).

Our experiments on respiration were carried out in a dark thermostat at 30° C, with a suspension prepared likewise with lake-water of original oxygen content (7,6 mg O_2/l). The oxygen consumption of this *Diatoma elongatum* suspension was 1,59 mg $O_2/10^9$ cells/1 hour. The Bacillariophytes have a great oxygen requirement (LEWIN 1955) but they are apparently able to satisfy it from the constantly oxygen-saturated Balaton-water.

Discussion

On basis of our measurements and experiments let us try now to answer the question raised in the introduction. No definite answer can be given to the question concerning the seasonal appearance of the diatom belt. Many authors were interested in the seasonal appearance of pelagic Bacillariophytes.

They assume, that some nutrients, especially the fall of soluble silicon content of the water, might cause quantitative changes in diatom populations (ATKINS 1926, 1930, LUND 1950, JÖRGENSEN 1957). This explanation does not hold in our case, because the silicic acid content of particles always suspended in Lake Balaton (DEMÉNY ap. MÜLLER 1929) and the stones on the shore serve as constant silicon sources for the diatoms, for whom the silicic compounds of the living reed stems are certainly available too (JÖRGENSEN 1957).

HARVEY et al. (1936) and BROOK (1952) assume that the feeding of zooplankton also might produce a reducing effect. In our case however the effect of changes in temperature and in light intensity due to cosmic causes is more presumable than the above assumptions. At first sight it is the coldness of water that seems important in the life of our diatoms. However, according to our assimilation measurements made at 20° C, the high temperature does not check their photosynthetic activity. The quantity of liberated oxygen in a 20° C thermostat by 10^9 cells/1 hour was 4,4 mg at 14 000 Lux, 9,8 mg at 7000 Lux and 0 mg at 500 Lux. BARKER (1935) found optimal photosynthesis at 27—33° C. Ecological studies made by GEITLER and RUTTNER (1936, 580) and SZEMES (1950, 391) show, that temperature has no important role in the life of these underwater phytocoenoses.

Seasonal changes in light on the other hand can be of great importance. Diatoms have a low light requirement. PITSCHMANN (1954, 281) found diatoms in the covering on the lower parts of reed stems. According to our investigations at 10,2° C there was a maximal assimilation between 5—9000 Lux. It is also possible that the reduced supply of light in spring and autumn favours the development of diatoms by shorter days, diminished altitude of sun and more cloudy weather.

The growth of pelagic Bacillariophytes is inhibited by the shortening of the day (MARSHALL and ORR 1928, 1930, MCCOMBIE 1953). HARVEY et al. (1936) attribute the cessation of the autumn maximum of diatoms among other factors to the diminution of utilizable light. VERDUIN (1951) suggests that cloudy weather and turbid water may influence the belated appearance of the population maximum in Lake Erie. Up to now, we have no data on "short day algae", *i. e.* on the optimal effect of decreasing light periods (plankton algae however are able to compensate light by vertical movement).

As it will be shown later, the assumption of G. ENTZ and SEBESTYÉN (1946, 296) cannot be ignored either. These authors emphasize that in the time of "cold water" the more vigorous water movement due to more frequent storms in spring and autumn play an important role in the development of filamentous alga girdles on stony shores.

Concerning the second question much more is revealed by our experiments.

In our attempt to explain the narrowness of the sharply limited habitat of the *Diatoma elongatum* var. *tenuis* girdle near to the water surface, the following causes may be taken into consideration : reduced light in greater depths or the requirement of dissolved oxygen and free carbon dioxyde of the air. According to our investigations, however, optimal photosynthesis was found in a depth of 80 cm below the water surface, even in the rather turbid water we made our measurements in. In consequence light as a limiting factor must be excluded. The other assumption based on a requirement of oxygen and free carbon dioxide of air cannot be accepted either, since there

was no free carbon dioxide in the filtered and partly desoxigenated Balaton-water (FELFÖLDY and KALKÓ 1958) but a very intensive assimilation could be measured. On the other hand, during our respiration measurements the *Diatoma elongatum* var. *tenuis* suspension could well provide its oxygen requirement from originally oxygen-saturated lake-water. Hence another explanation has to be found.

Examining the chief differences existing between the yellow *Diatoma elongatum* var. *tenuis* girdle and the region situated beneath it, it may be observed that the sandy girdle contains many inorganic impurities in thick layers. The *Diatoma elongatum* girdle looks almost washed and there is hardly any impurity in the mucilage of algae. These differences were corroborated by our chemical analyses. The most characteristic difference is the sudden rise in silicon content when the number of the diatoms decreases to almost its tenth in 1 g dry matter. The number of algae found on 1 dm^2 surface does not change considerably, while the silicon content increases from 0,2 to 3,6 grams. A good correlation was found between diatom number and organic carbon content, but in the lower levels the C/N ratio increased. For diatom cultures and pure plankton the C/N ratios 5,8, 5,9, 6,3 were established (BRANDT and RABEN 1919, 208, JENKIN 1937, 338, HARVEY 1951, 102) which ratios agree with the results of our analyses of *Diatoma elongatum* var. *tenuis* populations. The rise of C/N ratio in the lower parts is due either to increase in number of animal organisms, or to the great carbon content of the plant residues in detritus present in the silt. In autumn 1956 the C/N ratio for the detritus was 9,3 and 10,3 on the shore of Kis-öböl bay. It is worth to note that the clacium content of the various girdles does not increase in an extent as silicon does.

According to our opinion the yellow covering consisting of *Diatoma elongatum* var. *tenuis* can only exist on such stones of the shore where the cleaning effect of the waves prevail. As it is well known, strong wave motion often stirs up the water of Lake Balaton to the bottom, and the water is turbid anyway due to solid particles suspended in it. The stormy waves subsiding, the suspended materials settle down covering every surface with a characteristic gray layer. In the narrow *Diatoma elongatum* var. *tenuis* girdle this sediment is small, partly because only few particles settle from the shallow water layer (maximal depth of water was 23 cm), and partly because the constant movement of the water surface steadily cleans those surfaces it is in contact with. The possibility of such a mechanical cleaning effect is conformed also by the high sand content of the "sandy girdle". Here, below the water surface acting less strong by water movement has a weaker motile power, which is able to wash out the light calcium carbonate precipitates, but is unable to wash out the sand granules of greater specific gravity. *Cladophora* girdle penetrates into Lake Balaton to a maximal depth of 50 cm (G. ENTZ and SEBESTYÉN 1946, 296), since the impurities subsided into the loose *Cladophora* growth can be still washed out by the weaker water movement at this depth, but in greater depths it would bury the colonies of filamentous algae.

The detritus subsiding from the water is of great importance in the life of organisms living attached to some immobile surface. MESCHKAT (1934) and WIESER (1954) stress the positive effect played by rich nutritive materials contained in sediments. The burying and choking effect of sediment on the *Cladophora* vegetation was observed by BLUM (1956, 307, 327), on the other

epiphytes *(Closterium acerosum, Cymatopleura solea)* by ELLIS (1936), on the *Hildebrandia* tufts by WAERN (1939, 48), LOHAMMAR and LUTHER (1952, 118), FRASE (1939, 62) and LUTHER (1954, 17). Very noteworthy is the observation made by HUSTEDT and ALEEM (1951, 193), that on the surface of mud only such diatoms can live who can easily move and after being buried can struggle again to the surface. Muddy habitat is unfavourable for species without raphe and for mucilageous species. ALEEM (1950) observed that species buried at high tide can penetrate to the surface at ebb under the influence of light. Species unable to do so perish.

Finally the question of organic matter production has to be discussed.

Quantitative assessment of organic constituents present in the diatom coating can be made on basis of the data given in *Table 1*. Leaving out of consideration the surface-increasing effect of irregularities of surfaces of stones jutting out and taking the width of the *Diatoma elongatum* girdle for 30 cm only, the transitory girdle for 5 cm and the sandy girdle for 50 cm, we obtain the figures in *Table 2*.

Table 2

Estimation of materials found in three diatom girdles in kgs, calculated on a 1 km long section of shore

	1 Diatoma elongatum var. tenuis girdle	2 Transitory girdle	3 Sandy girdle	4 Total
5. Total dry matter	24,6	18,0	470,0	512,6
6. Total nitrogen	0,2	0,1	0,5	0,8
7. Organic carbon	1,1	0,3	4,6	6,0
8. Lipides	2,0	0,5	11,5	14,0
9. Loss of ignition	8,1	3,6	76,6	88,3

As to this table it must be remembered, however, that there is actually a rather considerable accumulation of substances in these girdles, which is 2,5—3 times as great as given in *Table 2*.

A more interesting question is that of the dynamism of production. On the basis of our assimilation experiments it was possible for us to obtain an insight into this problem too. According to samples placed into the middle part (5 cm deep water) of the diatom belt 4,5 mg oxygen is produced by 1000 million cells in 1 hour. In the *Diatoma* girdle $374{,}3 \cdot 10^6$ cells were counted on 100 cm^2 surface. Consequently 1,7 mg oxygen and 1,62 mg glucose are produced on a 100 cm^2 surface in 1 hour (JUDAY and SCHOMER 1935). Taking only six hours of favourable illumination 2,9 kg glucose (1,2 kg carbon) production falls on a 1 km stretch of shore. With other words under the conditions prevailing during our assimilation experiment (very favourable, slightly cloudy sky, diffuse light, moderate, 10—15 cm high waves) the *Diatoma elongatum* var. *tenuis* population reproduces itself in every six hours. Of course

this reproduction is restricted partly by animals feeding on diatoms, partly by loss of material *i. e.* algae coming unstuck and so losing contact with the stones, or by unfavourable changes of external factors (*e. g.* oversaturation of light in clear weather). The diatom layers on the stones of the shore, however insignificant they may be in appearance, have to be regarded as an important organic matter producing biocenose.

Summary

On the stony shores of Lake Balaton in direct contact with the water surface a diatom mass vegetation thrives in late autumn and early spring. In April 1957 this diatom belt was especially developed and consisted almost exclusively of *Diatoma elongatum* var. *tenuis*. From above this vivid yellow *Diatoma* girdle was bordered by the tufted *Gomphonema* girdle. This brown mass of *Gomphonema* was found on many places only azonally, wedged into the *Diatoma* girdle. Beneath the *Diatoma* girdle was situated a broad, soiled "sandy girdle". These two girdles were connected by the narrow "transitory girdle". Spreading in depth, chemical composition, photosynthetic activity and oxygen consumption of these three zones of different appearance were studied.

On the basis of these examinations the following inferences were drawn :

1. The early spring and late autumn development of diatom belt is due not so much to low temperature than to moderate light and to water movement caused by storms more frequent in these months.

2. The *Diatoma elongatum* var. *tenuis* belt is narrow and it develops close to the water surface. It was suggested that the cleaning effect of water movement is the most important factor in development and existence of this girdle.

3. Although there is 500 kg dry matter heaped up on the stones of 1 km shore, only a small part of it is of organic origin (6 kg organic carbon and about 88 kg loss of ignition).

4. Under favourable conditions the *Diatoma* girdle is capable of reproducing itself daily by its photosynthetic activity.

*

Grateful acknowledgement must be made here to Dr. Gizella Tamás who was kind enough to identify the alga species and carried out a considerable part of cell countings ; to Zsuzsa F. Kalkó, laboratory assistant, for her constant help, for making the chemical analyses and for the English translation.

REFERENCES

Aleem, A. A. (1949): A quantitative method for estimating the periodicity of diatoms. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **28,** 713—717.

Aleem, A. A. (1950): The diatom community inhabiting the mud-flats at Whitstable. — *New Phytol.* **49,** 174—188.

Archer, E. E. (1954): (Eine nasse Verbrennungsmethode im Halbmikromaßstab zur Bestimmung von Kohlenstoff.) — *Analyst* **79,** 30—33. (*Chem. Zbl.* **126,** 6353. 1955.)

Assman, A. V. (1951): Die Rolle des Algenbewuchses bei der Bildung der organischen Substanz in einem Wasserbecken. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR N.S.* **76,** 905—908. (*Ber. wiss. Biol.* **73,** 366. 1951.)

Atkins, W. R. G. (1926): Seasonal changes in the silica content of natural waters in relation to the phytoplankton. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **14,** 89—99.

ATKINS, W. R. G. (1930): Seasonal variations in the phosphate and silicate content of sea-water in relation to the phytoplankton crop. Part V. November 1927 to April 1929 compared with earlier years from 1923. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **16,** 821—852.

BARKER, H. A. (1935): Photosynthesis in diatoms. — *Arch. Mikrobiol.* **6,** 141—156.

BLUM, J. L. (1956): The ecology of river algae. — *Bot. Rev.* **22,** 291—341

BRANDT, K. und E. RABEN (1919—1922): Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons und einiger Bodenorganismen. — *Wiss. Meeresuntersuch. Abt. Kiel* **19,** 175—210. (cit. ap. JENKIN 1937, 338 and 341.)

BROOK, A. J. (1952): Some observations on the feeding of protozoa on fresh water algae. — *Hydrobiologia* **4,** 281—293.

CHOLNOKY, B. (1929): Epiphyten Untersuchung im Balaton-See. — *Int. Rev. Hydrobiol.* **22,** 313—345.

ELLIS, M. M. (1936): Erosion silt as a factor in aquatic environments. — *Ecol.* **17,** 29—42.

ENTZ, B. (1947): Qualitative and quantitative studies in the coatings of Potamogeton perfoliatus and Myriophyllum spicatum in Lake Balaton. — *Arch. Biol. Hung.* **17,** 17—37.

ENTZ, G.† und O. SEBESTYÉN (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Arb. Ung. Forsch. Inst.* **16,** 179—411.

FELFÖLDY, L. és KALKÓ, Zs. (1958): A vízalatti fényviszonyok és a fotoszintézis összefüggése a Balatonban, 1957 nyarán. (The rate of photosynthesis and underwater radiation in Lake Balaton. Observations of Summer 1957.) — *Annal. Biol. Tihany* **24,** 303—329. *(Hung. with Engl. summary)*

FRASE, R. (1939): Die Bachrotalge Hildebrandia rivularis in der Grenzmark. — *Grenzmärkische Heimatbl.* **15.** 61—67.

GEITLER, L. und F. RUTTNER (1936): Cyanophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda Expedition, ihre Morphologie, Systematik und Ökologie. III. Teil. — *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **14,** 553—715.

GODWARD, M. (1937): An ecological and taxonomical investigation of the littoral algal flora of Lake Windermere. — *J. Ecol.* **25,** 496—568.

HAASE, L. W. und al. (1954): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. — *Verl. Chemie. GMBH. Weinheim/Bergstr.,* 1—180.

HARVEY, H. W. (1951): On the production of living matter in the sea off Plymouth. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **29,** 97—137.

HARVEY, H. W., L. H. N. COOPER, M. V. LEBOUR and F. S. RUSSEL (1936): Plankton production and its control. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **20,** 407—441.

HUSTEDT, F. and A. A. ALEEM (1951): Littoral diatoms from the Salstone near Plymouth. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **30,** 177—196.

JENKIN, P. M. (1937): Oxygen production by the diatom Coscinodiscus excentricus Ehr. in relation to submarine illumination in the English Channel. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **22,** 301—343.

JÖRGENSEN, E. G. (1957): Diatom periodicity and silicon assimilation. — *Dansk. Bot. Ark.* **18,** (1), 1—54.

JUDAY, C. and H. A. SCHOMER (1935): The utilization of solar radiation by algae at different depths in lakes. — *Biol. Bull.* **69,** 75—81.

KANN, E. (1933): Zur Ökologie des litoralen Algenaufwuchses im Lunzer Untersee. — *Int. Rev. Hydrobiol.* **28,** 172—227.

LEWIN, J. C. (1955): Silicon metabolism in diatoms. III, Respiration and silicon uptake in Navicula pelliculosa. — *J. gen. Physiol.* **39,** 1—10.

LOHAMMAR, G. und H. LUTHER (1952): *Mem. Soc. F. Fl. Fenn.* **27,** 118—138. cit. ap. LUTHER 1954.

LUND, J. W. G. (1950): Studies on Asterionella II. Nutrient depletion and the spring maximum. — *J. Ecol.* **38,** 1—35.

LUTHER, H. (1954): Über Krustenbewuchs an Steinen fliessender Gewässer speziell in Südfinnland. — *Acta Bot. Fenn.* **55,** 1—61.

MARSHALL, S M. and A. P. ORR (1928): The photosynthesis of diatom cultures in the sea. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **15,** 321—360.

MARSHALL, S. M. and A. P. ORR (1930): A study of the spring diatom increase in Loch Striven. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **16,** 853.

MAUCHA, R. (1945): Hydrochemische Halbmikro-Feldmethoden. — *Arch. f. Hydrobiol.* **41,** 352—391.

McCombie, A. M. (1953): Factors influencing the growth of phytoplankton. — *J. Fish. Res. Bd. Canada* **10,** 253—282.
Meschkat, A. (1934): Der Bewuchs in den Röhrichten des Plattensees. — *Arch. f. Hydrobiol.* **27,** 436—517.
Müller, S. (1929): Die chemische Analyse des Balaton-Wassers. — *Arb. Ung. Forsch. Inst.* **2,** 145—156. (Hung. with Germ. summary)
Natida, Y. and Hisae Sakurai (1953): Chemical analysis of organic adhesive detritus on river gravels. — *Bul. Jap. Soc. Sci. Fish.* **19,** 31—33. (Japan. with English summ.) (*Biol. Abst.* **28,** 2827. 1954.)
Piper, C. S. (1947): Soil and plant analysis. — *Adelaide,* 1—368.
Pitschmann, H. (1954): Zur Kenntnis der Biologie alpiner Kleingewässer. Zwei subalpine Moorseen Nord-Tirols. — *Hydrobiologia* **6,** 265—308.
Szemes, G. (1948): Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen der Wirkung des Wellenschlages und der Zusammensetzung der Biozönose. — *Annal. Biol. Tihany* **18,** 213—255.
Szemes, G. (1950): Der Einfluss der Lichtverhältnisse auf die Ausbildung der Tiefenbiocoenosen. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **1,** 371—400.
Thomasson, H. (1925): Methoden zur Untersuchung der Mikrophyten der limnischen Litoral- und Profundalzone. — *Abderhalden's Handb. biol. Arbeitsmeth.* **IX. 2.** 1, 681—712.
Ullyott, P. and F. C. E. Knight (1938): Light penetration into Lake Balaton. — *Arb. Ung. Forsch. Inst.* **10,** 254—268.
Verduin, J. (1951): Comparison of spring diatom crops of western Lake Erie in 1949 and 1950. — *Ecol.* **32,** 662—668.
Waern, M. (1939): Epilithische Algenvegetation des Sees Tåkern. — *Acta Phytogeogr. Suecica* **12,** 43—50.
van der Werff, A. (1955): A new method of concentrating and cleaning diatoms and other organisms. — *Verh. int. Ver. Limnol.* **12,** 276—277.
Wieser, W. (1954): Untersuchungen über die algenbewohnende Mikrofauna mariner Hartböden. III. Zur Systematik der freilebender Nematoden des Mittelmeeres. Mit einer ökologischen Untersuchung über die Beziehung zwischen Nematodenbesiedlung und Sedimentreichtum des Habitats. — *Hydrobiologia* **6,** 144—217.
Züllig, H. (1956): Sedimente als Ausdruck des Zustandes eines Gewässers. — *Schweiz. Z. Hydrol.* **18,** 5—143.

