

MENNYISÉGI PLANKTONTANULMÁNYOK A BALATONON

III. PELÁGIKUS DINOFLAGELLATÁK BIOMASSZÁJA

(Módszertani tanulmány)

SEBESTYÉN OLGA

(Érkezett : 1954 június 22-én)

A biomassa fogalmát DEMOLL (1927, 462) vezette be a limnológiába, e kifejezéssel jelölve egy bizonyos időpontban valamely víztartályban jelenlévő élő anyag tömegét. Ma általánosan elfogadott az az értelmezés, hogy a biomassa az egységnyi területre vagy egységnyi víztömegre eső élőlények súlyban kifejezett tömege (PAVLOVSKIJ és ZSADIN 77; ALLEE és munkatársai 526; RUTTNER 1952 a, 142).* Az élő szervezetekben képviselt szerves anyag mennyiségének a népességsűrűséggel összekapcsolódó ilyen kifejezése igen gyümölcsözőnek bizonyult táplálkozásbiológiai és termelésbiológiai stb. kérdések megvilágításában. Nagy előnye, hogy közvetlenül nyert adatokból megállapítható kvantitatív értékmérő. Beszélünk egy biotop vagy valamely társulás biomasszájáról, vonatkoztathatjuk a társulás valamely tagjára stb. (*community, partial, species biomass*, ALLEE 526; lebegő biomassa, RUTTNER 1952 a, 150; biomassa átlaga LASTOCHKIN 1943, 350; RUTTNER 1952 a, 150).

A biomassa ismerete hasznosítható táplálkozási összefüggéseknek mennyiségi úton való felderítésére (*food web*, ALLEE 526). Egyes szerzők felfogása szerint valamely társulás teljes biomasszájának megállapítása csak a táplálkozási összefüggések felderítése és a »számok piramisának« kialakítása után lehetséges. Ez nagyon sokrétű munka, mert nemcsak pontos rendszertani megállapításokat tételez föl, hanem tekintetbe kell venni az egyes tagok életpályáját, az életpálya szakaszainak megfelelő biomasszaértékeket, továbbá a parazita-gazdaállat viszonyt (ALLEE 527).

A biomassa ismerete fényt vet az alkalmazkodás mértékére is, bár erre egymagában nem elégséges (ALLEE, 359, 634).

Igen nagy körültekintést tételez fel, ha ún. termelésbiológiai problémákra vonatkozó következtetéseket akarunk levonni a biomassa értékekből. Már DEMOLL figyelmeztet arra, hogy a biomassa nincs szoros kapcsolatban a biológiai termelés mértékével. Ezt különböző szerzők ismételten hangsúlyoztatják (ALLEE, 527—528; LASTOCHKIN 1945, 320; PAVLOVSKIJ és ZSADIN 77 stb.). Általánosan elfogadott ma az a felfogás, hogy a termelőképeség (potenciális termelés) mértékének megállapítására az energetikai alapon való megoldás látszik a legcélravezetőbbnek (LASTOCHKIN 1945, 328; MAUCHA 1953, 422—430). Mégis a társulások kvalitatív és kvantitatív vizsgálatának

* MAUCHA biomassa alatt az időegységben a szervezetek testében felhalmozódó szerves anyag mennyiségét (1953, 421) (a totális termelés értékének egyik összetevőjét) érti.

(beleértve a biomassza megállapítását is; szerző) termelésbiológiai szempontból is megvan a maga értéke, mert ilyen vizsgálatok eredményei — MAUCHA szavaival élve — »mint indikátorok jöhetnek tekintetbe a vizek termőerejének megítélésékor...«. »...a biocénózis kvalitatív és kvantitatív összetétele nem a véletlenül múló jelenség, hanem ama kölcsönhatások egész sorozatának eredménye, amelyek az élő szervezetek és az élettelen környezeti tényezők között, továbbá az élőlények egyes csoportjai között külön-külön és együttesen állandóan folyamatban vannak, ezért szoros kapcsolatban állanak az energetikai viszonyokkal is. A biocénózis mindenkori állapota tehát függvény-szerű viszonyban áll az egész rendszer energiaváltozásaival, ez a kapcsolat azonban nem egyszerű arányosság, hanem meglehetősen bonyolult...« (MAUCHA 420).

E futólagos áttekintésből is kitűnik, hogy a biomassza megállapításával a planktológia keretén belül is érdemes foglalkozni. Noha a fogalom elnevezése, mint említettem, 1927-ből származik, magát a fogalmat már megtaláljuk LOHMANN-nak abban az alapvető tanulmányában, mely a planktológia különböző kérdéseinek sokoldalú megvilágítása, a különböző gyűjtési módok szükségyszerű kombinálásának hangoztatása, a különböző módszerekkel nyert adatok kiértékelése és összehasonlítása szempontjából stb. ma is példaképünk. LOHMANN hangsúlyozta először a planktonszervezetek térfogatmeghatározásának szükségességét, oly módszert adva, melynél jobbat elvi szempontból és keresztülvihetőség tekintetéből ma sem ismerünk (LOHMANN 1908).

A plankton biomasszájára vonatkozó vizsgálatok általános ökológiai szempontból is indokoltak, ugyanis e társulás biomasszája csaknem a maga teljességében megállapítható. Természetesen a baktériumokat is tekintetbe kellene vennünk. Erre már LOHMANN is gondolt (1908, 239), de sem minőségi, sem mennyiségi számbavételükre megfelelő módszer akkoriban még nem volt. Baktériumok jelenlétének elhanyagolása — szovjet hidrobiológusok idevonatkozó eredményeinek ismeretében — komoly kiesést jelenthet (LASTOCHKIN 1945, 322., 325).