ADATOK A BALATON-PART KÖVEIN ÉLŐ KOVAMOSZAT TÖMEGVEGETÁCIÓ KÖRNYEZETTANI VISZONYAIHOZ ÉS BIOLÓGIAI PRODUKCIÓJÁHOZ

Felföldy Lajos

Összefoglalás

A Balaton köves partjain a vízfelszín közvetlen közelében késő ősszel és kora tavasszal dús kovamoszat tömegvegetáció díszlik. 1957 áprilisában ez a kovamoszat öv különösen fejlett volt és szinte kizárólag *Diatoma elongatum* var. *tenuis* alkotta. A *Diatoma* élénksárga sávját felülről barna, rojtos *Gomphonema* öv szegte, mely néhol azonálisan, védettebb helyeken a *Diatoma*-bevonat közé ékelődve helyezkedett el. A *Diatoma*-öv alá keskeny átmeneti övvel széles, szennyeződött „homokos" öv csatlakozott. Ennek a négy különböző megjelenésű sávnak megvizsgáltuk mélységbeli elterjedését *(1. ábra)*, kémiai összetételét *(1. táblázat)*, fotoszintézisét *(2. ábra)* és oxigénfogyasztását. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a kovamoszat öv kora tavaszi és késő őszi kialakulása nem annyira az alacsony hőmérséklet, mint inkább a kevesebb fény és az ilyenkor gyakoribb viharok okozta vízmozgás eredménye.

A kovamoszat öv csekély mélységbeli lehatolásának nem lehet oka fényhiány, vagy a levegő oxigénjének, esetleg széndioxid tartalmának szükséglete, hanem a vízszinthez közeli kialakulásban a legfontosabb tényező, az örökké mozgó vízfelszín határhártyájának tisztogató hatása, mely megakadályozza, hogy a vízben lebegő hordalék a növényeket elborítsa és elpusztítsa.

A kovamoszat övben 1 km-es partszakaszokon mintegy 5 mázsa szárazanyag halmozódik fel, de ennek csak igen kis része szerves eredetű (6 kg szerves szén és mintegy 88 kg izzítási veszteség). *(2. táblázat.)*

A kovamoszat öv közepén végzett asszimiláció-mérés szerint 1000 millió sejt 1 óra alatt 4,5 mg oxigént termel. A *Diatoma*-övben 100 cm²-en 374,3 millió sejtet szám-

láltunk. Ez óránként 1,7 mg oxigént és 1,62 mg glukózt jelent 100 cm^2-en. Ha csak napi hat óra kedvező megvilágítást számítunk, akkor 1 km-nyi partszakaszra 2,9 kg glukóz (1,2 kg szén) termelése jut. Ez más szóval annyit jelent, hogy az asszimiláltatási kísérle alatt uralkodó kedvező viszonyok között a *Diatoma elongatum*-öv egy nap alatt újratermi önmagát.

1. táblázat. A parti öv négy sávjában talált anyagok mennyisége 100 cm^2 területre vonatkoztatva, grammokban. (**1.** *Gomphonema*-sáv, **2.** *Diatoma elongatum* var. *tenuis*-sáv, **3.** Átmeneti sáv, **4,** Homokos sáv, **5.** szárazanyag, **6.** izzítási veszteség, **7.** szerves-szén, **8,** izzítási maradék, **9,** sejtszám 10^6)

2. táblázat. A kovamoszat-sávokban található anyagok becslése kilogrammban 1 km hosszú partszakaszra számítva. (**1.** *Diatoma elongatum*-sáv, **2.** Átmeneti sáv, **3,** Homokos sáv, **4.** Összesen ; **5.** szárazanyag, **6.** össz-nitrogén, **7.** szerves-szén, **8.** lipoidok, **9.** izzítási veszteség)

СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ И О БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ МАССОВОЙ ВЕГЕТАЦИИ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ, ЖИВУЩИХ НА БЕРЕГОВЫХ КАМНЫХ ОЗЕРА БАЛАТОН

Лайош Фельфельди

Резюме

На каменистых берегах озера Балатон, у самой поверхности воды, поздней осенью и ранней весной произрастает богатая массовая вегетация диатомовых водорослей. В апреле 1957 года эта зона диатомовых водорослей оказалась особенно развитой, и состояла почти исключительно из Diatoma elongatum. Эта зона Diatoma яркожелтого цвета была обрамлена сверху коричневым бахромистым поясом Gomphonema, который расположился местами азонально, но в более защищенных же местах заклиненно между налетами Diatoma. Под зоной Diatoma присоединилась, узким переходным поясом, широкая загрязненная «песчаная» зона. Исследовались глубинное распространение (рисунок 1), химический состав (таблица 1), фотосинтез (рисунок 2) и расход кислорода этих четырех полос разного вида. Было установлено, что ранней весной и поздней осенью образование зоны диатомных водорослей вызывается не столько благодаря низкой температуре, чем меньшим количеством света, а также движением воды, причиненным частыми бурями в эти времена года.

Причина малого глубинного проникания зоны диатомных водорослей не может заключаться в недостатке света или в потребности содержания кислорода (или углекислоты) воздуха ; вежнейший фактор образования такой зоны вблизи поверхности воды заключается в очищающем действии предельной пленки вечно двигающейся поверхности воды, которая не позволяет, что бы взвешенный в воде нанос покрывал и уничтожал растения.

В зоне диатомных водорослей, на участке берега длиной в 1 *км*, накопляются примерно 5 ц сухого вещества ; однако, только весьма маленькая часть этого количества органического происхождения (6 *кг* органический углерод и примерно 88 *кг* потери прокаливания). (Таблица 2.)

По данным измерения ассимиляции, исполненного в середине зоны диатомных водорослей, в течение часа 1000 миллионов клеток производят 4,5 *мг* кислорода. В зоне Diatoma на одном кв. см-е было обнаружено 374,3 миллионов клеток. На 100 кв. см-ах это означает 1,7 *мг* кислорода и 1,62 глюкозы. Считая в день только шесть часов благоприятного освещения, на участок берега в 1 км приходится продукция 2,9 *кг* глюкозы (= 1,2 *кг* углерода). Другими словами это означает, что при благоприятных условиях ассимиляционного опыта зона Diatoma elongatum в течение суток сама себя воспроизводит.

Таблица 1. Количество веществ, найденных в четырех полосах береговой зоны, в переводе на 100 кв. см., в граммах. (1 Полоса Gomphonema, 2. Полоса Diatoma elongatum, 3. Переходная полоса, 4. Песчаная полоса, 5. Сухое вещество, 6. Потеря прокаливания, 7. Органический углерод, 8. Остаток прокаливания, 9. Количество клеток 10^6.

Таблица 2. Оценка веществ, находящихся в полосах диатомных водорослей, в переводе на участок берега длиной в 1 *км* в килограммах. (1. Полоса Diatoma elongatum. 2. Переходная полоса. 3. Песчаная полоса. 4. Всего. 5. Сухое вещество 6. Общий азот, 7. Органический углерод. 8. Липоиды. 9. Потеря прокаливания.)

ZUR KENNTNIS DER GATTUNG *RHOPALOSOLEN* (CHLOROCOCCALES)

Bohuslav Fott

KATEDRA BOTANIKY BIOLOGICKÉ FAKULTY UNIVERSITY KARLOVY—PRAHA

Eingegangen am 25. Februar 1958.

Unter dem Gattungsnamen *Rhopalosolen* 1957 habe ich diejenigen *Characium*-Arten zusammengefasst, die KORŠIKOV (1953) wegen ihrer charakteristischen Gestalt und wegen des eigenartigen Vorkommens als die Gattung *Filarszkia* (von KORŠIKOV unrichtig mit i geschrieben) abgesondert hat. Ursprünglich wurden alle eiförmigen, keulen- bis walzenförmigen zoosporinen Chlorococcalen als *Characium* A. BRAUN bezeichnet (BRUNNTHALER 1915). Als die einzelnen Arten eingehend studiert wurden, zeigte es sich jedoch, dass die Gattung *Characium* im Sinne von BRUNNTHALER eine unnatürliche Sammelgruppe ist, deren Vertreter nicht nur den verschiedenen Grünalgengattungen angehören, sondern auch in andere Algenstämme (Heterokontae, Pyrrhophyta) überführt werden müssen.

Eine Aufteilung der Gattung *Characium* in kleinere, natürliche Gattungen hat erst KORŠIKOV (1953) durchgeführt, der die stiellosen, auf *Branchipus* lebenden Vertreter in eine von ihm aufgestellte Gattung *Filarszkia* (1. c. p. 197) eingereiht hat. Wie ich in meiner früheren Arbeit gezeigt habe, ist der Name *Filarszkia* ein Homonym, da schon FORTI im Jahre 1907 diese Bezeichnung für eine Blaualgengattung benutzt hat. Aus diesen Gründen habe ich (1957) eine neue Benennung *Rhopalosolen* vorgeschlagen (rhopalos = Sack, solen = Schlauch). Soweit bekannt, leben alle *Rhopalosolen*-Arten als Epibionten auf Entomostraken.

Epibiontische, auf Krustaceen lebende coccale Grünalgen, die früher allgemein als *Characium*-Arten bezeichnet wurden, werden mehrfach in älteren algologischen Arbeiten erwähnt. Leider ist es jetzt sehr schwierig, nach diesen mangelhaften Beschreibungen und Abbildungen, die auf Grund fixierten Materials zustande kamen, eine klare Vorstellung über die damals untersuchten Algen zu erlangen.

Die erste Beschreibung und Abbildung einer der Gattung *Rhopalosolen* angehörenden Art (ungeachtet des völlig unklaren *Characium groenlandicum* RICHTER, das nach ELENKIN (1924, p. 33) zur Heterokontengattung *Characiopsis* gehören soll) stammt von LAMBERT (1910), der sie unter dem Namen *Characium cylindricum* beschrieben und abgebildet hat. Die LAMBERT'sche Diagnose ist zu kurz (1. c. p. 6), doch die Abbildungen ermöglichen es, sich ein klares Bild der Art zu machen. Die Diagnose lautet: „Cellula 24—430 μ

longa, 10—20 μ diam., cylindrica, apice rotundata, basi in stipitem brevem attenuata ; disco basali nullo". Weiterhin erwähnt der Autor im Text zwei parietale, deutlich voneinander entfernte Chromatophoren ohne Pyrenoide und beschreibt die Bildung von Zoosporen, ohne diese im lebenden Zustand gesehen zu haben.

Koršikov (1953, p. 197) beschreibt eine diesem *Characium* sehr ähnliche grüne coccale Alge, die er auch als Epibionten auf *Branchipus* in der Ukraine fand und deren Morphologie, inneren Bau und Vermehrung er genau untersuchen konnte. Im Gegensatz zu Lambert fand er deutliche Pyrenoide, und wegen des Mangels des für die *Characium*-Arten charakteristischen Stieles und auf Grund eines eigenartigen inneren Baues schied er die Alge als eine selbständige Gattung aus, die er zu Ehren des ungarischen Forschers Filarszky *Filarszkia* (mit der Art *F. cylindrica*) benannte.

Eine weitere stiellose, auf *Branchipus* lebende Art hat Filarszky (1914) unter dem Namen *Characium saccatum* beschrieben. Die ursprüngliche Diagnose wurde auf Grund des von B. Hankó bei Poprád im Jahre 1906 gesammelten, in Formol fixierten Materials aufgestellt. Über den inneren Bau des Protoplasten wird nichts Klares gesagt („cytoplasmate laete viridi, homogeneo, demum granuloso"), und auch die im Jahre 1914 in der II. Centurie der von der botanischen Abteilung des Ungarischen Museums ausgegebenen Exsiccaten lassen keine Einzelheiten erkennen, obwohl sie schön präpariert, gefärbt und in Kanadabalsam übertragen sind. In einer späteren Arbeit (1926) ergänzt Filarszky seine Diagnose durch Feststellung eines glockenförmigen Chloroplasten mit einem intensivgrünen Pyrenoid (l. c. p. 16). Ferner beschreibt er die Fortpflanzungsverhältnisse auf Grund lebenden Materials, das in einer Wasserlache in Kővágóörs bei Révfülöp in der Umgebung des Balatonsees von B. Hankó gesammelt wurde. Filarszky, sowie Scherffel (1914) waren der Meinung, dass *Characium saccatum* Fil. und *Ch. cylindricum* Lamb. zwei völlig verschiedene Arten sind. Dagegen war Koršikov (1953, 198) geneigt, die beiden Arten zusammenzuziehen.

Weitere Funde von *Characium saccatum* Fil. stammen von Pevalek (1923) aus Jugoslawien und wahrscheinlich von Bourrelly et Fusey (1948) aus Frankreich ; die letzteren Autoren geben Abbildungen mit vielen grossen Pyrenoiden, doch die Algen wurden nicht auf *Branchipus*, sondern auf *Daphnia* gefunden.

Ich selbst hatte Gelegenheit, eine dem *Characium saccatum* ähnliche Alge in den Jahren 1939 und 1942 zu studieren, da sie reichlich auf *Branchipus schäfferi* vorkam, wo sie gemeinsam mit *Lambertia schaefernae* Fott dichte grüne Bestände bildete. Schon damals war mir die Struktur des Chloroplasten auffallend, und zwar besonders die Gestaltung des Pyrenoids, die in der einschlägigen Literatur nicht erwähnt wird. Als ich die Koršikov'sche Bearbeitung der Chlorococcalen (1953) in die Hände bekam, war es mir klar, dass *Characium saccatum* Filarszky und die von mir studierte Alge in die Koršikov'sche Gattung *Filarszkia* gehören, jedoch unter dem geänderten Gattungsnamen *Rhopalosolen* Fott 1957. Im Gegensatz zu Koršikov habe ich diese Alge von der Lambert'schen Art abgesondert und als selbständige Art *Rhopalosolen saccatus* (Filarszky) Fott aufgestellt (1957, p. 304, 318).

Eine dritte *Rhopalosolen*-Art fand ich bei der Untersuchung der Algenflora des Balatongebietes während meines Aufenthaltes im Biologischen Forschungsinstitut in Tihany.*

Die Leiterin der hydrobiologischen Abteilung des Institutes Frau Dr. Olga Sebestyén hat mich auf eine auf *Diaphanosoma* lebende *Characiochloris*-Art aufmerksam gemacht, deren Vorkommen sie eine Studie (1951) widmete und die regelmässig auf dieser Cladocere vorkommt. Meine Untersuchung dieser vermeintlichen *Characiochloris*-Species hat aber zu dem Ergebnis geführt, dass es sich um eine neue *Rhopalosolen*-Art handelt, die ich zu Ehren der hervorragenden Kennerin des Balatonplanktons Frau Dr. Olga Sebestyén *Rhopalosolen sebestyenae species nova* bezeichne.

Die Art hat die für die Gattung *Rhopalosolen* charakteristischen Eigenschaften. Ihre Gestalt ist gestreckt eiförmig bis zylindrisch, mit abgerundetem Gipfel und allmählich zusammenlaufender, doch stumpfer Basis, ohne Stiel und Haftscheibe. Chloroplast parietal, in der Jugend einfach, glockenförmig, später von engen, querlaufenden Spalten durchlöchert und endlich in Einzelstücke zerteilt. Der Zerfall des Chloroplasten ist mit den Kernteilungen gekoppelt, so dass jede Zoospore oder jeder Gamet ein Chloroplastenstück bekommt.

Die Ausbildung des Pyrenoids ist ein weiteres, für *Rhopalosolen* charakteristisches Merkmal. Die Pyrenoide sind verhältnismässig gross, kugelig bis ellipsoid (2,4 $\mu \times$ 3,6 μ), mit einem deutlichen Pyrenoidkern und hellem, ihn umgebenden Körper, an dessen Oberfläche sich Stärkekalotten ausbilden. Diese schüsselförmigen Stärkegebilde entstehen einseitig oder je zwei gegenständig. Die Zoosporen und jungen Zellen enthalten nur ein Pyrenoid. Sobald die Schwärmzelle zur Ruhe kommt und sich dem Postabdomen des Planktonkrebses angeheftet hat, beginnt die sukzedane Teilung in mehrere, parietal eingelagerte Pyrenoide. Der eigenartige Bau des Pyrenoids und die Ablagerungsweise der Stärke ist ein Unterscheidungsmerkmal der Gattung *Rhopalosolen* von den nahestehenden Gattungen *Characium* A. Braun, *Lambertia* Koršikov und *Ankyra* Fott.

Auch die Befestigungsweise der *Rhopalosolen*-Zellen an der Körperoberfläche der Entomostraken ist für diese Gattung typisch. Die Algenzellen bilden entweder einen Stiel oder eine Haftscheibe aus und sind ganz einfach mittels eines tütenförmigen Gallertklümpchens am Körper des Krebses befestigt.

Von den anderen Arten der Gattung unterscheidet sich *Rhopalosolen sebestyenae* morphologisch durch die gekrümmte Körperform und ökologisch durch einen anderen Wirt. Ihr Körper ist länglich keulen- bis walzenförmig, doch immer an der Basis stark gekrümmt und gewöhnlich um die Postabdomenborsten des Krebses geschlungen. Diese charakteristische Krümmung der Algenzellen an deren Basis ist aus den Abbildungen ersichtlich (*Fig.* 1 *e—h*, 2) und wurde schon von Sebestyén (1951, p. 162) dargestellt.

* Es ist mir eine angenehme Pflicht allen, die mir den Aufenthalt im Biologischen Forschungsinstitut ermöglicht haben, meinen besten Dank auszusprechen: der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und dem Direktor der Forschungsanstalt Dr. E. Woynárovich für die liebenswürdige Einladung, Frau Dr. O. Sebestyén für die Überlassung des Materials und Herrn Dr. B. Entz für die Begleitung und Hilfe bei der Arbeit.

Rhopalosolen sebestyenae wurde von SEBESTYÉN (1952) an den Postabdomenkrallen von *Diaphanosoma brachyurum* entdeckt; diese Art ist im Balaton ein ständiger Epibiont auf dem genannten Krebs.

Im Material vom Juli 1957, das ich untersucht habe, war fast jedes *Diaphanosoma*-Exemplar von diesem Epibionten bewachsen, doch ohne

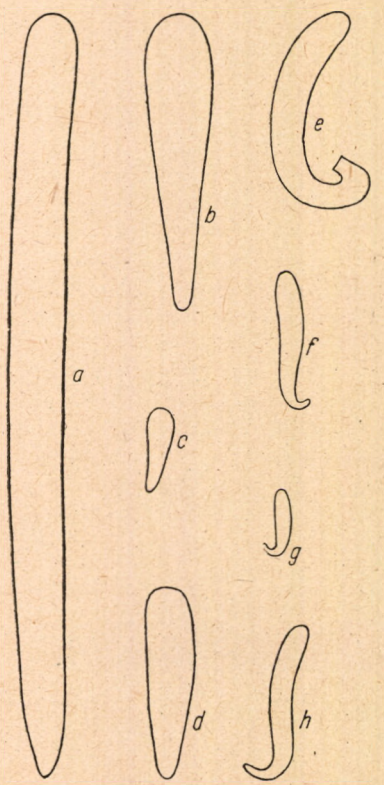


Fig. 1. Zellumrisse der *Rhopalosolen*-Arten. *a Rhopalosolen cylindricus* (LAMBERT) FOTT. *b, c, d Rhopalosolen saccatus* (FILARSZKY) FOTT. *e, f, g, h Rhopalosolen sebestyenae* spec. nova. *a* nach LAMBERT (ikonotyp); *b* Orig. nach einem Material von Blatná (ČSR); *c* Orig. nach einem Präparat von Hankó aus der Flora Hungarica exsiccata. *d* nach FILARSZKY (ikonotyp); *e—h* Orig. 1 cm = 21 μ

Ausnahmen nur auf einem bestimmten Körperteil, und zwar auf dem letzten Glied des Postabdomens; besonders an den zwei distalen Postabdomenkrallen sassen die Algen, in charakteristischer Weise mit ihrer Basis um die Krallen geschlungen. Wenige Zellen befanden sich auf dem eigentlichen Postabdomenglied, alle mit der charakteristischen Krümmung an der Basis, doch keine Algenzelle war mehr als 100 μ von der Krallenspitze entfernt. Die grösste Zahl der auf dem Postabdomen sitzenden Epibionten betrug etwa 15 Zellen. Gelegentlich kam *Rhopalosolen sebestyenae* auch auf *Daphnia cucullata* vor, die gleichzeitig an der Zusammensetzung der Planktonpopulation des Balatons beteiligt war, doch die Algenzellen waren immer vereinzelt

und verhältnismässig kleiner als diejenigen auf *Diaphanosoma*. Auch auf diesem Wirte waren ausschliesslich die zwei Postabdomenkrallen mit den Epibionten besetzt.

Die Ursache dieses beschränkten und für *Rhopalosolen sebestyenae* spezifischen Vorkommens sehe ich darin, dass die Zoosporen durch Exkrete des am Postabdomen mündenden Verdauungstraktes angelockt werden und sich an den Krallen des letzten Postabdomengliedes anheften. Diese Exkrete könnten Wuchsstoffe oder Vitamine enthalten, welche manche Grünalgen nicht zu synthetisieren vermögen.

Die drei *Rhopalosolen*-Arten lassen sich nach folgendem Schema unterscheiden:

1a. Zellen gerade oder an der Basis leicht gebogen. Auf den Schwimmfüsschen von *Branchipus*
2a. Zellen walzenförmig, bis 400 μ lang und 20 μ breit..... *Rhopalosolen cylindricus* (Lambert) Fott
2b. Zellen keulen- bis walzenförmig, bis 200 μ lang..... *Rhopalosolen saccatus* (Filarszky) Fott
1b. Zellen an der Basis stark gekrümmt. Auf dem Postabdomen von *Diaphanosoma* und *Daphnia*..... *Rhopalosolen sebestyenae spec. nova*

Die synoptische Darstellung der Gattung *Rhopalosolen* auf Grund der bisherigen Kenntnisse hat nun zu lauten:

Rhopalosolen Fott 1957 in Preslia 29:303

Syn.: Filarszkia Koršikov 1953, p. 197, non *Filarszkia* Forti in De Toni 1907, p. 258
Characium A. Braun 1849 in Kütz. Spec. Alg., p. 208, em. Hansgirg 1888 pro parte.
Characiopsis Borzi in Lemmermann 1914, p. 256 pro parte.

Zellen keulen- bis walzenförmig, apikal breit abgerundet, basal verjüngt, doch stumpf, leicht abgebogen bis stark gekrümmt, ohne Stiel oder Haftscheibe, mit Schleim an den Krallen oder Füsschen von Entomostracen befestigt.

Chloroplast wandständig, zunächst ungeteilt, später von querlaufenden Spalten durchlöchert und endlich bei Vermehrung in Einzelstücke geteilt. Pyrenoide gross, zahlreich in älteren Zellen, kugelig bis ellipsoid, mit einer oder zwei gegenständigen Stärkekalotten.

Vermehrung durch zweiwimperige Zoosporen, die durch einen Riss am distalen Zellende frei werden. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von kugeligen Gameten.

Vorkommen: epizoisch auf Schwimmfüsschen und Krallen von Entomostracen *(Branchipus, Diaphanosoma, Daphnia)*.

Genotyp: *Rhopalosolen cylindricus* (Lambert) Fott.

Rhopalosolen cylindricus (Lambert) Fott 1957 in Preslia 29:303

Bas. *Characium cylindricum* Lambert 1909, p. 70—72, pl. 79.
Syn. *Filarszkia cylindrica* Koršikov 1953, p. 197—198, fig. 141.

Zellen walzenförmig, apikal abgerundet, basal verjüngt und manchmal leicht gebogen.

Chloroplast und Pyrenoide wie bei der Gattungsdiagnose.

Dimensionen: Länge 24—430 μ, Breite 10—20 μ (nach LAMBERT).

Vermehrung durch eiförmige Zoosporen, die mit 2 Geisseln, 2 pulsierenden Vakuolen und einem Stigma versehen sind. Sie werden durch einen breiten Riss am distalen Ende des Sporangiums frei und messen 13—17 μ. Die Gameten sind kleiner, von kugeliger Gestalt und messen 7 μ im Durchmesser; sie entstehen auf ähnliche Weise wie die Zoosporen. Nach der Kopulation entstehen kugelige Zygoten, die sich mit einer dünnen Membran umgeben; ihr weiteres Schicksal konnte nicht verfolgt werden. Vegetative Dauerstadien wurden nicht gesehen.

Vorkommen: Auf *Branchipus vernalis* in Medford, Massachusetts, USA im Mai 1903, 1904, 1905 und 1906, leg. F. D. LAMBERT. Auf *Branchipus stagnalis* in der Nähe von Charkov, SSSR, leg. A. A. KORŠIKOV.

Anmerkung. — Die Fortpflanzungsverhältnisse bei dieser Art wurden von KORŠIKOV studiert, der die Alge wie LAMBERT mit dem Artnamen „*cylindrica*" benannt hat. Er schreibt aber mit Vorbehalt (l. c. p. 198), dass seine Art dem *Characium cylindricum* LAMBERT nur „sehr ähnelt". Der einzige Unterschied zwischen den beiden Organismen liegt meines Erachtens im Vorhandensein der Pyrenoide, die von LAMBERT nicht festgestellt wurden. Nach meinen Erfahrungen mit dem sehr ähnlichen *Rhopalosolen saccatus* (FIL.) FOTT können die grossen Pyrenoide leicht übersehen werden, besonders wenn mit fixiertem Material ohne Jodbehandlung gearbeitet wird. Aus diesem Grund halte ich die beiden Organismen von LAMBERT und von KORŠIKOV für identisch.

Rhopalosolen saccatus (FILARSZKY) FOTT 1957 in Preslia 29:304, 318, fig. 8—12.

Bas.: *Characium saccatum* FILARSZKY 1914, p. 5, fig. 2—3.
Syn.: *Characium saccatum* FILARSZKY 1926, tab. I: 1—20.
Characium saccatum FILARSZKY var. major PEVALEK 1923, p. 116—117, fig. 2.
? *Characium saccatum* FILARSZKY in BOURELLY et FUSEY 1948, p. 3, fig. 11.
? *Characium groenlandicum* RICHTER 1897, p. 6.
Non *Characium saccatum* FILARSZKY in STARR 1955, p. 308—313, fig. 1—22.
Exs.: *Characium saccatum* FILARSZKY in Flora Hungarica exsiccata No 122, Cent. II. Algae 5.

Zellen länglich keulen- bis walzenförmig, leicht gebogen, oben erweitert mit breit abgerundetem Gipfel, an der Basis allmählich verjüngt, stumpf, mit Gallerte an den Schwimmfüsschen von *Branchipus* befestigt.

Dimensionen: maximale Zellenlänge (Sporangien) bis 200 μ, maximale Breite bis 45 μ. Nach meinem Material (1942) messen die Sporangialzellen 50—110 μ in der Länge und 12—21 μ in der Breite, durchschnittlich 76 $\mu \times$ 15 μ. Nach FILARSZKY (1914) sind die Zellen 67—90 μ lang und 16—20 μ breit.

Chromatophor und Pyrenoide wie in der Gattungsdiagnose.

Vermehrung durch Zoosporen, die in vergrösserten Zellsporangien entstehen. Die freigewordenen Zoosporen sind verhältnismässig gross (16—23 μ), eiförmig, nackt, zweiwimperig, mit Pyrenoid und pulsierenden Vakuolen. Sie werden durch Verschleimung und Losreissen der Sporangienmembran frei. Gameten (nach FILARSZKY) kugelig, kleiner als Zoosporen, von zweierlei Grösse: Mikro- und Makrogameten.

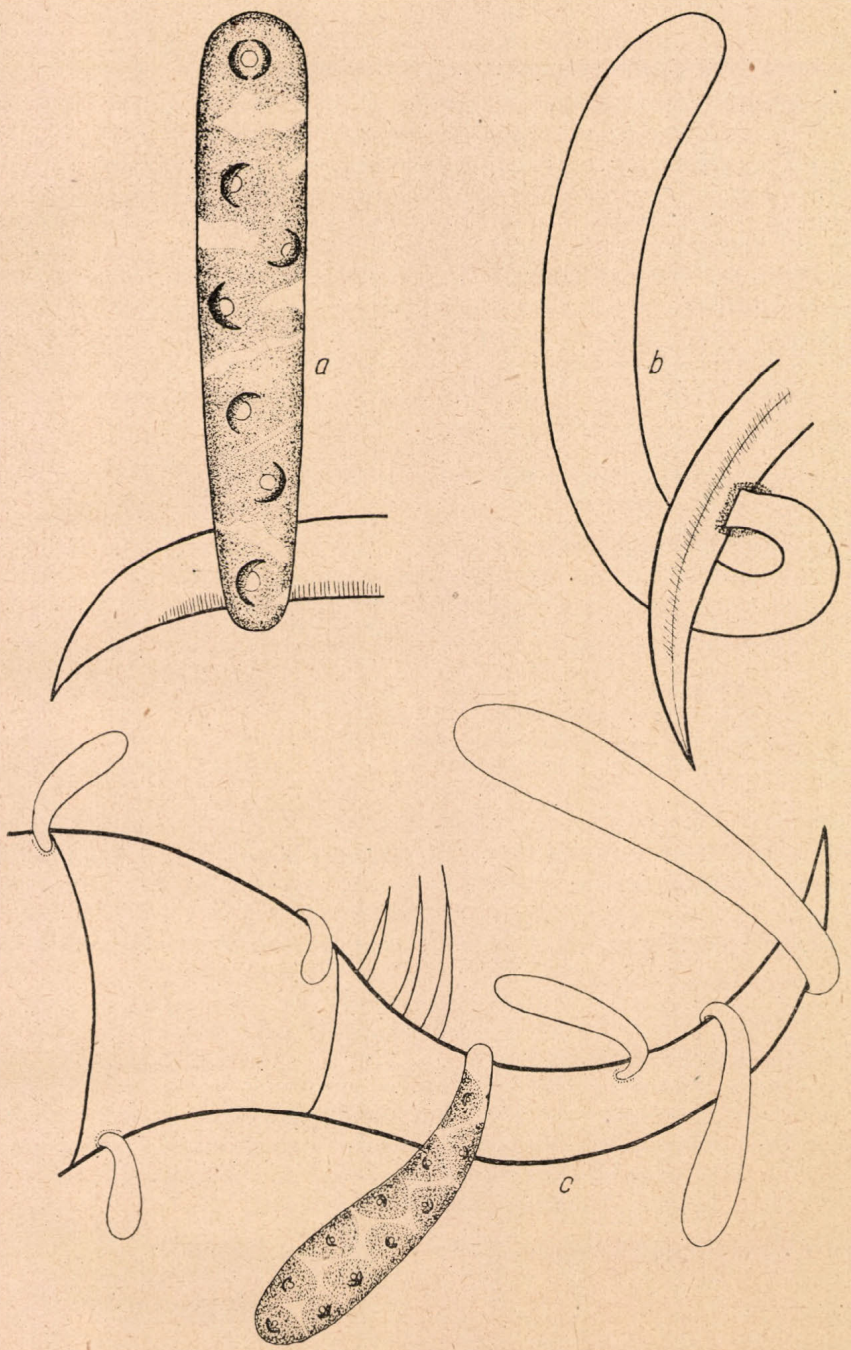


Fig. 2. *Rhopalosolen sebestyenae* spec. nova. *a* eine Zelle mit eingezeichnetem Chromatophor und zahlreichen Pyrenoiden mit Stärkekalotten; *b* dieselbe Zelle von der Seite; *c* eine Postabdomenkralle mit verschieden grossen *Rhopalosolen*-Zellen. — Orig., *a*, *b* Ikonotyp. 1 cm = 8 μ

Vorkommen: auf Schwimmfüsschen von *Branchipus stagnalis* (= *Branchipus schäfferi* FISCH.) bei Poprád (leg. HANKÓ 1909) und bei Blatná (leg. FOTT 1939, 1952) in der ČSR, bei Kővágóörs in der Nähe von Révfülöp (leg. HANKÓ 1926) in Ungarn, bei Zagreb (leg. I. PLANČIĆ 1921) in Jugoslawien und wahrscheinlich bei Barcelona (leg. MARGALEF 1941) in Spanien.

Anmerkung. — Die Art unterscheidet sich vom Typus durch kleinere Dimensionen und abweichende Gestalt der Zellen. Sonst sind die beiden Arten sehr nahe verwandt und nur nach gut entwickelten und Zoosporen bildenden Zellen verlässlich zu unterscheiden. Sie scheint die verbreiteste, doch oft verkannte Art zu sein. Ihr Vorkommen auf *Branchipus* ist ganz unbeständig und zufällig. Als ich in August 1957 die klassische Lokalität von HANKÓ und FILARSZKY in Kővágóörs bei Révfülöp untersuchte, fand ich viele Branchipoden, doch ohne pflanzliche Epibionten. Auch ELENKIN (1924, p. 30) ist der Meinung, dass die epibiontischen kokkalen Grünalgen auf Entomostraken eine seltene und vorübergehende Erscheinung darstellen.

Rhopalosolen sebestyenae species nova

Syn.: *Characiochloris* sp. in SEBESTYÉN 1951, p. 161—163, fig. 1, 2, 2a.

Cellulis oblonge clavaeformibus usque ad cylindricis, supra dilatatis cum apice late rotundato, infra paulatim coartatis et forte detortis, obtusa cum base, muco ad ultimum articulum postabdominis crustaceorum agglutinantis.

Dimensiones cellularum: longitudo usque ad 83 μ, latitudo maxima 13 μ.

Chloroplasto parietali, cum structura similitudinem habente cum typo, cum pyrenoidibus multis magnisque (2,4×3,6 μ).

Propagatio non est observatum, cum probabilitate typi similis.

Habitatio: Sedens in superficie ultimi articuli postabdominis (sepius in duobus ultimis setis postabdominis) crustaceorum planctonicorum *Diaphanosoma brachyurum* et *Daphnia cucullata* in lacu Balaton, Hungaria (leg. DR. OLGA SEBESTYÉN 1949).

Zellen länglich keulen- bis walzenförmig, oben erweitert mit breit abgerundetem Gipfel, an der Basis allmählich verjüngt und stark gekrümmt, mit stumpfem Basalende mittels Gallerte am letzten Glied des Postabdomens befestigt.

Dimensionen der Zellen: Länge bis 83 μ, maximale Breite 13 μ.

Chromatophor parietal, ähnlich wie beim Typus gebaut, mit vielen, grossen (2,4 × 3,6 μ) Pyrenoiden, jedes mit einer oder zwei gegenständigen Stärkekalotten.

Vermehrung nicht gesehen, wahrscheinlich wie beim Typus.

Vorkommen: auf dem letzten Postabdomenglied, vorzugsweise auf den zwei letzten Postabdomenkrallen der Planktonkrebse *Diaphanosoma brachyurum* und *Daphnia cucullata* im Balaton, Ungarn. Leg. DR. OLGA SEBESTYÉN seit 1949 (SEBESTYÉN 1951, p. 162).

LITERATUR

BOURRELLY, P. et FUSEY, P. (1948): Quelques Algues épizoiques et epiphytes rares ou nouvelles. — *Bull. Soc. bot. France* **95**, 1—3.

BRUNNTHALER, J. (1915): Protococcales. — *Süsswasserflora* **H**, 5 : 52—205.

ELENKIN, A. A. (1924): O novych vidach i formach iz rodov Characium A. Br. i Characiopsis Borzi, simbiotirujuščich s Crustacea. — *Botan. Mater. Inst. Spor. Rast. Glav. Botan. Sada*, **3**, 17—30.

Elenkin, A. A. (1924): Descriptio specierum formarumque novarum e generis Characium A. Br. et Characiopsis Borzi cum Crustaceis symbioticis. — *Not. syst. inst. Cr. Hort. Bot. Reip. Ross.* **3,** 33—36.

Filarszky N. (1914): Két új Characium. (Mit deutschem Resumé : Zwei neue Characium-Arten.) — *Bot. Közl.* **1914,** 1—6.

Filarszky, N. (1925): Branchipuson élő Characiumokról. (Mit deutschem Resumé : Über Characien, die auf Branchipus leben.) — *Aus d. Sitz. v. 26. Okt. 1925 d. III. Kl. d. Ung. Akad. d. Wissensch. 397—404.*

Filarszky N. (1926): Auf Phyllopoden lebende Characien. — *Arch. Bal.* **1,** 15—28.

Forti, A. (1907): Sylloge Myxophycearum omnium hucusque cognitarum. — *In De-Toni's Sylloge Algarum omnium* **5,** 1—761.

Fott, B. (1957): Taxonomie drobnohledné flory našich vod. (Mit deutschem Resumé : Taxonomie der mikroskopischen Flora einheimischer Gewässer.) — *Preslia* **29,** 278—319.

Hankó B. (1910): Branchipus és alga együttélése. — *Állatt. Közl.* **9,** 96—99.

Koršikov, O. A. (1953): Viznačnik prisnovodnich vodorostej URSR. V. Protococcineae. — *Kijev* 1953, 1—437.