Valamely társulás egészének biomasszája — mint ALLEE hangoztatja (527) — összefügg a társulás termelésével, annak biológiai hatékonyságával, ha összehasonlítjuk adatainkat hasonló vagy elütő típusú társulásokéval. Állóvizek termelésének és termelőképességének (elsőleges termelés) meghatározására nyíltvízi körülmények kétségkívül kedvezőek (l. RUTNER 1952a Das Productionsproblem c. fejezete). RUTNER-nek, aki több terjedelmes munkájában (1938, 1952) LOHMANN eljárásával állapította meg a plankton tömegét, az a felfogása, hogy a felületegységre vonatkoztatott (1 dm² alapú vízoszlopban jelenlévő élő tömeg) biomassza a tó planktonprodukciónak mértékét jelzi, a termelőképesség kifejezésére pedig a trofógen réteg térfogategységében jelenlévő szervezetek tömegének átlagértéke, átlagos biomasszája alkalmas (RUTNER 1952a, 142., 146). Amit az előzőekben valamely társulás táplálkozásbiológiájának a biomasszával való kapcsolatáról mondtam, természetesen a planktontársulásra is vonatkozik. Hogy valamely planktonszervezet milyen mértékben vesz részt pl. a planktonfalo halak táplálkozásában, biomassza tanulmányokból tűnhet ki stb.

Korszerű planktontanulmányainkban nem elégedhetünk meg tehát minőségi vizsgálatokkal vagy népegyedsűrűségi adatok felhalmozásával még

akkor sem, ha az időtényezőt is tekintetbe véve, adataink kifejezik a társulás egyes elemeinek népeességváltozását az év folyamán stb. Ilyen vizsgálatok természetesen ma is szükségesek, és a legpontosabb térfogat- és súlyvizsgálatok sem pótolhatják a plankton szerkezetére vonatkozó minőségi megállapításokat. A táplálkozási összefüggések kimutatásához feltétlenül ismernünk kell a társulás tagjainak rendszertani helyét, életpályáját, táplálkozásmódját, népeesség-sűrűségét, de a népeesség térfogatát, súlyát is. Mindezekre szükségünk van akkor is, ha termelésbiológiai problémákat óhajtunk felderíteni. Viszont biomassa értékek is többet mondanak és jobban felhasználhatók, ha egyúttal minőségi és népeességi adatokkal is rendelkezünk.

A biomassa meghatározását a népeességsűrűség (e/l)-vizsgálatoktól függetlenül vagy avval párhuzamosan lehet végezni. Ha a plankton valódi plankton, vagyis csak a társulás tagjaiból áll, másszóval ha a víz szüredéke triptonmentes, a planktoncentrifugával (WELCH 255—260) nyert térfogat és súlybeli adatok kifejezhetik általában a társulás biomasszáját. Ezek az adatok felhasználhatók általános tájékoztató összehasonlításra stb. Ha azonban a planktontagok mellett jelentékeny tripton is van, a planktoncentrifugával nyert adatok (térfogat, súly) már nem azonosak a biomassa értékével, bár ezek az adatok termelésbiológiai szempontból értékesek (RUTTNER 1952a, 145). Ha sok a tripton, a plankton biomasszájának megállapításában nem kerülhetjük el az egyes tagok térfogatának (súlyának) meghatározását és a részletadatok egyesítését.

A planktonszervezetek térfogatának közvetlen meghatározása a kicsiny méretek miatt nehézségbe ütközik. Közvetett eljárásokra vagyunk utalva. A súlymeghatározás viszont elesik munkálatainkból, mert a planktonszervezetek fajsúlyának mértéke közel áll az 1-hez és így a térfogatot kifejező szám egyúttal a súlyt is jelenti (RUTTNER 1952a, 144). Az állati plankton nagyobb méretű tagjain (entomostraca) sem végezhetünk közvetlen súlyméréseket, mert a rátapadó vízrészecskékből hiba származik. Ennek a hibaforrásnak kiküszöbölésére a bentoszra vonatkozólag már vannak kielégítő módszerek, amelyekkel nyert adatok összehasonlításra alkalmasak (WELCH, 304).

Kézenfekvő, hogy térfogatmeghatározás oly formákon, melyek mértani testekhez hasonlíthatók, mérésekkel és számításokkal könnyen keresztülvihető. Ennek a lehetőségnek kihasználását többen hangoztatják (LOHMANN 197; WELCH 292—293). A társulás növényi tagjain ez az eljárás jól használható. Azonban a fitoplankton szervezetek között is számos olyan forma van, a zooplankton szervezetek között pedig szinte általános jelenség, hogy a térfogat megállapításában ezt a módszert nem lehet alkalmazni. Ilyen esetekben modellek közbeiktatására vagyunk utalva. Ezt az eljárást LOHMANN óta alkalmazzák a planktológiában (*Rechenvolumen*, LOHMANN; szemben a *Rohvolumen*nel, BREHM 116—117, vagy *Setzvolumen*nel, RUTTNER 1938, 173; 1952a 142). A modellek elkészítése történhet LOHMANN egyszerű eljárásával*, metszetsorozatok rekonstrukciójával vagy más pl. az alább ismertetendő módon.