Lambert, F. S. (1909): Two new species of Characium. — *Rhodora* **11,** 65—73.

Margalef, L. R. (194?): Los epibiontes en los animales de agua dulce. — *Euclides* **33,** 1—6.

Pevalek, I. (1923): Prilog poznavanju epizojskich vrsta roda Characium. (Mit deutschem Resumé : Beitrag zur Kenntnis der epizoischen Characium-Arten.) — *Glasnik Hrvatskoga prirodoslov. društva* **35,** 115—117.

Scherffel A. (1914): Kisebb Közlemények a kryptogamok köréből. II. A Branchipus Characiumai. (Deutsches Autoreferat : II. Die Characium-Arten auf Branchipus.) — *Bot. Közl.* **13,** 13—16.

Sebestyén O. (1951): Epibiontok Balatoni Diaphanosomán. (English summary : Epibionts on Diaphanosoma brachyurum in Lake Balaton.) — *Annal. Biol. Tihany* **20,** 161—166.

Starr, R. C. (1953): On the Morphology and Reproduction of Characium saccatum Filarsky. — *Bull. Torrey Bot. Club,* **80,** 308—313.

BEITRÄGE ZU DER ALGENFLORA DES BALATON-SEES
I. STEINIGES UFER, SANDIGES UFER, RÖHRICHT UND KÜNSTLICHES SUBSTRAT

GIZELLA TAMÁS

Eingegangen am 15 März 1958.

Von den verschiedenen Biotopen des Balaton-Sees wurden bis jetzt ungefähr 1200 Algenarten (Kol, 1938 ; Szemes 1957 ; und die von der Verfasserin zusammengestellte Liste der in den letzten 20 Jahren publizierten Arten) bekannt. Beinahe die Hälfte der Arten sind Kieselalgen (Diatomeen), welche grösstenteils benthisch sind. In den anderen Gruppen befinden sich dagegen die pelagischen Arten in grösserer Individuenzahl.

Es wurden gelegentlich Proben von den verschiedenen Uferabschnitten des Balaton-Sees gesammelt. Die eingesammelten Algenarten wurden lebend untersucht und dann in einer Formol-Lösung (4%) konserviert. Zur Bestimmung wurden die Arbeiten von Pascher und Rabenhorst benützt. In einzelnen Fällen (*Rivularia biasolettiana*, *Mougeotia*- und *Vaucheria*-Arten) mussten die Algen in Kulturen untersucht werden.

Steiniges Ufer

An dem Ostufer der Halbinsel Tihany stellte O. Sebestyén auf den Ufersteinen Cyanophyceen-Kolonien in Grösse eines Stecknadelkopfes fest (Sebestyén—Entz—Felföldy 1951, 136). Von der Verfasserin wurden die erwähnten Blaualgen als *Rivularia biasolettiana* bestimmt. Die Kolonien können im Herbst an den sich im Erosionsgebiet der Halbinsel befindenden Ufersteinen (vgl. Kann 1941, 269) beobachtet werden. Infolge der günstigen Temperatur- und Lichtverhältnisse sowie des gleichmässigen Wasserstandes im Frühling des Jahres 1957 entfaltete sich ein bräunlicher Diatomeen-Gürtel, welcher massenhaft *Diatoma elongatum* var. *tenuis* und *Gomphonema olivaceum* enthielt.

Sandiges Ufer

An dem sandigen Ufer der Keszthelyer-Bucht bei Balatonszentgyörgy konnte man am 22. Okt. 1957 eine beinahe 2 m breite *Cladophora*-Drift beobachten (vgl. Entz—Sebestyén 1940, 1946 ; Mihályi 1935—1936). *Cladophora fracta* und *C. glomerata* waren in der Drift in gleicher Menge vorhanden. In den im seichten Wasser gesammelten lebenden Proben und

an den Fäden der Drift kamen viele Exemplare von *Uronema confervicolum* und *Aphanochaete repens (Taf. 2, Fig. 4)* vor. (Vgl. Istvánffi 1897, 106; 1898, 112—113; Palik 1934, 56, 58; 1937, 604; 1949, 51; Szemes 1941, 245.)

Röhricht

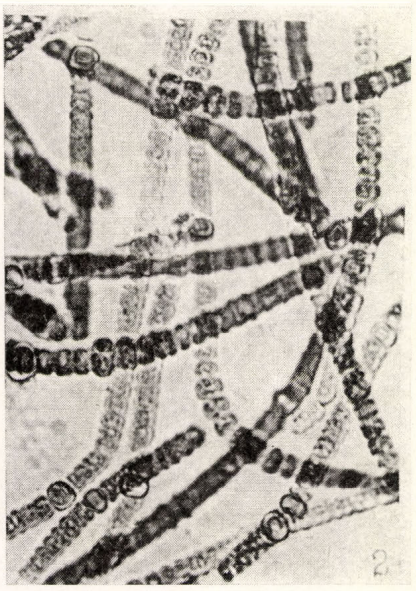
Während der Vegetationsperiode kann an den schilfigen, örtlich versumpften Stellen der Uferabschnitte eine an epiphytischen Algen reiche Cönose beobachtet werden. In dem Röhricht vor der Fischerhütte bei Balatonfüred wurden am 30. Okt. 1951 Proben genommen. An den Schilfhalmen waren die gallertigen Kolonien der *Chaetophora elegans* und mit ihren lebhaften, hellgrünen Farben die *Coleochaete scutata* leicht zu beobachten.

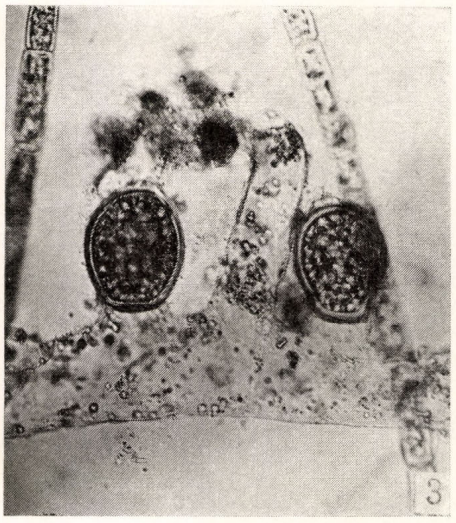
Es ist von der an den Schilfhalmen des Ábrahámhegy-Abschnittes vorkommenden, am 23. Juli 1952 gesammelten *Thorea ramosissima* (Rotalge) anzunehmen, dass sie dorthin aus dem Wasser des in den Balaton-See mündenden Burnoti patak-Baches gelangt ist. Im Vergleich zu anderen einheimischen Funden ist hier die geringe Grösse der Fäden (17—24 cm) auffallend. (Vgl. Filarszky 1930; Uherkovich 1957.)

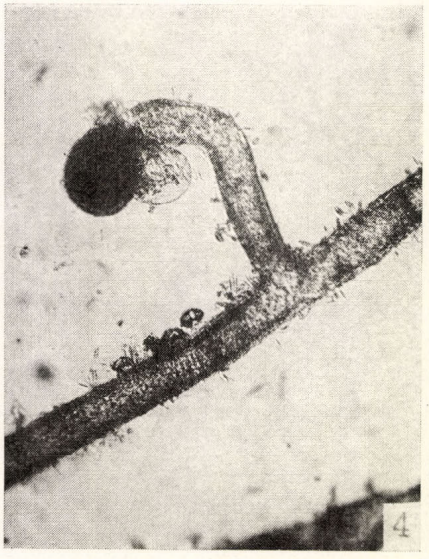
An der Wasseroberfläche zwischen Ufer und Röhricht in der seichten Kisöböl-Bucht bei dem Biologischen Forschungsinstitut (Tihany) konnten (Gellért—Tamás 1958. *Fig. 1)* Fäden von *Cladophora fracta* beobachtet werden. Zwischen den Fäden wurden viele Exemplare von *Achnanthes clevei, A. lanceolata, Cocconeis placentula* var. *euglypta, Cyclotella bodanica, Cymbella cymbiformis, C. prostata, Epithemia sorex, Fragilaria construens* var. *subsalina, Gomphomena olivaceum, Navicula gracilis, Nitzschia amphibia, Rhoicosphaenia curvata, Rhopalodia gibba* var. *ventricosa, Synedra vaucheriae* gefunden. Die Arten *Amphora normanni, A. ovalis, A. ovalis* var. *pediculus, Cymbella affinis, Diatoma vulgare* var. *producta, Diploneis elliptica, Epithemia intermedia, E. turgida, E. zebra* var. *procellus, Gomphomena acuminatum, G. angustatum, Melosira varians, Navicula anglica, N. gastrum, N. scutelloides, N. tuscula, Pinnularia microstauron* var. *brébissonii, Rhopalodia gibba, Synedra ulna* var. *spathulifera, S. vaucheriae* var. *capitellata* waren nur in geringer Individuenzahl vertreten. Im Juni wurden in dem Uferwasser des Gödrös-Abschnittes *Cladophora fracta* inmitten von *Mougeotia-* und *Spirogyra*-Arten festgestellt (Tamás 1958). Diese Arten konnten auch in der Probe eines ähnlichen Biotops bei Ábrahám-hegy beobachtet werden (8. X. 1957). Die *Cladophora crispata* gelangte mit dem Wasser des Burnoti patak-Baches an diese Fundstelle. An den Fäden der beiden *Cladophora*-Arten leben die zu verschiedenen Algengruppen gehörigen Epiphyten-Arten: *Dermocarpa chamaesiphonoides, Hapalosiphon fontinalis (Taf. 2. Fig. 1.), Calothrix brevissima, Lyngbya epiphytica, L. kützingii, L. rigidula, Apiocystis brauniana (Taf. 2. Fig. 3), Uronema confervicolum, Aphanochaete repens, Coleochaete scutata, Characiopsis subulata (Taf. 1. Fig. 2), Asterocytis smaragdina* (vgl. Scherffel 1930, 764). Zur selben Zeit wurden auch an *Limnea stagnalis* gallertige Ansiedelungen der *Chaetophora elegans* gefunden (vgl. Campion 1956; Szemes 1941).

Tiefgrüne *Vaucheria*-Kolonien konnten in der Kisöböl-Bucht in Tihany an den Steinen des zwischen dem Röhricht und am Ufer im kaum wenige cm tiefen Wasser gleichzeitig mit *Cladophora fracta* eingesammelt werden. Die Geschlechtsorgane der Fäden begannen sich Anfang Mai zu entfalten. Diese



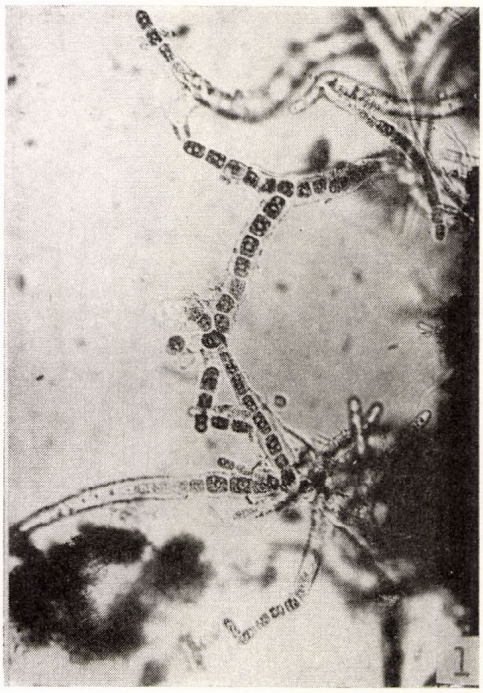


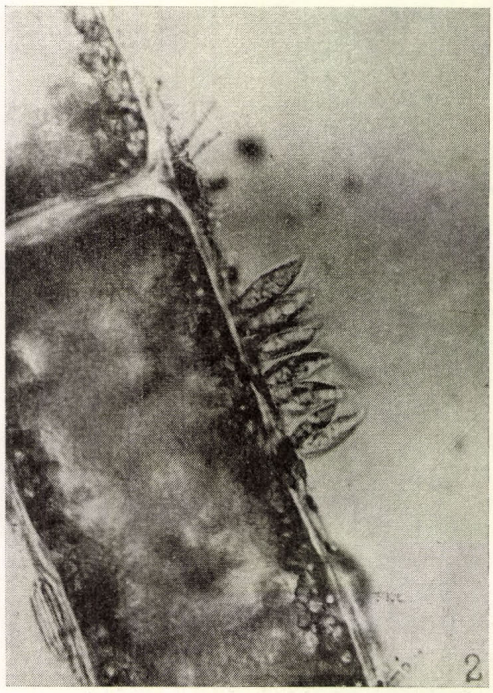


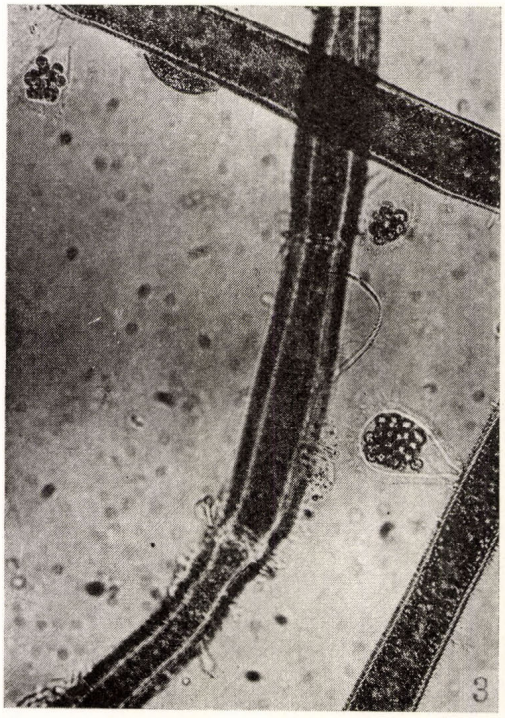


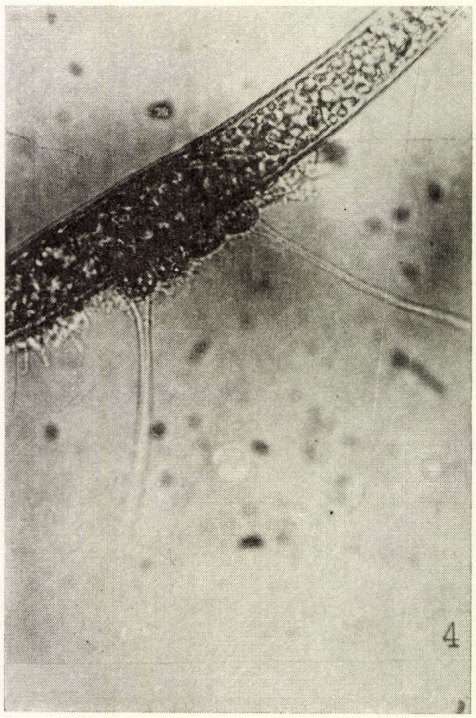
Taf. 1., Fig. 1—4. I. tábla 1—4. ábra

1—2. Nodularia harveyana Thur. (cc 500×)
3. Vaucheria sessilis (Vaucher) De Candolle (cc 100×)
4. Vaucheria terrestris Lyngl. (cc 100×)


1


2


3


4

Taf. 2., Fig. 1—4. 2. Tábla 1—4 ábra

1. *Hapalosiphon fontinalis* (Ag.) Borni (cc 500×)
2. *Characiopsis subulata* Borzi (cc 500×)
3. *Apiocystis brauniana* Näg. (cc 300×)
4. *Aphanochaete repens* A. Braun (cc 500×)

Foto : J. Gellért

Arten wurden hier als *Vaucheria sessilis* und *V. terrestris* bestimmt *(Taf. 1, Fig. 3—4)*. Zwischen den Fäden sind Individuen von *Achnanthes lanceolata, A. oestrupii, Amphora ovalis, Cocconeis pediculus, Epithemia sorex, Nitzschia amphibia, Pinnularia microstauron* var. *brébissonii, Rhoicosphenia curvata, Synedra vaucheriae* in grosser Menge vorgekommen. Individuen von *Amphora ovalis* var. *pediculus, A. veneta, Caloneis schumanniana* var. *biconstricta, Cocconeis placentula* var. *euglypta, Cyclotella bodanica, Cymatopleura elliptica, C. solea, Cymbella cymbiformis, C. ventricosa, Diatoma vulgare* var. *producta, Diploneis elliptica, Epithemia intermedia, E. turgida, E. zebra* var. *porcellus, Gomphonema constrictum* var. *capitata, G. olivaceum, Gyrosigma attenuatum, Melosira granulata, Navicula gracilis, N. hungarica* var. *capitata, N. reinhardtii, Nitzschia acuminata, N. sigmoidea, N. tryblionella* var. *debilis, Rhopalodia gibba* kamen in geringer Menge vor. *Vaucheria sessilis* mit Geschlechtsorganen konnte auch in der Herbstprobe von Ábrahám-hegy festgestellt werden (8. X. 1958).

Die aus den Detritus-Driften notierten Algen der Halbinsel Tihany *(Oscillatoria amphibia, O. princeps, O. subtilissima, Cosmarium margaritiferum)* und Kieselalgen wurden eingehender in einer anderen Arbeit (Gellért—Tamás 1958) behandelt.

Viel *Tolypothrix lanata* wurde in dem mit weisser Wasserrose *(Castalia alba)* bewachsenen Gebiet der Bozsai öböl-Bucht von den unter dem Wasser liegenden Teilen der Binsen *(Typha angustifolia)* am 15. Nov. 1951 eingesammelt. *Chaetophora elegans, Coleochaete scutata* und *Bulbochaete setigera* haben an den Blättern einen Aufwuchs gebildet.

Am 31. Okt. 1951 konnte man in der schilfigen Bucht bei Balatonfüred (in der Nähe der Fischerhütte) Ansiedelungen von *Chaetophora elegans* und *Coleochaete scutata* beobachten.

Künstliches Substrat

Vor etwa 70 Jahren stand in der Nähe der Mole von Balatonfüred eine auf Fichten- und Buchenpfähle gebaute Badeanstalt. Im Juli 1957 wahren von dem Gebäude nur noch die Pfähle zurückgeblieben. Bei der Entfernung der Pfähle konnten neben vielen *Spongilla*-Exemplaren auch schöne Kolonien von *Cladophora glomerata* gesammelt werden. Zwischen den *Cladophora*-Fäden waren viele *Hapalosiphon fontinalis*. Zum Schluss soll noch die Blaualge *Nodularia harveyana (Taf. 2. Fig. 1—2)* erwähnt werden. In den aus dem offenen Wasser aus der Umgebung von Tihany stammenden sommerlichen Netzplankton-Proben wurden die Dauerzellen dieser Art seit dem Jahre 1951 mehrere Jahre lang beobachtet, vegetative Fäden waren jedoch nicht zu finden. In der Monaten Mai—Juni lebte in der Gesellschaft von *Synechococcus aeruginosa* und *S. elongatus*-Arten *Nodularia harveyana* im flüssigen Zellsaft der in der Kisöböl-Bucht wachsenden Pappeln. Infolge der Dürre im Monat Juni hörte das Ausscheiden des obenerwähnten Saftes der Pappeln auf, und die Kolonien trockneten aus. In dem ausgetrockneten Material befanden sich massenhaft die gelblichen Dauerzellen. An den Stämmen der Pappel wurden mehrmals Proben gesammelt. In dem kelkreichen Plöner See (Kann 1941) kommt diese *Nodularia*-Art an steinigen Ufern an *Scirpus-, Potamogeton pectinatus* und *Chara*-Arten häufig vor.