*Minthogy LOHMANN nevezett munkája hazánkban tudtommal nincsen meg, az alábbiakban röviden vázolom eljárását. LOHMANN modelljeit rajzolókészülékkel 300-szoros nagyításban készített vázlatok alapján, plasztilinből mintázta. Bizonyos gyakorlat után oly komplikált alakú lényeknek, mint naupliusok, Copepodák, Appendiculáriák, csigák stb. modelljét minden jelentékeny nehézség nélkül készítette. Munka közben az is kiderült, hogy pl. lebegtető sertéknék, evezőlábaknak, antennáknak van-e valami

Sajnos sem LOHMANN, sem RUTTNER nem közli a sokszor komplikált felépítésű planktonszervezetek modelljének (Rotatoria, Copepoda, Cladocera) fényképét vagy vázlatos rajzát, és így nem ismerkedhetünk meg azokkal a követelményekkel, melyek e vezető planktonkutatókat e tekintetből kielégíthették. Éppen ezért az 1951 és 1953-ban megjelent balatoni kvantitatív planktontanulmányok (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951; SEBESTYÉN 1953) *e/l* adatain alapuló biomassza számításaimat célszerűnek tartottam egyelőre csupán a Dinoflagellata részlegre szűkíteni. LOHMANN idézett munkáját csak nagy késéssel tudtuk megszerezni külföldről, s ezért a modellek elkészítésében saját elgondolásomat követtem.

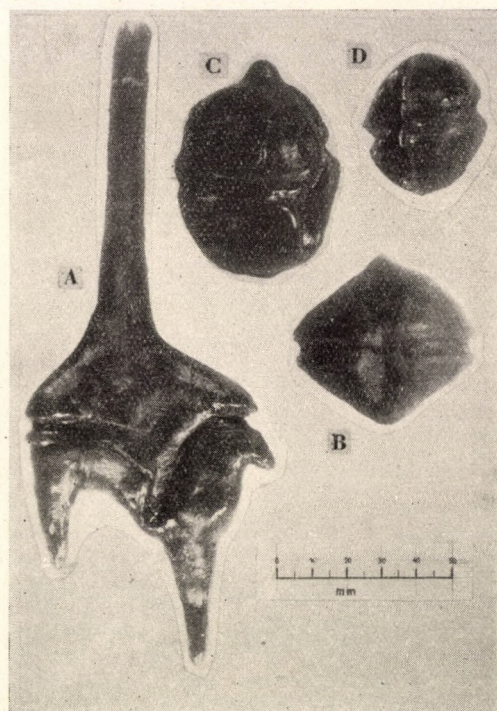
Minthogy ENTZ GÉZA (1933) metszetsorozatok alapján készített *Ceratium hirundinella* (O. F. MÜLLER) BERGH modellt, és ennek közvetítésével kiszámította a térfogatot stb. is, eleinte csak a többi, tihanyi vizekben rendszeresen előforduló Dinoflagellata modelljének elkészítését véltem szükségesnek. Eljárásom a következő volt: balatoni méretek alapján kiszámítottam a *Peridinium latum*, *Gonyaulax apiculata* és *Glenodinium gymnodinium* hosszanti, haránt és vastagsági átmérőjének középértékét. A középértékek e három formán nem egyenlő értékűek, mert legtöbb adat a *Peridinium latum*on állott rendelkezésre, kevesebb a *Glenodinium gymnodinium*-on és csak néhány vonatkozott a *Gonyaulaxra* (1. táblázat).

Intézetünk műszerésze merev fémdróból elkészítette a középérték ezerszeres nagyításában e három forma tengelyvázát úgy, hogy a tengelyek kellő helyen összeforrasztva, merev rendszert alkottak. A tengelyvázat beépítettem plasztilintömegbe (játékgyurma). A tengelyméretek pontos megtartásával s az illető fajra vonatkozó, a legkülönbözőbb helyzeteket megörökítő vázlatok segítségével alakítottam ki a modelleket. E rajzok legnagyobb részét balatoni anyagról rajzolókészülékkel készült régebbi vázlaimekből válogattam ki, felhasználva emellett ENTZ GÉZÁNAK ugyancsak balatoni anyagra vonatkozó ismert ábráit is (1904, 1927). A nagyjában kialakított modellekre a finomabb részleteket úgy vittem reá, a kellő simításokat úgy végeztem, hogy a felületet olajjal nedvesítettem (1. ábra).

A térfogat kiszámítása úgy történt, hogy a modell levegőben és vízben mért súlyának különbségét vettem, ez adatba belekalkulálva a desztillált víz hőmérsékletének megfelelő sűrűségét is (2. táblázat).

Meglepetésemre mind a *Peridinium*ra, mind a *Gonyaulaxra* nyert értékek ($35558 \mu^3$, illetve $52088 \mu^3$) meghaladták az ENTZ-féle *Ceratium*-modell térfogatának értékét ($22000 \mu^3$; 1933, 389, 4. stádium), ezért szükségesnek láttam e modell méreteinek ellenőrzését annál is inkább, mert mind a mikroszkóp látómezejében, mind a planktonfényképeken a balatoni *Ceratium* tömege nagyobbak tetszik az említett két más Dinoflagellatáénál.

jelentősége a térfogat szempontjából vagy sem. Legkönnyebbnek találta Peridineák és Tintinnidák modelljeinek elkészítését. A térfogat meghatározását a vízbemerített modell által kiszorított víz térfogatának mérésével végezte. A felnagyított modell térfogatából kiszámította a szervezet térfogatát. Nem tartotta szükségesnek valamennyi planktontag modelljének elkészítését, hanem rokonformák volumenjét becsléssel állapította meg. Valamely faj fejlődési formáiból (nauplius, Copepoda) átlag nagyságértéket számított. Azt az egyszerűsítést is bevezette, hogy a plankton különböző formáit nagyságrendbe állította, jól kikerekített értékeket használt. Különböző időben történt fogások értékeiben mutatkozó különbségeket elhanyagolhatónak vélt. (Ennek szükségességét RUTTNER viszont határozottan kiemeli. 1938, 173; 1952, 6).