An Hand der bisherigen Beobachtungen der Verfasserin kann ein interessanter Unterschied zwischen den im östlichen und südlichen Becken des Balaton-Sees festgestellten epiphytischen Algenfäden von *Cladophora fracta* beobachtet werden : Während in dem nördlichen Becken die Epiphytenflora (in grosser Arten- und Individuenzahl) nur aus Kieselalgen besteht, ist an der aus dem südlichen Becken stammenden *Cladophora fracta* nur eine ärmlichere Kieselalgen-Vegetation zu finden, obwohl die grosse Arten- und Individuenzahl anderer Epiphyten-Arten hier auffallend ist.

LITERATUR

Campion, M. (1956): A survey of the green algae epiphytic on the shells of some freshwater mollusks. — *Hydrobiologia* (Den Haag) **8**, 38—53.

Entz G.—Sebestyén O. (1940): A Balaton élete. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **12**, 1—168.

Entz, G.†—Sebestyén, O. (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **16**, 180—392.

Filarszky N. (1930): A budai hőforrások nyílt vizeinek Chara-féléi és néhány más érdekesebb ritkább algafaja. — *Mat. és Term. tud. Értesítő* **47**, 652—676.

Geitler, L. (1932): Cyanophyceae — in *Rabenhorst's Kryptogamenflora* **14**, 1—1196.

Gellért J.—Tamás G. (1958): Detrítusz-turzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Tihanyi-félsziget keleti partján. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 217—240.

Istvánffi Gy. (1897): A Balaton moszatflórája. — *Balaton Tud. Tanulm. Eredményei* II. **2**, 1—140.

Istvánffi, J. (1898): Kryptogame Flora des Balatonsees und seiner Nebengewässer. — *Res. wiss. Erforsch. d. Balatonsees. Wien II.* **2**, 1—148.

Kann, E. (1941): Ökologische Untersuchungen an Litoralalgen ostholsteinischer Seen. — *Arch. f. Hydrobiol.* **37**, 177—269.

Kol, E. (1938): Die Algenvegetation des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **10**, 154—160.

Kol, E.—Sebestyén O. (1938): Néhány adat a Balaton moszatflórájához. — New algae from Lake Balaton. — *Arb. d. Ung. Biol. Forschungsinst. Tihany* **10**, 171—173.

Mihályi F. (1935—36): A Cladophora tömeges előfordulása a Balaton turzásaiban 1934-ben. — Das massenhafte Auftreten von Cladophora in den Spülsäumen des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **8**, 241—246.

Palik P. (1934): Adatok a Veresegyházi tó algaflórájához. *Index Horti Bot.* 56—57.

Palik P. (1937) A pusztaszentjakabi tó algái. *MTA Mat. és Term. tud. Ért.* **55**, 592—610

Palik, P. (1949): Beitrag zur Kenntnis der Algenvegetation der Bálintquelle des Bades Félix-fürdő. — *Hung. Acta Biol.* **1**, 40—55.

Pascher, A.: *Die Süsswasserflora Mitteleuropas.* — 4—5., 6., 7., 9. (II. Aufl.), 10. (II. Aufl.), 11., 12.

Pascher, A. (1939): Heterokonten. — in *Rabenhorst's Kryptogamenflora* **11**, 1—1092.

Scherffel, A. (1930): Einige Daten zur Kenntnis der Algen des Balaton-See-Planktons.— *Folia Cryptogamica* **7**, 749—766.

Sebestyén O.—Entz B.—Felföldy L. (1951): Alacsony vízállással kapcsolatos jelenségek a Balatonon 1949 őszén. *MTA Biol. Kut. Int. Évkönyve* **20**, 127—160.

Szemes G. (1941): A Tihanyi Belső-tó mikrovegetációja. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **13**, 224—258.

Szemes, G. (1957): Die Diatomeen des Balatonsees. — *Annal. Biol. Tihany* **24**, 193—270.

Tamás, G. (1958): Mougeotia — Invasion im Plankton des Balaton sees im Herbst des Jahres 1956. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 359—361.

Tamás G.: 1938—1958 közötti években közölt újabb adatok a Balaton moszatvegetációjához. — Manuscript.

Tamás G.—Gellért J. (1958): Parti kövek bevonatának kovamoszatai és csillósai a Tihanyi félsziget keleti részén. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 241—250.

Uherkovich, G. (1957): Das Leben der Tisza III. Thorea ramosissima Bory (Rhodophyta) aus der Tisza (Vorläufige Mitteilung). — *Acta Biologica nova series* **3**, 207—212.

1. Tab. — 1. táblázat

Daten zur Algenflora des Balaton-Sees — Adatok a Balaton moszatflórájához

Algenverzeichnis	Vorkommen der einzelnen Arten in verschiedenen Fundorten und Jahreszeiten									Häufigkeit der Besetzung von verschiedenen Standorten und Substraten				
	Balatonfüred		Tihanyer Halbinsel nordöstliches Ufer			Bozsai öböl	Ábrahám-hegy		Fenéki öböl					
	Sommer	Herbst	Frühling	Sommer	Herbst	Herbst	Sommer	Herbst	Herbst	Sandiges Ufer	Steiniges Ufer	Schilfiges Ufer	Wasserpflanzen	Muscheln, Holzbauten,* Plankton**
Cyanophyta														
Chamaesiphonales														
Dermocarpa chamaesiphonoides Geitl.								w				w	w	
Hormogonales														
Hapalosiphon fontinalis (Ag.) Born.	v							v				v	v	v*
Calothrix brevissima G. S. West ..								v				v	v	
Rivularia biasolettiana Menegh. ..					v						v			
Tolypothrix lanata Wartm.						v						v	v	
Nodularia harveyana Thur.			w	w										w**
Oscillatoria amphibia Ag.			w									w		
,, princeps Vauch.				v								v		
,, subtilissima Kg.			w									w		
Lyngbya epiphytica Hieron.								v				v	v	
,, kützingii Schmidle								v				v	v	
,, rigidula (Kg.) Hansg. ...								v				v	v	
Chlorophyta														
Volvocales														
Apiocystis brauniana Näg.								v				v	v	
Ulotrichales														
Uronema confervicolum Lagerh. ..								v	v	v	v	v	v	
Cladophorales														
Cladophora crispata (Roth) Kg. ..								v				v		
,, fracta Kg.			v	v				v	v	v	v	v		
,, glomerata (L.) Kg. ...	v								v	v	v			v*
Chaetophorales														
Chaetophora elegans (Roth) Ag....		v				v		w				v	v	w
Aphanochaete repens A. Braun ...								v	v	v	v	v	v	
Coleochaete scutata Bréb.		v				v		v				v	v	
Oedogoniales														
Bulbochaete setigera Ag.						w						w	w	
Conjugales														
Cosmarium margaritiferum (Turp.) Menegh.				w								w		
Siphonales														
Vaucheria sessilis Decandolle			v					v			v	v		
,, terrestris Lyngleye			v								v	v		
Rhodophyta														
Asterocytis smaragdina Reinsch .								v				v	v	
Thorea ramosissima Bory.....							v				v	v		
Xanthophyta														
Heterococcales														
Characiopsis subulata Borzi								v				v	v	

Nach ungefährer Schätzung wurde der Häufigkeitsgrad mit w = wenig, v = viel bezeichne

ADATOK A BALATON MOSZATFLÓRÁJÁHOZ I. KÖVES PART, HOMOKOS PART, NÁDAS ÉS MESTERSÉGES ALZAT

Tamás Gizella

Összefoglalás

Szerző az utóbbi években többször gyűjtött alkalomszerűen a Balaton különböző parti és partközeli területein. A begyűjtött moszatanyagot élő állapotban vizsgálta, majd 4%-os formalinban konzerválta.

A balatoni moszatok lelőhelyeit, azok gyakoriságát a különböző évszakokban táblázatban foglalta össze. A táblázat adataiból kitűnik az is, hogy az egyes moszatfajok a különböző gyűjtőhelyeken (homokos part, köves part, nádas) és alzatokon (vízinövény, kagyló-csigahéj, cölöp) milyen gyakoriságban szerepeltek (w = kevés, v = sok).

A Balaton északi- és déli medencéjében talált Cladophora fracta fonalainak epifita algái között — szerző eddigi megfigyelései szerint — érdekes különbség van, mert míg az északi medencében az epiphyta flórát csak kovamoszatok alkotják (nagy faj és egyedszámban), addig a déli medencéből származó Cladophora fracta-n szegényesebb kovamoszat flóra található, de más epifita fajok nagy faj és egyedszáma feltűnő itt.

MOUGEOTIA-INVASION IM PLANKTON DES BALATONSEES IM HERBST DES JAHRES 1956

GIZELLA TAMÁS

Eingegangen am 15. März 1958.

Die ersten Angaben über Mougeotia aus dem Plankton des Balatonsees wurden von JULIUS ISTVÁNFFI (1897 : 26, 123 ; 1898 : 31, 130—131) veröffentlicht. Er sammelte im August des Jahres 1896 *Mougeotia parvula* im offenen Wasser der Keszthelyer-Bucht bei Balatonszentgyörgy, ferner im August desselben Jahres *Mougeotia scalaris* zwischen Boglár und Badacsonytomaj. Letztere fand er auch in dem neben der Eisenbahnlinie liegenden Sumpf im Juli des Jahres 1893. Die 6. Tafel der im Jahre 1937 erschienenen Veröffentlichung von ENTZ—KOTTÁSZ—SEBESTYÉN : "Quantitative Untersuchungen am Bioseston des Balatons" gibt für *Mougeotia parvula* auch quantitative Daten an.

Diese Angaben fanden Aufnahme in der von E. KOL im Jahre 1937 verfassten Arbeit : "Die Algenvegetation des Balatonsees" vor.

Es wurde im offenen Wasser des Balatonsees auch eine dritte Art festgestellt, welche den späteren Daten gemäss zwei Invasionen verursachte. Im November des Jahres 1956 wiederholte sich die im Herbst 1944 von O. SEBESTYÉN beschriebene *Mougeotia*-Invasion. Die aus der Umgebung der Halbinsel Tihany mit Planktonnetz am 24. und 25. Nov. des Jahres im offenen Wasser (vor dem Tihanyer Fischerhafen und vor der Schiffswerft von Balatonfüred) gesammelten Planktonproben wurden durch die Menge der *Mougeotia*-Fäden — auch mit blossem Auge gut feststellbar — grünlich gefärbt. Bei den mikroskopischen Untersuchungen der Proben konnte man ausserhalb der sterilen *Mougeotia*-Fäden die folgenden Arten notieren : *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii* mit Dauerzellen, *Dactylococcopsis rhaphidioides*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Merismopedia glauca*, *M. tenuissima*, *Microcystis flos-aquae*, *Lyngbya circumcreta*, *L. limnetica*, *Colacium vesiculosum*, *Dinobryon divergens*, *Planktonema lauterborni*, *Cyclotella bodanica*, *C. ocellata*, *Cymatopleura elliptica*, *C. solea*, *Fragilaria crotonensis*, *Gyrosigma attenuatum*, *Melosira italica*, *M. varians*, *Nitzschia sp.*, *Stenopterobia pelagica*, *Surirella sp.*, *Synedra acus* var. *angustissima*, *Closterium acerosum*, *C. aciculare*, *Staurastrum gracile*, *S. paradoxum*, *Ankistrodesmus falcatus*, *A. falcatus* var. *mirabile*, *Oocystis solitaria*, *Pediastrum boryanum*, *P. clathratum*, *P. duplex*, *Scenedesmus quadricauda*, *Tetrastrum staurogeniaeforme*. In den Anfang Dezember des Jahres 1956 gesammelten und untersuchten Netzplanktonproben waren die vegetativen Fäden der *Mougeotia* noch in grosser Zahl vorhanden (Siehe : TAMÁS 1954, 210), aber in der Probe vom 21. Dez. konnte man nur vereinzelte Fäden feststellen.

Zwecks genauerer Bestimmung der Art wurden (vom 24. Nov. 1956 an) etliche vegetative *Mougeotia*-Fäden einige Wochen lang im filtrierten Balatonwasser bei Laboratoriumstemperatur (19—21° C) gehalten. Man konnte das Anfangsstadium der Conjugation an diesen Individuen am 17. Dez. feststellen. An Hand von Beobachtungen, Zeichnungen und mikroskopischen Aufnahmen wurde die Art als *Mougeotia elegantula* WITTROCK bestimmt. Der vegetative Faden ist 4 bis 5 μ breit. Die Chloroplasten mit 4 Pyrenoiden sind plattenförmig, die Copulation ist leiterförmig. Die Zygospore besitzt 4 Hörnchen, die gerade abgestutzt sind. Der Innenraum der Zygospore ist quadratisch-kissenförmig, in der Grösse von 18 × 18 μ. KRIEGER (1941) fasst die Verbreitung dieser Art wie folgt zusammen : Tschechoslovakei, Schweiz, England, Norwegen, Lettische SSR, Albanien. In Klein-Asien : Tanger und Anatolien, aus Nord-Amerika wurde diese Art von den östlichen Gebieten bekanntgegeben.

Mehrere Hundert Messungen haben ergeben, dass die vegetativen Fäden der beiden *Mougeotien*-Invasionen identisch sind. Die Invasion zeigte sich in beiden Fällen in den Monaten Oktober—November (siehe : HUBER—PESTALOZZI 1938, 73 ; UTERMÖHL 1925, 169, 439) im freien Wasser durch das Auftreten der dünnen, fragilen Fäden an. Da leider im Herbst 1956 keine zur quantitativen Zählung und zur wasserchemischen Analyse geeigneten Proben gesammelt wurden, konnte man sie mit den Daten vom Jahre 1944 nicht vergleichen.

Die drei erwähnten *Mougeotia*-Arten wurden am 10. IV. 1957 an der NO-Küste der Halbinsel Tihany aus den Ufergewässern (ungefähr 10 cm tief) des sogenannten Röhricht vom Gödrös im Zygosporen-Zustand gefunden. Dieselben drei *Mougeotia*-Arten konnten in der im Kornyi tó-See (in der Umgebung des Balatonsees, bei Kővágóörs) von J. GELLÉRT am 30. IV. 1957 gesammelten Probe gleichfalls festgestellt werden.

Die *Mougeotia*-Invasion im Herbst des Jahres 1944 richtete die Aufmerksamkeit auf die Veränderung im Wasser des Balaton-Sees. Durch einen quantitativen und qualitativen Vergleich des Zoo- und Phytoplanktons der dreissiger Jahren mit dem der vierziger und fünfziger Jahren wird die Eutrophisierung des Balaton-Sees offensichtlich. Diese Erscheinung tritt in den letzten zehn Jahren mehr und mehr in den Vordergrund.

LITERATUR

CZURDA, V. (1932): Zygnemales, in Pascher's *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. H. **9**, 2. Aufl. *Jena*.

ENTZ G.—KOTTÁSZ J.—SEBESTYÉN O. (1937): Quantitativ tanulmányok a Balaton biosestonjában. — Quantitative Untersuchungen am Bioseston des Balatons. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **9**, 1—152.

HUBER-PESTALOZZI, G. (1938): Das Phytoplankton des Süsswassers. In Thienemann : *Die Binnengewässer* **16**, 1, 1—342.

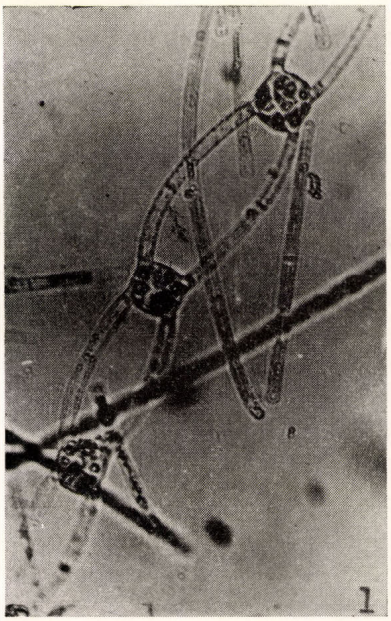
ISTVÁNFFI GY. (1897): A Balaton moszatflórája. — *Balaton Tud. Tanulm. Eredm.* II. **2**, 1. 1—141.

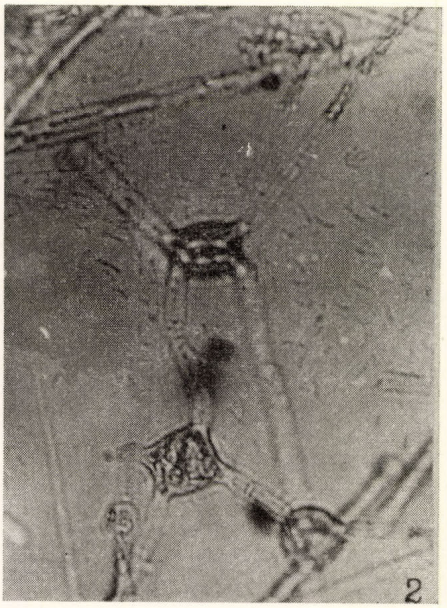
ISTVÁNFFI, J. (1898): Kryptogame Flora des Balatonsees und seiner Nebengewässer. — *Res. wiss. Erforsch. d. Balatonsees. Wien* II. **2**, 1. 1—148.

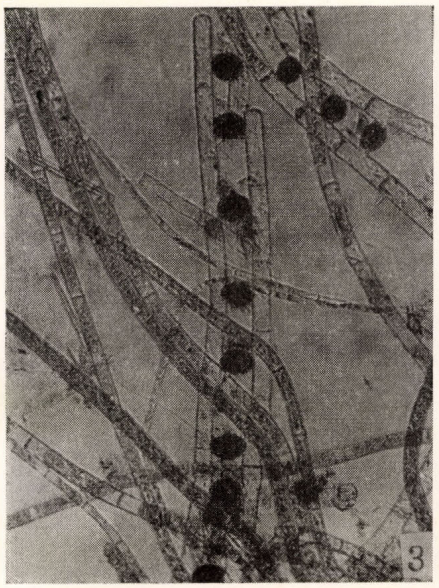
KOL, E. (1938): Die Algenvegetation des Balaton-Sees. — A Nagy-Balaton algavegetációja. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **11**, 154—160.