1. ábra. A biomassza számításokban használt Dinoflagellata-modellek: A = Ceratium hirundinella; B = Peridinium latum; C = Gonyaulax apiculata; D = Glenodinium gymnodinium (Lukacsovics F. felvétele)

Рис. 1. Модели Dinoflagellata, употребленные при исчислениях биомассы (Табл. 3a—f): A = Ceratium hirundinella; B = Peridinium latum; C = Gonyaulax apiculata; D = Glenodinium gymnodinium. (Фото Ф. Лукачович)

Figure 1. Models of Dinoflagellatae used in the calculations (Table 3a—f). A = Ceratium hirundinella; B = Peridinium latum; C = Gonyaulax apiculata; D = Glenodinium gymnodinium

1. táblázat

Tengelyméretekre vonatkozó adatok

(a = apikalis-antapikalis teng.; l = transversalis t.; d = dorsoventralis t.)

Faj 1	Tengely 2	Hossza, μ 3	Egyedek száma 4	Középérték, μ 5	Irodalmi adatok 6	
					Balaton	Schiller
Peridinium latum Paulsen (1950. VI. 30. Nő = 25 háló)	a	38,08 42,81 47,60	2 1 2 } 5	42,84		
	l	40,46 42,81 47,60 52,36 57,12 61,88	1 1 29 50 16 3 } 100	51,78	Entz, 1927 : hossz : 34—66,7 μ magasság : 29,9—39 μ vastagság : 50—56 μ	Länge : 29,39 μ Breite : 26—67 μ
	d	26,18 28,56 33,32 35,70 38,08 42,81 47,60	1 6 34 1 39 8 1 } 90	36,08		
Glenodinium gymnodium Penard (1936, 1937, 1947)	a	33 36 38 40 41 42 43	1 4 8 1 3 3 5 } 25	39,4		
	l	29 31 32 33 34 36 37	5 5 3 5 2 4 1 } 25	32,4	Sebestyén 1938 : length : 36—42 μ transdiam. 32—37 μ dors. vent. diam. 22,25 μ	Länge : 40 μ Breite : 35 μ
	d	néhány balatoni vázlat alapján		kb. 25		
Gonyaulax apiculata (Pen.) Entz	a	56—62		59,33		
	l	43—50		47,6	Entz, 1927 : hossz : 34,5—61,1 μ szélesség : 29,9—57,5 μ	Länge : 30—62 μ
	d	néhány balatoni vázlat alapján		kb. 45		

1939, 231 A Ceratium hirundinellára vonatkozó adatokat lásd ENTZ—SEBESTYÉN

Néhány évvel azután, hogy ENTZ G. a *Ceratium* méreteire vonatkozó tanulmányát közzétette (1933), közös dolgozatban foglalkoztunk a *Ceratium hirundinella* balatoni populációjának biometriai viszonyaival, megállapítva a különböző méretek középértékét (ENTZ—SEBESTYÉN 1938, 1939). A tengelyekre vonatkozó értékeket összevetve az ENTZ-féle modell méreteivel, mely egy valóságos *Ceratium*-egyedre vonatkozott, kiderült, hogy a beágyazott és felmetszett egyed nem képviseli a balatoni populáció középértékét, hanem annál kisebb. Az ENTZ-féle modell értéke abban van, hogy egy valóságos *Ceratium hirundinella* ezerszeresen felnagyított képmása. Biomassza-érték számításra azonban alkalmasabb egy oly ideális egyed modelljét felhasználni, mely méreteiben az átlagértékeket képviseli. Ezért a *Ceratium*ról új modellt készítettem, felhasználva a fentemlített biometriai dolgozatban közzétett középértékeket (231. o.). Alakra nézve követtem az ENTZ-féle modellt, melyet ENTZ BÉLA kartársam volt szíves erre a célra rendelkezésemre bocsátani. A tengelyváz elkészítésében, a *Ceratium* sajátságos alakja miatt el kellett térnem attól az eljárástól, melyet a *Peridinium*, *Gonyaulax* és *Glenodinium* tengelyvázának megszerkesztésénél követtem: a szélességi tengelyhez kellő helyre odaerősítettem az $a-a_1$ tengelynek azt a részét, mely beleesik a *Ceratium* testébe. Mind ezt a méretet, mind az említett rögzülési helyet a modellről, illetőleg vázlatokról megállapított arány szerint határoztam meg. A dorzoventrális méret, valamint a jobbfelőli szarv nagyságának ellenőrzését mintázás közben végeztem a középértékek szemelőtt tartásával. E *Ceratium*-modell térfogatát 53069 mm³-nek találtam, ami kb. 2,4-szerese az ENTZ-féle modellnek.

2. táblázat

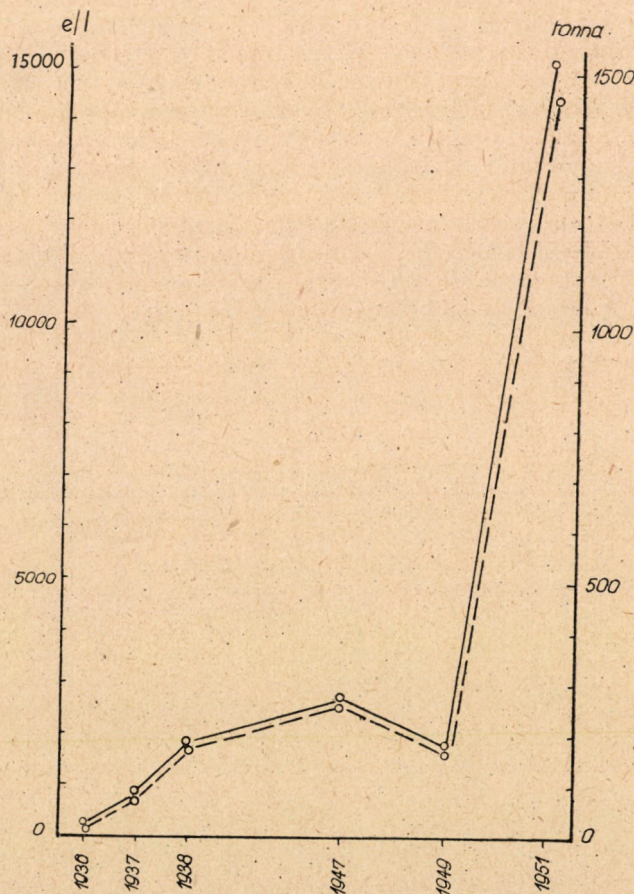
Térfogatomérés ezerszeresen felnagyított modelleken