KRIEGER, W. (1941): Zygnemales, in *Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland und der Schweiz*. Bd. **13**, Abt. 2, Lief. 2.

SEBESTYÉN O. (1949): A tavak planktonjának változásáról. Újabb megfigyelések a Balaton planktonján. — Variability of the lake Plankton. Recent observations on the Plankton of lake Balaton. — *Index Horti Bot. Univ. Budapestiensis* **7**, 84—92.









I. Tafel 1—4 fig : 1—2. Mougeotia elegantula WITTROCK (cc 500×), *3. Mougeotia parvula* HASSAL, Tihany Gödrös (cc 250×), *4. Mougeotia scalaris* HASSAL, Tihany Gödrös (cca 100×). — Foto : GELLÉRT J. felvétele.

Tamás G. (1954): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon IV. A negyvenes évek fitoplanktonjáról. — Quantitative Plankton Studies in Lake Balaton. IV. Phytoplankton for the Years 1944—1951. — *Annal. Biol. Tihany* **22,** 199—225.
Utermöhl, H. (1925): Limnologische Phytoplanktonstudien. — *Arch. f. Hydrobiol., Suppl.* **5,** 1—527.

MOUGEOTIA INVÁZIÓ 1956 ŐSZÉN A BALATON PLANKTONJÁBAN

Tamás Gizella

Összefoglalás

A Balaton planktonjából Istvánffi Gyula (1897, 26, 123; 1898, 31, 130—131) közölt először *Mougeotia* adatokat. A *Mougeotia parvula*-t a fenéki öböl Balatonszentgyörgy melletti nyíltvízből 1896 augusztusában, a Mougeotia scalaris-t pedig ugyancsak ez év augusztusában Boglár—Badacsonytomaj között gyűjtötte. Ez utóbbit 1893 júliusában Balatonszentgyörgy vasút melletti mocsárban is megtalálta. Entz—Kottász—Sebestyén 1937. évben megjelent kvantitatív planktontanulmányának 6. táblázata is közölt a *Muogeotia parvula*-ra vonatkozó számadatokat. Mindezeket Kol Erzsébetnek (1938) a Nagy Balaton algavegetációjáról készült összefoglaló munkája is tartalmazza.

A Balaton nyíltvizéből feljegyeztünk egy haramadik fajt is, amely eddig — mint a későbbi összehasonlítási adatokból kiderült — két invázió előidézője volt. 1956. év novemberében megismétlődött az 1944. év őszén Sebestyén Olga (1949, 86) által feljegyzett *Mougeotia* invázió jelensége. A tihanyi félsziget környékén nyíltvízből (a tihanyi Halász-telep előtti és Balatonfüred—Hajógyár előtti gyűjtések) 1956 november 24-én 25-ös hálóval gyűjtött planktonmintát a *Mougeotia* fonalak tömege zöldesre színezte. A december 21-én gyűjtött hálóplanktonmintában a *Mougeotia* vegetatív fonalaiból csupán egy-két példányt találtam.

A faj pontos meghatározása céljából (1956. november 24-én) néhány vegetatív *Mougeotia* fonalat szűrt balatonvízben laboratóriumi hőmérsékleten (19—21 C°) tartottam néhány hétig. December 17-én figyeltem meg a laboratóriumi példányokon a konjugáció kezdeti stádiumát. A kifejlődött zigospórák méretei, rajzok és mikrofelvételek alapján a fajt *Mougeotia elegantula* Wittrock-nak határoztam meg.

Összehasonlítottam a két *Mougeotia* invázió vegetatív fonalainak méreteit és habitusát. Az inváziót mindkét esetben vékony, törékeny (4—5 μ széles) fonalak tömeges fellépése jellemezte október—november hónapokban a nyíltvízben.

Mindhárom *Mougeotia* fajt 1957. június 10-én a tihanyi félsziget ÉK-i partján az ún. Gödrös nádas szélvizében zigospórás állapotban megtaláltam. A Balaton környéki Kornyi-tóból (Kővágóőrs mellett) Gellért József által 1957. április 30-án gyűjtött vízmintában is megtaláltam — a Balatonból közölt — mindhárom *Mougeotia* fajt.

ÜBER DIE CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG VERSCHIEDENER SCHILFPROBEN VOM BALATON-SEE

LÁSZLÓ TÓTH und ERNŐ SZABÓ

Eingegangen am 10. April 1958.

Eine der Hauptaufgaben der botanischen Abteilung des Biologischen Institutes in Tihany ist die Klärung der Rolle der Wasserpflanzen in der biologischen Produktion der Gewässer. Wir haben in erster Linie die Untersuchungen der Röhrichte für wichtig gehalten, da das Schilf die bedeutendste, massenhafte und grosse Bestände bildende Uferpflanze des Balaton-Sees ist, ferner weil unlängst sich auch das Interesse der Wirtschaft dem Schilfe zu wendet.

Es ist eine Tatsache, dass Länder, welche grössere Röhrichte besitzen — ausser Ungarn in erster Linie Rumänien —, sich aus biologischen und ökologischen Gründen sehr eingehend mit den Röhrichten beschäftigen. Aus Rumänien sind Ergebnisse der auf mehrere Jahrzehnte zurückgehenden Forschungen bekannt (ANTIPA 1912, 1924, RODEWALD 1943, RUDESCU 1957a, b). In Ungarn war das Schilf immer von ökonomischer Bedeutung, doch meldete sich in den letzten Jahren die Tendenz, das Schilf wirtschaftlich nutzbringend zu verwenden.

Die Pflanzengesellschaft der Schilfbestände des Balaton-Sees ist aus den Arbeiten von SOÓ (1930, 182) und FELFÖLDY (1943, 15) bekannt. Weiterhin lenken die Untersuchungen von MESCHKAT (1934), ENTZ und SEBESTYÉN (1940) sowie FELFÖLDY und TÓTH (1957) die Aufmerksamkeit auf die Tatsache, dass die Schilfbestände des Balaton-Sees biologisch und ökologisch nicht einheitlich sind. Die Bestrebung der vorliegenden Arbeit war vor allem festzustellen, ob es sich aus theoretischen oder aus ökonomischen Gründen lohnt, in den aus verschiedenen Schilfbeständen stammenden Proben chemische Unterschiede zu suchen. Die Proben wurden an weit voneinander liegenden Fundorten des Balaton-Sees gesammelt. Dadurch bieten sie einen guten Überblick über die chemische Zusammensetzung der in dem Balaton-See einheimischen Schilfpflanzen. Die diesbezüglichen Ergebnisse unserer Untersuchungen sind die ersten in der Fachliteratur.

Material und Methoden

Die Proben wurden aus 16 Schilfbeständen des Balaton-Sees zwischen dem 25. Sept. und 10. Okt. 1957 gesammelt. Die Proben wurden in *Tab. 1* mit römischen Ziffern, welche den einzelnen Fundorten entsprechen (I—VII in *Fig. 1)*, gekennzeichnet. Wir können neben der geographischen Bezeich-

Tabelle 1.

1 Nummer	2 Sammelstelle und datum	3 Länge des Halmes	4 Material	5 Rohasche %	6 Si	7 Ca	8 Mg	9 Gesamt-N	10 Rohprotein (N × 6,25)	11 Rohfaser	12 Rohfaser, aschenfrei
I.	Kerekedi—Bucht	265+165	Sp.*	15,05	4,01	0,82	0,56	2,24	15,40	34,1	23,6
			Se.	18,52	7,97	0,30	0,21	0,69	4,31	49,8	31,2
	25. Sept. 1957.		Ha.	4,81	1,83	0,063	0,070	0,22	1,38	47,6	43,7
II.	Kerekedi—Bucht	355+165	Sp.	13,93	3,73	0,60	0,59	2,08	13,01	34,8	25,5
			Se.	14,93	4,67	0,35	0,22	0,65	4,06	46,4	32,8
	25. Sept. 1957.		Ha.	3,37	0,73	0,062	0,058	0,21	1,31	46,6	43,9
III.	Paloznaki—Bucht	139+45	Sp.	10,88	2,60	0,63	0,44	1,49	9,04	31,8	27,3
			Se.	13,15	4,79	0,37	0,22	0,52	3,25	—	—
	25. Sept. 1957.		Ha.	3,14	0,99	0,071	0,102	0,20	1,25	41,3	38,7
IV.	Paloznaki—Bucht	267+65	Sp.	10,85	2,45	0,50	0,84	1,86	11,62	32,3	25,9
			Se.	13,33	4,77	0,20	0,18	0,54	3,38	45,8	34,3
	25. Sept. 1957.		Ha.	3,36	1,48	0,068	0,053	0,16	1,13	48,0	45,2
V.	Fűzfői—Bucht	365+40	Sp.	12,73	2,98	0,75	0,44	2,25	14,08	32,1	24,7
			Se.	14,81	4,86	0,28	0,19	0,67	4,19	44,9	34,7
	25. Sept. 1957.		Ha.	3,66	1,12	0,072	0,058	0,26	1,62	45,9	43,4
VI.	Zala—Mündung	338+5	Sp.	9,87	2,06	0,79	0,47	2,76	17,25	32,2	26,6
			Se.	13,94	5,12	0,27	0,12	0,96	6,01	44,0	32,1
	3. Okt. 1957.		Ha.	4,28	1,51	0,098	0,081	0,28	1,75	49,3	45,9
VII.	Keszthely—Halász-csárda	351+5	Sp.	12,83	3,58	0,64	0,58	2,55	15,95	30,8	21,5
			Se.	20,71	8,50	0,16	0,14	0,98	6,12	48,7	29,8
	3. Okt. 1957.		Ha.	4,89	1,80	0,061	0,091	0,27	1,69	49,7	45,9
VIII.	Vonyarcvashegy	326+30	Sp.	10,49	2,64	0,70	0,69	2,52	15,76	30,3	23,3
			Se.	12,33	4,61	0,21	0,17	0,78	4,87	45,8	34,7
	3. Okt. 1957.		Ha.	3,66	1,15	0,081	0,096	0,28	1,75	45,6	42,9

IX.	Szigliget—Mole 3. Okt. 1957.	362+15	Sp. Se. Ha.	12,42 17,10 3,00	2,62 6,34 1,00	0,62 0,21 0,053	0,72 0,16 0,072	1,83 0,61 0,15	11,44 3,81 0,94	30,1 46,7 50,4	22,6 31,9 48,0
X.	Badacsony—Lábdi-hegy 8. Okt. 1957.	370+15	Sp. Se. Ha.	10,48 17,82 4,09	2,41 6,81 1,38	0,69 0,17 0,084	0,80 0,15 0,083	2,08 0,62 0,22	13,01 3,88 1,38	30,3 48,0 48,8	23,9 32,6 45,5
XI.	Badacsonyörs 8. Okt. 1957.	350+10	Sp. Se. Ha.	6,95 11,53 2,72	1,61 4,02 0,79	0,80 0,23 0,059	0,52 0,17 0,036	2,75 1,07 0,31	17,21 6,69 1,94	25,6 40,3 44,8	22,0 31,1 42,9
XII.	Ábrahámhegy 8. Okt. 1957.	366+0	Sp. Se. Ha.	14,95 16,22 3,26	4,38 6,97 1,13	0,92 0,21 0,069	0,58 0,18 0,052	1,73 0,56 0,19	10,81 3,50 1,19	31,5 46,4 48,4	21,1 32,3 44,8
XIII.	Révfülöp 8. Okt. 1957.	450+35	Sp. Se. Ha.	10,08 11,53 3,04	2,17 4,01 0,71	0,77 0,14 0,068	0,51 0,15 0,049	1,75 0,59 0,25	10,93 3,69 1,56	29,8 44,7 47,6	23,2 35,0 45,3
XIV.	Zánka 8. Okt. 1957.	286+20	Sp. Se. Ha.	9,62 10,92 2,60	1,93 — 0,71	0,62 0,19 0,070	0,57 0,15 0,056	2,08 0,63 0,21	13,01 3,94 1,31	28,7 44,1 49,6	23,3 35,7 47,7
XV.	Szántód—Kőröshegy 10. Okt. 1957.	248+35	Sp. Se. Ha.	10,03 15,84 2,76	2,32 5,67 0,88	0,80 0,23 0,090	0,42 0,19 0,070	2,46 0,98 0,31	15,39 6,13 1,94	29,8 43,5 45,8	23,1 39,9 43,6
XVI	Szántód—Kőröshegy 10. Okt. 1957.	270+25	Sp. Se. Ha.	10,86 13,00 2,96	2,34 6,11 1,04	0,69 0,19 0,064	0,56 0,18 0,047	1,73 0,52 0,21	10,81 3,25 1,31	31,6 47,8 47,8	24,1 36,3 45,4

* Sp = Spreite, Se = Scheide, Ha = Halm

nung der vorher erwähnten Standorte (I—XVII) die folgende ökologische Charakterisierung angeben :

a) Schilf in lockeren, kleinen, dem Wellenschlag stark ausgesetzten Beständen. Boden sandig oder steinig *(Tab. 1* II, III, IV, IX, X, XIV, XVI).

b) Besser entwickelte Röhrichte in tieferem, klarem Wasser. Das trübe Wasser des offenen Balaton-Sees kann nur seltener, bei stärkerem Wellenschlag, in das Röhricht eindringen *(Tab. 1* I).

c) Ufernahe Schilfbestände mit klarem, durchsichtigem und seichtem Wasser, wohin das trübe Wasser des Balaton-Sees nie eindringen kann. Der sumpfige, mit vielen Pflanzenresten bedeckte Boden ist infolge seines hohen Gasgehaltes durch viele Gasbläschen gelockert *(Tab. 1* V, VIII, XI, XIII, XV).

d) Auf das Ufer auslaufende Bestände mit sumpfigem, methanhaltigem, nach Schwefelwasserstoff riechendem und mit Pflanzenresten dicht bedecktem Boden. Diese Röhrichte werden im Herbst allgemein entwässert *(Tab. 1* VI, VII, XII).



Fig. 1. — 1. ábra.

Diese provisorische Charakterisierung der erwähnten Sammelstellen beruht in erster Linie auf den Ergebnissen der Untersuchungen von MESCHKAT (1934), FELFÖLDY und TÓTH (1957) : Der äussere Rand der weit ausgedehnten Schilfbestände liegt unter dem direkten Einfluss des offenen Wassers. Das Wasser ist hier so undurchsichtig wie das vom ausgeschiedenen $CaCO_3$ getrübte offene Wasser des Balaton-Sees. Die kleineren, wenig entwickelten Röhrichtflecke haben im Ganzen eine ähnliche Physiognomie (Typ. *a*). An den dem Ufer näher liegenden, gegen Wellenschlag geschützten Stellen (nach einer Übergangszone : Typ. *b*) wird das Wasser teils durch Sedimentierung, teils durch die Lösungsfähigkeit der aggressiven Kohlensäure klar (Typ. *c* und *d*). Diese ökologisch unterschiedlichen Zonen können erst nach weiteren Forschungen eine Grundlage für die Typisierung der cönologisch verschiedenen Phragmiteten bilden. Vorläufig aber müssen wir uns mit der oben angegebenen Beschreibung begnügen, da die Kenntnis der Höhe und der Dichte des Bestandes zwecks einer annähernden Charakterisierung der Sammelstellen genügend zu sein scheint.

Die Länge des Halmes wird in *Tab. 1* mit zwei Werten gekennzeichnet, von denen der erste den Teil über dem Wasserspiegel, der zweite die Halmlänge unter dem Wasser in cm angibt. Die Proben wurden unmittelbar an der Wasseroberfläche abgeschnitten.

Die gesammelten Exemplare trugen Blüten, waren gut entwickelt und hatten grüne, nicht entfärbte Blätter. Das Material wurde deshalb im Herbst gesammelt, weil das Schilf seine vollkommene Entwicklung zu dieser Zeit erreicht hat und weil die Pflanzen in diesem Zustand das wirtschaftlich ausnutzbare, reife Schilfstadium fast erreicht hatten.

Die Proben wurden sortiert nach Spreite, Scheide und Halm.

Zur Analyse wurden je zwei Pflanzen von verschiedenen Standorten verwendet. Die braunen und kranken Pflanzenteile wurden entfernt. Die Proben wurden zerkleinert und danach bei 105° C bis zur Gewichtsbeständigkeit getrocknet. Die Tockensubstanz wurde mit Hilfe einer Mühle pulverisiert und in einem Exsikkator über $CaCl_2$ in Papiertüten aufbewahrt.

Analytische Methoden

Gesamtstickstoff: Der organisch gebundene Stickstoff wurde nach dem abgeänderten Kjeldahl-Verfahren im Parnas—Wagner-Mikrodestillier-Apparat ermittelt. 250 mg Trockensubstanz wurde im Kjeldahl-Kolben (von 50 ml Inhalt) mit 5 ml Schwefelsäure (D = 1,84) und 0,1 g Selengemisch versetzt und solange erhitzt, bis die Flüssigkeit farblos bzw. nahezu farblos geworden war. Nach der Abkühlung wurde die Lösung auf ein bestimmtes Volumen (50 ml) aufgefüllt. Zu 2×10 ml der Lösung fügt man im Parnas—Wagner Apparat 10 ml Natronlauge (40%) hinzu und destilliert das entstandene freie Ammoniak in 10 ml vorbereitete Borsäurelösung (4%). Das entstehende Ammoniumborat wird unter Anwendung von 0,5 ml Groak-Indikator mit n/10 Salzsäure titriert. 1 ml verbrauchte n/10 Salzsäure entspricht 1,4 mg Stickstoff. Bei der Berechnung ist die Verdünnung zu berücksichtigen.

Eiweissgehalt = 6,25 N (Stickstoff).

Zellulose

Vor der Beschreibung der hier angewandten Scharrer—Kürschner-schen Rohfaser-Bestimmungsmethode müssen wir darauf hinweisen, dass die Bestimmung auf dem Wege geeignet geleiteter Hydrolyse geschieht. Dadurch können die mobilisierbaren Kohlenhydrate und Eiweisse in Lösung gebracht und so von den schwerer hydrolysierbaren Rohfasern getrennt werden. Das Endprodukt ist chemisch niemals genau definierbar, aber bei Einhaltung der Vorschriften erreicht man sehr nutzbare Werte. Die mit Hydrolyse verbundene Oxydation gemäss der Bestimmungsmethode nach Scharrer—Kürschner wurde deshalb gewählt, weil sie in unserem Institut mit der Cross—Bevanschen Methode verglichen wurde und sie durch ihre Reproduzierbarkeit und Einfachheit besser geeignet ist (Oroszlán, Felföldy u. Szolnoki 1952). 1,5 g Trockensubstanz wurde in Erlenmeyer-Kolben mit 36 ml (70%-iger) Essigsäure unter Zugabe von 2,5 ml Salpetersäure (D = 1,4) und 0,5 ml Trichloressigsäure 30 Min. gekocht. (Rückflusskühler!) Dann wurde der Inhalt des Reaktionsgefässes unter Saugen in einem Nutschfilter (bei auf 105° C getrocknetem und gewogenem analytischem Filterpapier) filtriert. Das Filterpapier wurde mit 7 bis 10 ml heissem Reaktionsgemisch

(Zusammensetzung siehe oben), mit heissem Wasser, 20 ml Alkohol und zuletzt mit 5 bis 10 ml Äther gewaschen. Das Papier wurde mit der Substanz drei Stunden lang bei 105° C im Exsikkator getrocknet und nach der Abkühlung in einem Porzellantiegel gewogen. Danach wurde der Tiegel samt seinem Inhalt geglüht. Nach dem Abkühlen wurde wieder gewogen. Aus der Gewichtsdifferenz nach der Substraktion des Filtrierpapiergewichtes die Menge der Rohfaser in der eingewogenen Substanzmenge angegeben.