Faj	1. mérés cm ³ vízhőmérséklet	2. mérés cm ³ vízhőmérséklet	3. mérés cm ³ vízhőmérséklet	Átlag érték cm ³
1	2	3	4	5
<i>Ceratium</i> <i>hirundinella</i>	53,076 17 C°	53,041 17 C°	53,091 18 C°	53,069
<i>Peridinium latum</i>	35,605 18 C°	35,524 19 C°	35,544 19 C°	35,558
<i>Gonyaulax apiculata</i>	52,168 18 C°	51,968 19 C°	52,128 19 C°	52,088
<i>Glenodinium</i> <i>gymnodinium</i>	15,838 18 C°	16,304 19 C°	16,284 18 C°	16,142

A leírt módon előállított modellek ezerszeres lineáris felnagyításban kielégítően utánozzák a tavunk planktonjában gyakori Dinoflagelláták alakját, és egymással összehasonlítva is kellő arányt látszanak képviselni (1. ábra). Hangsúlyozom, hogy ugyanazt a volumen-értéket használtam minden számításban és nem voltam tekintettel arra, hogy a fajon belül az év folyamán a nagyság változik, a legnagyobb egyedek a tenyészeteti idő végén becsúszás előtt lépnek fel. Nem tértem ki e tanulmányban a tihanyi vizek planktonjában szórványosan előforduló más Dinoflagelláta fajokra, mert sem kellő mennyiségű vázlat, sem méret nem áll rendelkezésre. Ezek

az 1951 és 1953-ban megjelent már idézett planktontanulmányokban, »egyéb Dinoflagellata« megjelöléssel, mint egységes csoport szerepelnek. Ez a csoport minden bizonnyal magában foglalja a *Peridinium latum* rajzóit és legfiatalabb páncélos egyedeit is, melyek tengelyaránya más, mint a kifejlett egyedeké (SEBESTYÉN, 1935).

Felhasználva az 1951-ben és 1953-ban megjelent planktontanulmányokból az 1936–38, továbbá 1947, 1949, 1951. évekre vonatkozó Dinoflagellata adatokat, mégpedig a népszerűsűrűséget kifejező e/l értékeket, háromféle biomassza-értéket számítottam :



2. ábra. A *Ceratium hirundinella* népszerűsűrűségének (e/l ———) és a Balatonban levő tömegének (bt — — —) összefüggése és változása 1936–1951, a vegetatív időszak átlagértékei szerint (v. ö. 3 a–f táblázat)

Пис. 2. Соотношение и изменение плотности заселенности (e/l ———) и массы (bt — — —) в оз. Балатон С. х. в 1936–1951 гг. по средним величинам вегетационного (ср. таблицу 3а–ф)

Figure 2. The correlation and fluctuation in population density (e/l ———); and the mass of *C. h.* occurring in the entire lake (bt — — —) during 1936–1951, based upon the mean values for the vegetative season (IV–X); (see Tables 3a–f).

1. a térfogategységnyi vízben előforduló Dinoflagellatak tömegét, illetőleg súlyát fajonként és összesen (b_t);
2. a felületegységre eső értékeket hasonlóképpen (b_f);
3. az egész tóra vonatkozó értékeket (b_T). (3a-f táblázat).

A balatoni planktonra vonatkozó biomassa számításokat megkönnyíti az a körülmény, hogy a termelőréteg a felülettől a fenéig terjed. A feldolgozott planktonmintasorozatok mindig négy szintből származnak, a felhasznált e/l érték négy különböző mélységből vett egy-egy liternyi minta értékeinek középértéke. Tehát a vertikális elterjedés különbségeit így kiküszöböltem.

A térfogategységre (1 dm^3) eső biomassa értékeket (b_t) egyszerűen úgy nyertem, hogy az e/l középértéket megszoroztam a kérdéses faj térfogatának mértékszámával (v), ami annyi μ^3 -nak felel meg, ahány mm^3 a modell térfogata (2. táblázat). A felületegységre (1 dm^2) eső biomassa-értéket (b_f) az előbbi értéknek 30-cal való szorzásával nyertem, szokásosan 3 m tavi közép-mélységet (m) véve alapul. Beható horizontális planktonvizsgálatokat a Balatonon még nem végeztünk, de a tájékoztató adatok szerint a Dinoflagellatak horizontális elterjedése általában egyenletesnek vehető. Így a balatoni plankton Dinoflagellata részlegének tömege az egész tóra vonatkoztatva (b_T) egyelőre úgy becsülhető fel, hogy a térfogategységre eső biomassa-értéket megszorozzuk a tó víztömegével (V).