Es soll erwähnt werden, dass durch die oben beschriebene Hydrolyse und Oxydation die Aschenkomponenten — ausser SiO_2 — zu 98 bis 99% auslösbar sind. Die mit dem SCHARER—KÜRSCHNER-Verfahren gewonnene Rohfaserasche enthält in 98—99% SiO_2.

Die Ergebnisse wurden in Prozent der Trockensubstanz angegeben.

Untersuchung einiger Aschenkomponenten

Die Proben wurden mindestens 3 Stunden lang bei 600° C geglüht und nach dem Abkühlen gewogen. Der Glührückstand wurde im Prozent der Trockensubstanz angegeben (Rohasche). Von den Aschenkomponenten geben wir die Bestimmung der Silicium-, Calcium- und Magnesium-Ionen an.

Bestimmung des Siliciums

Die im Porzellantiegel geglühte Asche von 1,5 g Trockensubstanz wurde im Wasserbad mit 2 × 10 ml (25%-iger) Salzsäure zweimal eingetrocknet und danach mit Salzsäure befeuchtet. Dann wurde zur Probe nach 15 Minuten heisses Wasser hinzugefügt. Danach wurde das Material auf einem sehr kleinen Filter filtriert, mit salzsäurehaltigem und schliesslich mit heissem Wasser gewaschen und endlich nass im Platintiegel verbrannt und gewogen. Die auf diese Weise erhaltene Kieselsäure ist aber noch nicht vollständig rein, deshalb übergiesse man die rohe Kieselsäure mit 1 ml Wasser, fügt 2 bis 3 ml verdünnte Schwefelsäure (25%) und 5 ml Flusssäure hinzu, verdampft im Wasserbad soweit wie möglich und vertreibt durch Erhitzen auf dem Dreieck über bewegter Flamme den Überschuss an Schwefelsäure.

Sobald keine Schwefelsäure-Dämpfe entweichen, erhitzt man den Tiegel einige Minuten lang zum Glühen, wägt die zurückgebliebene Oxyde und zieht deren Gewichte von dem der Rohkieselsäure ab. Die Differenz gibt die Menge reiner Kieselsäure an, woraus das Silicium berechnet und die Ergebnisse als Prozent der Tockensubstanz ermittelt werden konnte. Die in dem Tiegel zurückgebliebenen Oxyde wurden mit 5 ml Salzsäure (10%) heiss aufgenommen und zu dem Filtrat gegeben. Aus dem so erhaltenen Filtrat wurden die Calcium- und Magnesium-Ionen bestimmt.

Bestimmung der Calcium- und Magnesium-Ionen

Die in den Proben befindlichen geringen Mengen an Calcium und Magnesium wurden mit dem titrimetrischen Verfahren mit Komplexon III (Aethylendiamin-tetraessigsäure-dinatrium) nebeneinander bestimmt (KÖRÖS 1953).

a) Das bei der Bestimmung des Siliciums zurückgebliebene ungefähr 50 ml ausmachende saure Filtrat wurde unter Verwendung des Misch-Indikators [100 ml alkoholische Methylrotlösung (0,03%) und 15 ml wässerige 0,4%-ige Methylenblaulösung mit Natronlauge (10%)] bis zum Farbumschlag von Rot nach Grün neutralisiert. Die Probe bringt man mit weiteren 1 ml Natronlauge auf einen pH-Wert von 12 bis 13, gibt 1 ml Murexid-Indikator-Lösung (kalt gesättigte, frisch bereitete wässerige Lösung) hinzu und titriert sofort mit einer 0,01-m Komplexon III. Lösung bis zum Farbenumschlag des Indikators von Rot nach Blauviolett.

b) Magnesium. Die auf Calcium titrierte Probe wird mit 1 ml Salzsäure (25%) angesäuert, kurz auf 60—70° C erwärmt und dadurch der Murexid-Indikator zerstört. Sobald nur noch die in sauerer Lösung rote Färbung des Mischindikators zu beobachten ist, versetzt man die noch warme Probe mit 5 ml Ammoniak-Puffer (hergestellt durch Lösung von 53,5 g Ammoniumchlorid unter Zusatz von 350 ml Ammoniak (25%) mit destilliertem Wasser auf 1 l verdünnt sowie 1 ml Ammoniak (25%) und bringt sie dadurch auf einen pH-Wert von etwa 10. Dann fügt man 1 ml Eriochromschwarzlösung (0,2 g Eriochromschwarz T und 0,5 ml Ammoniak (25%) mit dest. Wasser zu 100 ml gelöst) und titriert die noch warme Lösung mit 0,01-m Komplexon III., bis die Farbe des Indikators von Weinrot nach Blau umschlägt.

Zur Tarnung der Schwermetalle ist es ratsam, vor der Bestimmung zu der Lösung 50 mg Kaliumcyanid zu geben. Eisen wird durch Zusatz von einigen Tropfen Wasserstoffsuperoxydlösung (4%) und durch Ammoniak ausgefällt und abfiltriert. Die Lösung muss solange erhitzt werden, bis das Ammoniak entweicht.

Berechnung: Jedes ml 0,01 m Komplexon III. Masslösung entspricht 10^{-5} Grammatomen oder 0,400 8 mg Calcium oder 0,2432 mg Magnesium.

Besprechung der Analysenergebnisse

Es kann aus den Angaben der *Tabellen* und *Fig. 2* entnommen werden, dass sich der höchste Eiweissgehalt in der Blattspreite befindet, wo man zur selben Zeit auch die intensivste physiologische Aktivität beobachten kann. Die ebenfalls grüne und assimilierende Blattscheide enthält nur etwa 1/3 des Eiweissgehaltes der Blattspreite. Der Proteingehalt des Stengels ist gering, was sich aus der physiologischen Funktion des Stengels erklärt.

Wenn wir nach den Angaben der *Fig. 1* die Standorte der maximalen (VI, VII, VIII, XI, XV) und minimalen (III, IV, IX, X, XII, XIII, XVI) Eiweissgehalt aufweisenden Schilfpflanzen voneinander zu trennen versuchen, kann festgestellt werden, dass — abgesehen von zwei Stellen — die Schilfpflanzen mit geringem Eiweissgehalt aus offenen Beständen und aus trübem Wasser (Phragmiteten-Typ *a*) stammen. Dagegen kommen diejenige mit hohem Eiweissgehalt aus den inneren Teilen der Röhrichte (Phragmiteten-Typ *b—d*). In Schilfproben von ökologisch ungünstigen Biotopen (Bestände durch Wellenbewegung ständig gestört) wurde kein hoher Eiweissgehalt gefunden.

Es soll betont werden, dass die Blattspreiten der Schilfpflanzen im Nahrungshaushalt des ganzen Sees eine wichtige Rolle spielen. Obwohl die Röhrichte jedes Jahr geerntet werden, liefern die abfallenden Blätter für die

biologische Produktion des Balaton-Sees doch eine erhebliche Menge organischer Substanz.

Weitere Beobachtungen müssen über die Veränderungen des Stickstoffgehaltes Auskunft geben und darüber entscheiden, in welcher Menge Stickstoff in den Nahrungskreislauf des Sees zurückkehrt. Es ist anzunehmen, dass

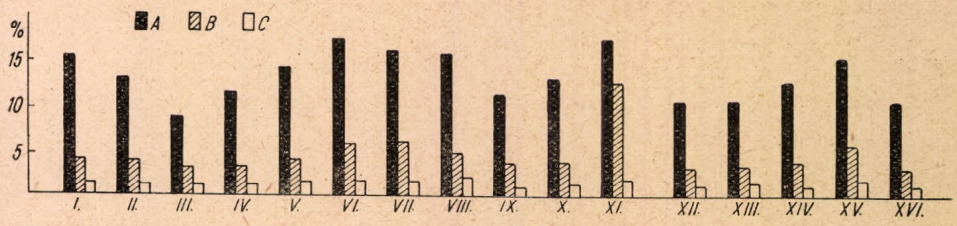


Fig. 2. Eiweissgehalt der Fraktionen (Trockensubstanz %)
2. ábra. A frakciók fehérjetartalma (szárazanyag %)

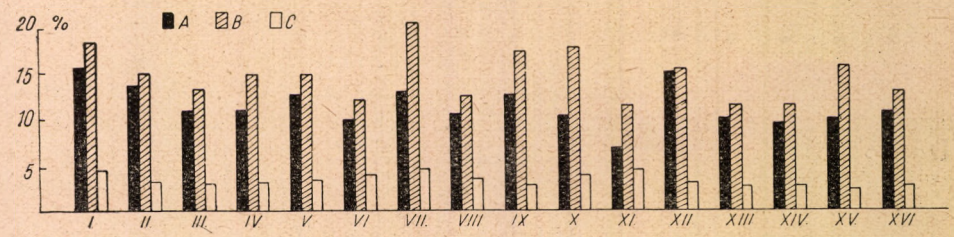


Fig. 3. Aschengehalt der Fraktionen (Trockensubstanz %)
3. ábra. A frakciók hamutartalma (szárazanyag %)

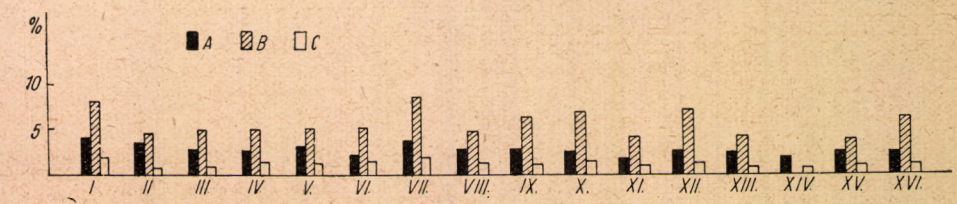


Fig. 4. Siliciumgehalt der Fraktionen (Trockensubstanz %)
4. ábra. A frakciók silicumtartalma (szárazanyag %) A = Blattspreite, B = Blattscheide, C = Stengel.

ein Teil der Stickstoffverbindungen während des Herbstes als Reservestoffe in die Rhizome wandert.

Die Aschen- und Siliciumbestimmungen geben entsprechende Ergebnisse. In der Blattscheide befindet sich Aschensubstanz in grösster Menge. Es zeigten sich grosse Unterschiede zwischen den verschiedenen Proben (VII, XI) jedoch kann eine ähnliche Regelmässigkeit, wie sie für die Höhe des Eiweissgehaltes beobachtet wurde, hier nicht gefunden werden.

Gemäss der *Fig. 4* war eine etwa 50%-ige Schwankung des Silicium-Gehaltes feststellbar. Eine eingehendere Erörterung des Siliciumgehaltes

findet sich nachstehend. Die wichtige theoretische und praktische Eigenschaft des Schilfes ist der Zellulosegehalt. Aus *Fig. 5* wird es klar, dass der Zellulosegehalt des Stengels doppelt so gross wie der der Blattspreite ist, die Blattscheide weist einen Mittelwert auf. Die in den See fallenden Blattscheiden liefern dem See trotz ihrer verhältnismässig niedrigeren Prozentwerte eine beträchtliche Menge an Zellulose. Das ist bedeutungsvoll für die primäre Produktion in dem so wichtigen Kohlenstoff-Kreislauf.

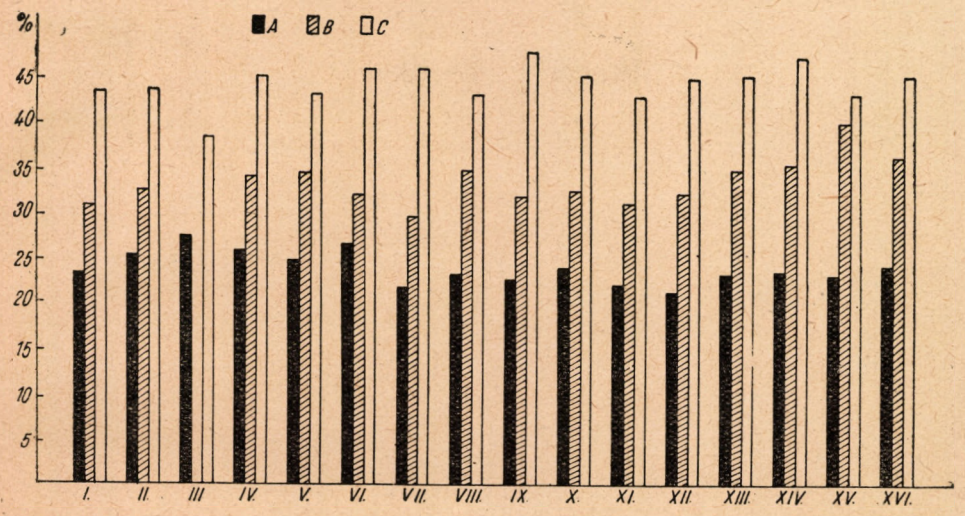


Fig. 5. Zellulosegehalt der Fraktionen von Blattspreite: A, Blattscheide B, und Stengel C (Trockensubstanz %)

5. ábra. A frakciók cellulóztartalma (szárazanyag %)

Nach unseren analytischen Ergebnissen ist die Schwankung des Zellulosegehaltes nicht so hoch, dass zwecks quanitativer Auswertung der biologischen Produktion innerhalb der einzelnen Organe aus entsprechenden Daten ein Mittelwert nicht gebildet werden könnte.

Die Auswertung der Ergebnisse für praktische Zwecke ist eine etwas kompliziertere Angelegenheit. Es kann ohne weitere Untersuchungen über die Möglichkeiten der industriellen Zelluloseherstellung kein Urteil abgegeben werden, doch sind die Änderungen im Gehalt an Silicium und Zellulose in den vorliegenden Proben so bedeutend, dass sie von der Industrie unbedingt in Betracht gezogen werden sollten.

Tabelle 2.

	Zellulose/Si															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Spreite.....	5,9	6,8	10,5	10,9	8,3	12,8	6,0	8,8	8,6	9,9	13,7	4,8	10,7	12,4	9,9	10,3
Scheide	3,9	7,0	—	7,2	7,1	6,3	3,5	7,5	5,0	4,8	7,7	4,6	8,7	—	7,0	5,9
Halm	23,8	60,1	38,7	32,5	38,7	30,4	27,6	37,3	48,0	33,0	54,3	40,2	63,8	67,2	49,6	43,7

Der Gehalt an Zellulose und Silicium wurde nach der Methode B. ENTZ (1953) dargestellt. Das Wesentliche dieser Methode liegt darin, dass der maximale Wert der untersuchten Eigenschaften als 100 angenommen wird und die einzelnen Daten in Prozenten ausgedrückt werden. In der vorliegenden Arbeit wurden für die Zellulose 48,0%, für Silicium 1,83% als 100 angenommen. Es kann *Fig. 6* entnommen werden, dass unter den Proben solche mit hohem Silicium- und Zellulosegehalt, aber auch (I, IV, VI, VII, X) solche mit

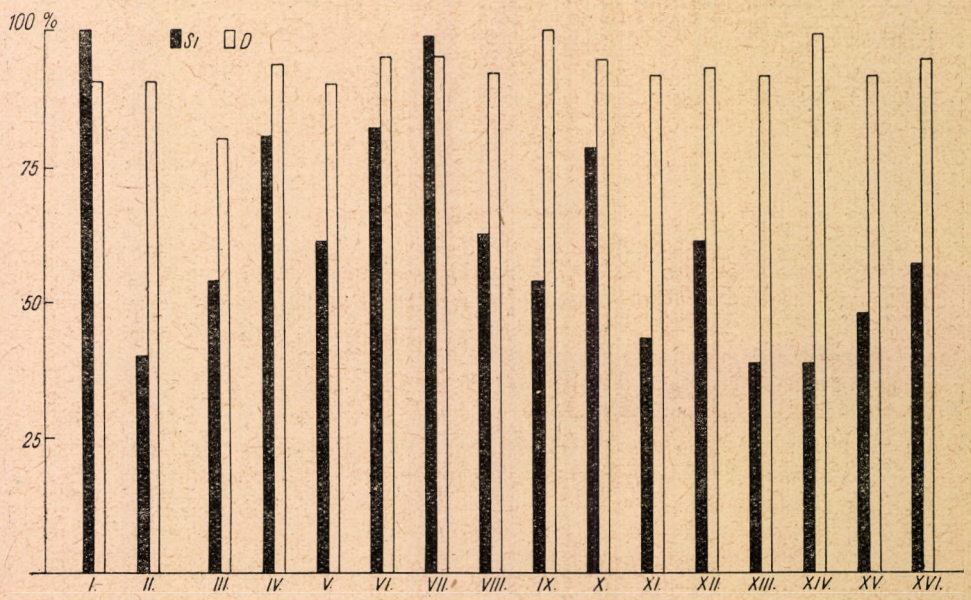


Fig. 6. Si und Zellulosegehalt des Stengels in Prozent des maximalen Wertes ausgedrückt. Si = Silicium, D = Zellulose

6. ábra. A szár Si és cellulóztartalma, a max. érték %-ában

niederigem Silicium- und hohem Zellulose-Gehalt gefunden werden können (II, IX, XI, XIII, XIV.).

Die Angaben der *Tab. 2* schildern die Verhältnisse von Zellulose- und Si-Gehalt. Diese Verhältnisse drücken den grossen Unterschied der einzelnen Fraktionen und der Schilfproben aus verschiedenen Fundorten aus. Falls diese Verhältnisse sich mit den Standorten parallel ändern, kann die Klärung der Frage dieser Regelmässigkeit in der Praxis eine überaus wichtige Bedeutung erlangen.

Gleichgültig, ob die Frage vom theoretischen Standpunkt oder vom Standpunkt der praktischen Verwendungen untersucht wird tritt in beiden Fällen das Problem des Zusammenhanges des Fundortes mit der chemischen Zusammensetzung erneut in den Vordergrund.

Wie bekannt, bedeutet das Problem des ökologischen Standortes nicht nur die räumliche Verbreitung der Lebewesen, sondern auch jene verwickelte Wechselwirkung, welche zwischen der unbelebten Umwelt und den Lebensgemeinschaften besteht. Dieser Problemkomplex ist demzufolge nur mittels

cönologischer Methoden zu lösen. Die bisherigen Untersuchungen beweisen, dass am dringendsten die pflanzencönologische Abgrenzung der Phragmiteten-Typen des Balaton-Sees ist.

Die genaue Kenntnis der Phragmiteten-Typen gibt allein die Möglichkeit zur Lösung aller folgenden wichtigen Fragen:

1. Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Standorten und der chemischen Zusammensetzung des Schilfes?

2. Wie lässt sich die durch die Röhrichte erzeugte Stoffmenge in ihrer Bedeutung für die biologische Produktion des Sees abschätzen und endlich?

3. Wie lässt sich eine zeitgemässe praktische Schilfwirtschaft einführen (gegebenfalls unter Umgestaltung der Röhrichte den wirtschaftlichen Interessen entsprechend)?

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die chemische Zusammensetzung der von 16 verschiedenen Fundorten *(Fig. 1)* stammenden Schilfproben besprochen. Die analytischen Ergebnisse sind in den *Tabellen* niedergelegt. An Hand dieser Ergebnisse sind weitere Erörterungen erforderlich.

Zur quantitativen Schätzung der in der biologischen Produktion wichtigen Stoffe ist die Kenntnis entsprechender Mittelwerte notwendig. Nach den analytischen Ergebnissen ist die Bildung solcher Mittelwerte für den Zellulosegehalt wegen seiner verhältnismässig geringen Schwankungen ohne Schwierigkeiten durchführbar.

Dagegen schwanken die Stickstoff-, Silicium- und besonders die Aschenwerte in den Proben von verschiedenen Fundorten stark. Diese Stoffe beeinflussen den Stickstoffkreislauf in der Biocönose und auch die wirtschaftliche Verwendbarkeit des Schilfes beträchtlich.

Weitere Untersuchungen sind im Gange.

LITERATUR

ANTIPA, G. (1912): Das Überschwemmungsgebiet der unteren Donau. — *An. Inst. Geol. Rominici.* **4,**

ANTIPA, G. (1932): Principiile de amelionare a productivitatii Dunarii de jos. — *Bul. Sect. St. Acad. Romîna* **15.**

ENTZ G. † és SEBESTYÉN O. (1944/1945): Das Leben des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **16,** 178—391.

ENTZ B. (1953): Horizontalis kémiai vízvizsgálatok 1950 és 1952 nyarán a Balaton különböző biotópjaiban és néhány beömlő patak torkolatánál. — Horizontale chemische Wasseranalysen in verschiedenen Biotopen des Balaton-Sees und einigen in den See mündenen Bächen im Sommer 1950 und 1952. (Ung. mit dtsch. Zusammenfassung.). — *Annal. Biol. Tihany* **21,** 29—48.

FELFÖLDY L. (1943): Vegetáció tanulmányok a Tihanyi-félsziget északi partvonalán. — Vegetationsstudien auf der nördlichen Uferzone der Halbinsel Tihany. (Ung. mit dtsch. Zusammenfassung.). — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **15,** 42—74.

FELFÖLDY L. és TÓTH L. (1957): Fontinalis antipyretica és F. hypnoides a Balatonban.— Das Vorkommen der Fontinalis antipyretica L. und F. hypnoides R. Hartm. im Balaton-See. (Ung. mit dtsch. Zusammenfassung.) *Annal. Biol. Tihany* **24,** 335—344.

Haase, L. W. (1954): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser- Abwasser-, und Schlammuntersuchung. — *Verlag. Chemie GMBH* 1—180.
Körös E. (1953): Kalcium és magnézium egymás melletti meghatározása dinatriumdihydrogen-etilendiamin-tetraacetáttal. — *Magyar Kémiai Folyóirat* **59**, 137—139.
Meschkat, A. (1934): Der Bewuchs in den Röhrichten des Plattensees. — *Arch. f. Hydrobiol.* **27**, 436—517.
Oroszlán I., Szolnoki J. és Felföldy L. (1952): Analyse chimique de nos herbes vivaces. I. Chaumes et parties souterraines. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* 3. **4**, 405—418.
Rodewald, L. (1943): Das Schilfproblem in Rumänien mit besonderer Berücksichtigung des Donaudeltas. — *An. Inst. Cercet. Pisc. Rom.* **2**, nr. 2.
Rudescu, L. (1957): Resultatele obtinute la amenajarea stuficola a Ostrovului Maliuk si contributia la stabilirea planului general de amenajare a deltei. — *Rev. Ind. Lemnului Celulozei si Hirtiei*, nr. **1**, si 2. 3—13.
Rudescu, L. (1957): Rezultatele obtinute la amenajarea stuficola a Ostrovului Maliuk si contributia la stabilirea planului general de amenajare a deltei. — *Rev. Ind. Lemnului Celulozei si Hirtiei*, nr. 1. si. 2. 43—50.
Schwarzenbach, G. (1956): Die komplexometrische Titration. — *Enke Verlag. Stuttgart.* 1—119.
Soó R. (1930): Adatok a Balatonfelvidék flórájának és vegetációjának ismeretéhez. II — Beiträge zur Kenntnis der Flora und der Vegetation des Balatongebietes. II. (Ung. mit dtsch. Zusammenfassung.) *Magy. Biol. Kut. Munk.* **3**, 169—185.

BALATONI NÁDMINTÁK KÉMIAI ÖSSZETÉTELÉRŐL

Tóth László és *Szabó Ernő*

Összefoglalás

Munkánkban 16 különböző lelőhelyről származó nádminta kémiai összetételét vizsgáltuk. Az analitikai eredményeket a táblázatok tartalmazzák. Az eredmények alapján a kérdés további vizsgálata kívánatos.

A biológiai produkcióban résztvevő anyagok kvantitatív becslésénél a megfelelő középértékek ismerete szükséges. Analitikai eredményeink szerint a cellulóztartalom ingadozása kicsiny így a középértékek képzése könnyen keresztülvihető.

Ezzel szemben a nitrogén, Si és különösen a hamuértékek a különböző termőhelyről származó nádmintáknál igen nagy mértékben ingadoznak. Ezek az anyagok befolyásolják a biocenozis biológiai produkciójának nitrogén körforgalmát és a nád gazdasági felhasználhatóságát.

További vizsgálatok folymatban vannak.

INDEX

Woynárovich Elek: A Magyar Tudományos Akadémia Tihanyi Biológiai Kutatóintézete 30 éves fennállási jubileumának megnyitója — Вступительное слово по поводу юбилея 30 летнего существования Биологического исследовательного института Академии Наук Венгрии в с. Тихань — Ansprache zur Gelegenheit des dreissigjährigen Jubileums der Eröffnung des Biologischen Forschungsinstitutes der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in Tihany 3

Entz Béla: A tihanyi „Hidrobiológus Napok" — Съезд гидробиологов в с. Тихань — Hydrobiologen-Tagung zu Tihany, 1957 7

Sebestyén Olga: A Balaton-kutatás harminc éve Tihanyban — Тридцать лет научных исследований озера Балатона в с. Тихань. — Die dreissigjährige Balaton-Forschung im Biologischen Forschungsinstitut zu Tihany..... 9

1. ÁLLATTAN — *Зоология* — ZOOLOGIE

Gellért József: Protozoonok hatása a kukorica és zab növekedésére — Влияние протозоа на рост кукурузы и овса — Einfluss der Protozooen auf das Wachstum des Mais und des Hafers..... 29

Konok István: A neuroendokrín tevékenység vizsgálata vedlő és bábozódó Deilephila euphorbiae L. (Lepidoptera) hernyókban — Исследование нейроэндокринной деятельности линючих и закукляющихся гусениц — Untersuchungen über die neurosekretorische Aktivität während der Häutung und Verpuppung bei den Raupen von Deilephila euphorbiae (Lepidoptera).... 37

Konok István: UV-besugárzással kezelt Tenebrio molitor L. (Coleoptera) lárvák agykomplexének hisztológiai vizsgálata — Гистологическое исследование мозгового комплекса личинок Tenebrio molitor L. (Coleoptera) получивших облучение ультрафиолетовыми лучами — Histological studies on the brain complex of Tenebrio molitor L. (Coleoptera) larvae treated with UV-irradiation 47

Lukacsovics Ferenc: Összehasonlító oxigénfogyasztási vizsgálatok álló- és folyóvízi Amphipodákon. — Сравнительные анализы расхода кислорода прудовых и речных Amphipoda — Vergleichende Untersuchungen über den Sauerstoffverbrauch von Amphipoden aus stehenden und fliessenden Gewässern 57

Lukacsovics Ferenc: Új módszer vízi gerinctelen állatok laboratóriumi tenyésztésére — Новый метод лабораторного разведения водных беспозвоночных — Neues Verfahren zur Zucht einiger Wasser-Wirbellosen im Laboratorium 69

Tangl Harald—Tölg István: A terramicín és a B_{12}-vitamin hatása az elsőnyaras ivadékpontyok súlygyarapodására — Влияние террамицина и витамина B_{12} на привес карповых годовиков — Einfluss des Terramycins und des Vitamin B_{12} auf die Gewichtszunahme der einsömmerigen Jungkarpfen 73

István Tölg: Über eine häufige Schlundzahn-Abnormität des Brachsenbestandes im Balaton — Часто встречающиеся аномалии глоточных зубов в населении леща (Abramis brama L.) озера Балатон — Gyakori garatfogrendellenesség a Balaton dévérkeszeg (Abramis brama L.) állományában. .. 77

Woynárovich Elek: A Daphnia magna Straus produkciósbiológiai jellemzése — Продукционно-биологическая характеристика Daphnia magna Straus — Produktionsbiologische Charakteristik von Daphnia magna Straus ... 83

2. HIDROBIOLÓGIA — *Гидробиология* — HYDROBIOLOGIE

Lukacsovics Ferenc: Az Aszófői Séd hidrográfiai viszonyai — Гидрографические условия речки Асофёи Шед — Die Hydrographie des Aszófői Séd-Baches 99

Entz Béla: Az Aszófői Séd továbbá a Pécsely-patak és az Aszófői Séd torkolata között a Balatonba ömlő patakok hőmérsékleti és kémiai viszonyai. A pataki elsődleges termelésről — Температурные и химические условия речки Асофёи Шед и ручьев, впадающих в озеро Балатон между ручьями Печей и Асофёи Шед — Hydrochemische Untersuchungen am Aszófői Séd-Bach und an den zwischen diesem Bach und dem Pécsely-patak-Bach in den Balaton-see mündenden Bächen von der primären Produktion im Bachwasser ... 109

Kovács Margit—Felföldy Lajos: Vegetáció-tanulmányok az Aszófői Séd mentén — Очерки по вегетации вдоль речки Асофёи Шед — Vegetations-Studien an den Ufern des Baches Aszófői Séd (Balaton-Gegend, Westungarn) ... 137

Lukacsovics Ferenc: Az Aszófői Séd Malacostraca fajainak elterjedési és ökológiai vizsgálata — Зоогеографическое и экологическое исследование видов Malacostraca речки Асофёи Шед — Ökologische und Zoogeographische Bearbeitung der Malacostraca-Arten des Aszófői Séd-Baches ... 165

Entz Béla: Módszerek édesvizek foszfát- és alumínium-tartalmának meghatározására. (Néhány adat a Balaton és balatonkörnyéki vizek alumíniumtartalmáról) — Методы определения содержания фосфата и алюминия в пресных водах. (Сведения о содержании алюминия в воде озера Балатон и близких ручьев) — Phosphat- und Aluminium-Bestimmungen. Neue Methoden der hydrobiologischen Wasseranalysen — Einige Daten über den Aluminiumgehalt des Balaton- und einiger Bäche der Umgebung des Sees ... 173

Farkas Tibor: Összehasonlító vizsgálatok alacsonyabb és magasabbrendű rákok kémiai összetételén — Сравнительные исследования химического состава Crustaceae низшего и высего порядка — Vergleichende Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung niederer und höherer Krebse ... 179

Farkas Tibor: Néhány édesvízi rák karotinoida tartalmáról — О содержании каротиноида в некоторых видах пресноводного рака — Über den Karotinoidgehalt einiger Süsswasserkrebse ... 187

Farkas Tibor: Vizsgálatok néhány, a hazai vizek anyagforgalmában fontosabb szerepet játszó rák zsírsavgarnitúráján — Исследования жирнокислого комплекса некоторых видов Crustaceae играющих важную роль в обмене веществ вод Венгрии — Untersuchungen über die Fettsäuregarnitur einiger für den Stoffkreislauf einheimischer Gewässer wichtigen Crustaceen. ... 197

Felföldy Lajos—F. Kalkó Zsuzsa: Cellulozebontás mértéke a Balaton különböző biotópjaiban és annak mérése antron reagenssel — Степень разрушения клетчатки в разных биотопах озера Балатон и его измерение антроновым реагентом — Decomposition of cellulose in different habitats of Lake Balaton and its measurement by anthrone reagent ... 209

Gellért József—Tamás Gizella: Detrítusz-turzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Tihanyi-félsziget keleti partján — Экологическое исследование диатомовых водорослей и ресничатых инфузорий детрита в дрифтах на восточном берегу полуострова Тихань — Ökologische Untersuchungen an Diatomeen und Ciliaten der Detritus-Drifte am Ostufer der Halbinsel Tihany ... 217

Tamás Gizella—Gellért József: Parti kövek bevonatának kovamoszatai és csillósai a Tihanyi-félsziget keleti részén — Диатомовые водоросли и ресничатые инфузории на налетах береговых камней восточной части полуострова Тихань — Über Diatomeen und Ciliaten aus dem Aufwuchs der Uferstеine am Ostufer der Halbinsel Tihany ... 241

Kiss István: A Tihanyi Biológiai Kutatóintézet parkjában 1938-ban észlelt Euglena-vízvirágzás meteorobiológiai elemzése — Метеоробиологический анализ цветения воды Euglena, наблюденного в 1933 году в парке биологи-

ческого исследовательского института с. Тихань — Meteorobiologische Analyse der im Park des Bilologischen Forschungsinstitutes (Tihany) im Jahre 1938 beobachteten Euglena-Wasserblüte 251
Sebestyén Olga: Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. VII. Biomassza számítások nyíltvízi Oligotricha Ciliátákon. — Количественное изучение планктона озера Балатон. VII. Расчет биомассы — Quantitative plankton studies on Lake Balaton. VII. Biomass calculation on open water Oligotricha Ciliates 257
Sebestyén Olga: Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. VIII. Biomassza számítások nyíltvízi Rotatóriákon — Количественное изучение планктона озера Балатон. VIII. Расчет биомассы над коловратками открытых вод — Quantitative plankton studies on Lake Balaton. VIII. Biomass calculation on open water Rotatoria 267
Olga Sebestyén: Quantitative plankton studies on Lake Balaton. IX. A summary of the biomass studies — Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. IX. A biomassza tanulmányok összefoglalása — Количественное изучение планктона озера Балатон. IX. Резюме исследований биомассы 281

3. NÖVÉNYTAN — *Ботаника* — BOTANIK

Boros Ádám—Felföldy Lajos—Vajda László: A Tihanyi-félsziget mohaflórája — Моховая флора полуострова Тихань — Die Moosflora der Halbinsel Tihany 293
Felföldy Lajos—F. Kalkó Zsuzsa: A vízalatti fényviszonyok és a fotoszintézis összefüggése a Balatonban, 1957 nyarán — Взаимная зависимость условий подводного света и фотосинтеза в озера Балатон летом 1957 лода — The rate of photosynthesis and underwater radiation in Lake Balaton. Observations of summer 1957. 303
Lajos J. M. Felföldy: A contribution to the ecology and biological productivity of the diatom mass-vegetation on the stony shores of Lake Balaton — Adatok a Balaton-part kövein élő kovamoszat-tömegvegetáció környezettani viszonyaihoz és biológiai produkciójához — Сведения об экологических условиях и о биологической продукции массовой вегетации диатомовых водорослей, живущих на береговых камных озера Балатон. 331
Bohuslav Fott: Zur Kenntnis der Gattung Rhopalosolen (Chlorococcales) — Adatok a Rhopalosolen genus (Chlorococcales) ismeretéhez — Сведения к знаниям о роде Rhopalosolen (Chlorococcales) 343
Gizella Tamás: Mougeotia-Invasion im Plankton des Balatonsees im Herbst des Jahres 1956 — Mougeotia invázió 1956 őszén a Balaton planktonjában — Нашествие Mougeotia в планктоне озера Балатон осенью 1956 года..... 353
Gizella Tamás: Beiträge zur Algenflora des Balatonsees. I. Steinige Ufer, sandige Ufer, Röhricht und künstliches Substrat — Újabb adatok a Balaton algaflórájáról. I. Köves part, homokos part, nádas és mesterséges alzat — Новые сведения об альгиновой флоре озера Балатон. I. Каменный берег, песчаный берег, тростник и искусственный субстрат 359
László Tóth—Ernő Szabó: Über die chemische Zusammensetzung verschiedener Schilfproben vom Balatonsee — О химическом составе разных тростниковых проб из озера Балатон — Balatoni nádminták kémiai összetételéről. 363

EMLÉKEZTETŐ — ZUR BEACHTUNG — NOTE

A Tihanyi Biológiai Kutatóintézet kiadványainak címváltozásai : — Изменения заглавий изданий Биологического исследовательского института с. Тихань — Änderungen der Titel der Ausgaben des Biologischen Forschungsinstitutes zu Tihany — Changes in titles of the publications of the Biological Research Institute (Tihany) :

Ab 1927.

Vol. I. Archivum Balatonicum (1926—27)

Vol. II. A Magyar Biológiai Kutató Intézet I+II. Osztályának munkái — Arbeiten der I+II. Abteilung des Ungarischen Biologiscehen Forschungsinstitutes. (1928)

Vol. III. A Magyar Biológiai Kutató Intézet I+II. Osztályának munkái. Arbeiten der I+II. Abteilung des Ungarischen Biologischen Forschungsinstitutes. (1930)

Vol. IV—XII. A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái — Arbeiten des Ungarischen Biologischen Forschungsinstitutes. (1931—1940)

Vol. XIII—XVI. A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái — Arbeiten des Ungarischen Biologischen Forschungsinstitutes — Travaux de l'Institut Hongrois de Recherches Biologiques. (1941, 1942, 1943, 1944—45)

Vol. XVII—XVIII. Archiva Biologica Hungarica. (1947, 1948)

Vol. XIX. Magyar Biológiai Kutatóintézet Évkönyve. (Archiva Biologica Hungarica Vol. XIX). — Annales Instituti Biologiae Pervestigandae Hungarici (1949—1950). Fasc. I. *NB.* Fasc. II. vacat.

Vol. XX—XXV. A Magyar Tudományos Akadémia Tihanyi Biológiai Kutatóintézetének Évkönyve — Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum. (1951—1958). Abbr. : Annal. Biol. Tihany