$$b_t = e/l \times v$$

$$b_f = e/l \times v \times m = b_t \times m$$

$$b_T = e/l \times v \times V = e/l \times v \times m \times F = b_f \times F = b_t \times V$$

$$e/l = \text{egyedek átlagos száma literenként (= népsűrűség)}$$

$$v = \text{valamely Dinoflagellata faj vagy a kérdéses pelagikus Dinoflagellatak tömege}$$

$$V = \text{a tó térfogata}$$

$$F = \text{a tó felülete}$$

$$m = \text{a tó közép-mélysége}$$

$$b_t = \text{Dinoflagellata részleg biomasszája } 1 \text{ dm}^3 \text{ vízben;}$$

$$b_f = \text{Dinoflagellata részleg biomasszája egy oly hasábalakú vízoszlopban, melynek alapja } 1 \text{ dm}^2 \text{ és magassága a tó közép-mélysége;}$$

$$b_T = \text{Dinoflagellata biomasszája a tóra vonatkoztatva.}$$

Összehasonlításokra alkalmas a vegetatív időszak biomassa átlagértéke (RUTNER 1952a, 150). Ezért kiszámítottam az április—október időszak biomassa értékeinek átlagát is (a táblázatok legutolsó sora).

Mintthogy az adatsorozatok két évtized keretében 6 évre vonatkoznak, a táblázatokból kitűnik a balatoni plankton Dinoflagellata részlegének népsűrűségére és biomasszájára vonatkozó évszakos, éves és évtizedes változás mértéke is (3a—f táblázat; 2. ábra). Itt is megjegyzem, hogy a 30-as évek folyamán az 1937. évet átlagévnek lehet minősíteni. Az 1947 és 1951-es magas értékek a tó eutrofizálódásával kapcsolatosak, az 1949. év alacsony adatai viszont a vízállás rendkívül alacsony értékével hozhatók összefüggésbe. Mindezek a kapcsolatok bővebben ki vannak fejtve az 1951-ben és 1953-ban megjelent balatoni plankton tanulmányokban. (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951, 112—118; SEBESTYÉN 1953, 66—81). A Dinoflagellata-csoport népsűrűség-változására vonatkozó megállapítások érvényesek a biomasszára is.

3d táblázat
Népszerűség és biomassa-értékek változása 1947-ben

1 Minta száma	2 Hó, nap	Ceratium hirundinella				Peridinium latum				Gonyaulax apiculata				Glenodinium gymnodinium				3 Összesen				
		e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	
41.	I. 24.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43.	IV. 3.	90	477,621	14.328,630	8-5971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	477,621	14.328,630	8-5971	
48.	VI. 2.	1090	57,845,210	1735.356,300	104-1213	223	7,929,454	237,883,620	14-2730	17	885,499	26,564,970	1-5938	58	936,254	28,087,620	1-6852	1388	67,596,417	2027,892,510	121-6735	
53.	VI. 20.	1123	59,596,487	1787,894,610	107-2736	135	4,800,342	144,010,260	8-6406	0	0	0	0	84	1,355,954	40,678,620	2-4407	1342	65,752,783	1972,583,490	118-3550	
56.	VII. 8.	5521	292,993,949	8789,818,470	527-3891	207	7,360,524	220,815,720	13-2489	1	52,088	1,562,640	0-0937	53	855,542	25,666,260	1-5399	5782	301,262,103	9037,863,090	542-2717	
61.	VIII. 12.	7076	375,516,244	11265,487,320	675-9292	40	1,422,323	42,669,690	2-5601	0	0	0	0	2	32,284	968,520	0,0581	7118	376,970,851	11309,125,530	678-5475	
62.	IX. 1.	4241	225,065,629	6751,968,870	405-1181	51	1,813,462	54,403,860	3-2642	1	52,088	1,562,640	0,0937	2	32,284	968,520	0,0581	4295	226,963,463	6808,903,890	408-5342	
71.	X. 6.	28	1,485,932	44,577,960	2-6746	12	426,697	12,800,910	0-7680	0	0	0	0	0	0	0	0	40	1,912,629	57,378,870	3-4427	
75.	XI. 8.	1	53,069	1,592,070	0-0955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	53,069	1,592,070	0-0955	
82.	XII. 10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	IV-X. átlagban ..	2738	144,711,581	4341,347,450	261-586													2865	148,705,122	4461,439,430	268-774	

3e táblázat
Népszerűség és biomassa-értékek változása 1949-ben

1 Minta száma	2 Hó, nap	Ceratium hirundinella				Peridinium latum				Gonyaulax apiculata				Glenodinium gymnodinium				3 Összesen			
		e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna
156.	I. 19.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164.	II. 22.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
167.	III. 25.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
173.	IV. 26.	143	7,588,867	227,666,010	13-6599	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	7,588,867	227,666,010	13-6599
176.	V. 28.	30	1,592,070	47,762,100	2-8657	4	142,232	4,266,960	0-2560	0	0	0	0	0	0	0	0	34	1,734,302	52,029,060	3-1217
181.	VI. 29.	2152	114,204,488	3426,134,640	205-5680	65	2,311,275	69,338,250	4-1602	3	156,264	4,687,920	0-2812	5	80,711	2,421,330	0-1452	2225	116,752,738	3502,582,140	210-1549
184.	VII. 29.	4321	229,311,149	6879,334,470	412-7600	48	1,706,788	51,203,640	3-0722	1	52,088	1,562,640	0-0937	1	16,142	484,260	0-0290	4371	231,086,167	6932,585,010	415-9550
187.	VIII. 24.	5878	311,939,582	9358,187,460	561-4911	98	3,484,692	104,540,760	6-2724	2	104,176	3,125,280	0-1875	10	161,423	4,842,690	0-2905	5988	315,689,873	9470,696,190	568-2416
190.	IX. 3.	113	5,996,797	179,903,910	10-7942	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	5,996,797	179,903,910	10-7942
195.	X. 27.	30	1,592,070	47,762,100	2-8657	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1,592,070	47,762,100	2-8657
198.	XI. 29.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201.	XII. 20.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	IV-X. átlagban....	1809	96,032,146	2880,964,380	172-8578													1843	97,205,830	2916,174,910	174-9704

3f táblázat
Népszerűség és biomassa-értékek változása 1951-ben

1 Minta száma	2 Hó, nap	Ceratium hirundinella				Peridinium latum				Gonyaulax apiculata				Glenodinium gymnodinium				3 Összesen			
		e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna	e/l	$b_l \mu^3$	$b_f \mu^3$	b_T tonna
237.	II. 1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240.	II. 24.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
243.	III. 6.	1	53,069	1,592,070	0-0955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	53,069	1,592,070	0-0955
246.	IV. 17.	46	2,441,174	73,235,220	4-4481	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	2,471,174	74,135,220	4-4481
249.	VI. 13.	1357	72,014,633	2160,438,990	129-6263	20	711,161	21,334,830	1-2800	0	0	0	0	0	0	0	0	1377	72,725,794	2181,773,820	130-9064
252.	VII. 13.	8428	447,265,532	13417,965,960	805-0779	348	12,374,215	371,226,450	22-2735	0	0	0	0	63	1,016,966	30,508,980	1-8305	8839	460,656,713	13819,701,390	829-1820
255.	VIII. 21.	14009	743,443,621	22393,308,630	1338-1985	172	6,115,991	183,479,730	11-0087	8	416,705	12,501,150	0-7500	11	177,565	5,326,950	0-3196	14200	750,153,882	22504,616,460	1350-2769
258.	IX. 17.	52206	2770,520,214	83115,606,420	4986-9363	173	6,151,549	184,546,470	11-0727	14	729,234	21,877,020	1-3126	3	48,426	1,452,780	0-0871	52396	2777,449,400	83323,482,000	4999-4089
261.	XI. 5.	237	12,577,353	377,320,590	22-6392	0	0	0	0	1	52,088	1,562,640	0-0937	0	0	0	0	238	12,629,441	378,883,230	22-7329
264.	1952. I. 5. ...	6	318,414	9,552,420	0-5731	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	318,414	9,552,420	0-5731
4	IV-X. átlagban ..	15209	807,137,034	2421,411,040	1452-8574													15371	812,691,392	2438,0741,790	1462-8444

1952-ben megjelent plankton tanulmányomban utaltam arra, hogy a *Ceratium hirundinella* népességváltozására vonatkozó adatokból (az év folyamán különböző időpontokra vonatkozó *e/l* adatok) arra lehet következtetni, hogy e szervezet népességsűrűsége a kifejlődés tetőfokán néhány héten át állandó. Felhasználva ENTZ GÉZÁNAK azt a megállapítást, mely a *Ceratium hirundinella* osztódási tempójának és a víz hőmérsékletének összefüggésére vonatkozik (1931, 337), említett dolgozatban kifejtettem, feltehető az, hogy a népesség kifejlődésének tetőfokán néhány héten át naponta annyi *Ceratium* áll elő, mint amennyi ebben az időszakban a pillanatnyi állomány $\frac{1}{3}$ -a (3 naponkénti osztódást tételezve fel), ugyanannyira tehető a napi veszteség is (SEBESTYÉN 1952a, 593—594). A mellékelt táblázatok adatai tehát arra is felhasználhatók, hogy felbecsüljük azt, hogy a népesség maximális kifejlődése idején naponta mekkora tömeget képviselő *Ceratium* jön létre a térfogat-egységnyi vízben, vagy a Balatonban, és hogy mennyi a napi veszteség. Ezeket az értékeket nem tartottam szükségesnek feltüntetni a táblázatokon.

Mint matematikai érdekességet említem meg, hogy azok a mennyiségek, melyek a *Ceratium* az *e/l*-re, tavunk méreteire, továbbá a *b_T*-értékekre vonatkoznak, úgy kapcsolódnak össze, hogy a népességsűrűséget kifejező *e/l* szám ismeretében tavi viszonylatban jó megközelítéssel felbecsülhető a *Ceratium* biomasszája: a tóban levő *Ceratium hirundinella* népesség tömege tonnákban alig valamivel kevesebb, mint a népességsűrűséget kifejező szám tizedrésze. Vagyis hogyha a *Ceratium* népességsűrűsége valamely időpontban 2500 *e/l*, akkor e szervezet balatoni népességében képviselt szervesanyag tömege közel 250 tonnára becsülhető. Ez az összefüggés érvényes a nyári időszak átlag-értékeire is, voltaképp nemcsak a *Ceratium*ra, de az összes Dinoflagellatára vonatkozatható, mert a Dinoflagellata-tömeg zömét a *Ceratium* teszi (v. ö. LOHMANN; RUTTNER, 1952a 145).

*

Ez a tanulmány a Balaton planktonjának egy oly rendszertani csoportjára vonatkozik, mely sem táplálkozásbiológiai, sem termelésbiológiai szempontból nem egységes. A *Ceratium*, *Gonyaulax* és a *Glenodinium* kromatoforos szervezetek. Ezekről, mint más kromatoforos Dinoflagellatákról is, ismeretes, hogy nemcsak szervesen sikkal táplálkoznak, de formált táplálékot is felvesznek (SCHILLER 1931—35; ENTZ—SEBESTYÉN 1935/36, 23—29). De még ha ez a körülmény a felvett szerves táplálék mennyisége tekintetéből elhanyagolható is lenne a nevezett formákon, rá kell mutatnom arra, hogy a *Peridinium latum*nak egyáltalán nincs kromatoforja. Ez a Dinoflagellata tehát nem vehet részt az elsődleges termelésben, táplálkozásbiológiai és termelésbiológiai szempontból fogyasztónak számít.

A Balaton fitoplanktonjában képviselt szerves anyag mennyiségéről és annak a különböző évszakokban, évek során és évtizedes távlatban végbenemő változásáról akkor nyújthatunk majd teljes képet, amikor az 1936—1938, 1947, 1949, 1951-re vonatkozó *e/l* adatokat e témával foglalkozó algológus szaktársak közzétették. Ezek a munkálatok folyamatban vannak. Ugyanerre az időszakra vonatkozó zooplankton-biomassza számításokhoz már rendelkezésre állanak az *e/l* adatok (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951; SEBESTYÉN 1953). Csak a modell-készítés nehézségeit kell legyőzni (pelágikus Rotatoriák, Cladocerák, Copepodák stb.), hogy a népességsűrűségi adatoknak térfogatra, illetőleg súlyra való átszámítása megtörténhessen olyan módon, amint ezt Dinoflagellatákon elvégeztem.

Összefoglalás

Szerző tanulmányában hangoztatja, hogy a planktológiában mind táplálkozásbiológiai, mind termelésbiológiai problémák megvilágítására szükséges minőségi és mennyiségi vizsgálatok (e/l , térfogat, súly) összekapcsolása. A térfogatszámításokhoz felhasználandó modell képviselje a kérdéses faj átlagméreteit lokális vonatkozásban.

Biomassza számítások céljaira szerző elkészítette a Balaton Tihany környéki területén rendszeresen előforduló pelágikus Dinoflagellatákinak modelljeit, balatoni méretek középértékének megfelelő tengelyváz segítségével, plasztilinból, ezerszeres nagyításban (1. ábra). A szezonnal járó nagyságbeli különbségeket szerző ezúttal nem vette tekintetbe, noha ez egyes fajoknál szükséges lehet (1. táblázat).

A térfogatot Archimedes törvénye szerint állapította meg. A modell térfogatának mértékszámát mm^3 -ban kifejezve azonos a szervezet térfogatának μ^3 -ban kifejezett mértékszámával (2. táblázat).

Felhasználva a rendelkezésre álló népsűrűségi adatokat (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951; SEBESTYÉN 1953), kiszámította két évtized kerekében hat év folyamán a biomassza-értékek változását fajonként és a csoportra vonatkozólag a térfogategységnyi vízre (b_i), a felületegységnyi vízoszlopra (b_f) és az egész tóra (b_T). Fajonként és csoportonként áprilistól októberig terjedő időszakokra átlagértéket is számított (3a—f táblázat).

E táblázatokból kiolvasható a balatoni plankton Dinoflagellata részlegének biomasszájára (b_i , b_f , b_T) vonatkozó éves és évtizedes változás is (2. ábra).

Megjegyzendő, hogy a 30-as évek folyamán az 1937. évet átlagévnek lehet minősíteni. Az 1947. és 1951. évek magas értékei a tó eutrofizálódásával kapcsolatosak, az 1949. év alacsony adatai viszont a vízállás rendkívül alacsony értékével hozhatók vonatkozásba. Mindezek a kapcsolatok bővebben ki vannak fejtve az 1951-ben és 1953-ban megjelent planktontanulmányokban (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951, 112—118; SEBESTYÉN 1953, 66—81).

A balatoni planktonban a *Ceratium* népsűrűsége, a tavi méretek és a *Ceratium* súlya úgy kapcsolódnak össze matematikailag, hogy a mindenkor e/l adatokból jó megközelítéssel fel lehet becsülni a tóban jelenlevő *Ceratium* (illetve Dinoflagellata csoport) súlyát tonnákban, ha a mindenkor e/l adatnak, mely a népség átlagsűrűségét fejezi ki, tizedrészét vesszük.

A biomassza értékek ismeretében szerző 1952. évi tanulmánya (1952a, b) alapján fel lehet becsülni annak a *Ceratium*-tömegnek mennyiségét és súlyát is, mely a vegetatív időszakban a népség teljes kifejlődésének idején naponta létrejön, illetve naponta tönkremegy és kiesik a népség további történetéből. Ezek (harmadnaponkénti osztódást tételezve fel) a pillanatnyi állomány biomasszájának $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{3}$ részét teszik ki.

IRODALOM

- ALLEE, EMERSON, PARK, PARK, SCHMIDT (1950): Principles of animal ecology. W. B. Saunders Co. Philadelphia and London.
 BREHM, V. (1930): Einführung in die Limnologie. Biologische Studienbücher. Berlin, 116—117.

- DEMOLL, R. (1927): Betrachtungen über Productionsberechnungen. *Arch. Hydrobiol.* **18**, 460—463.
- ENTZ, G. (1904): Beiträge zur Kenntnis des Planktons des Balatonsees. *Res. Wiss. Erforsch. d. Balatonsees.* **2**, 1. Anh. 1—36.
- ENTZ, G. (1927): A Balaton Peridineáiról. Über Peridineen des Balatonsees. *Arch. Balat.* **1**, 275—342.
- ENTZ, G. (1931): Analyse des Wachstums und der Teilung einer Population sowie eines Individuums des Protisten *Ceratium hirundinella* unter den natürlichen Verhältnissen. *Arch. Prot. kunde* **74**, 310—361.
- ENTZ, G. (1933): Über Veränderung von Volum und Oberfläche beim Wachstum, der Teilung und Encystierung eines Protisten (*Ceratium hirundinella*). *Arch. Prot. kunde* **79**, 380—390.
- ENTZ—SEBESTYÉN (1935/36): Morfológiai, biológiai és physikokémiai tanulmányok a *Peridinium aciculiferum* stb. Morphologische, biologische, und physiko-chemische Studien an *Peridinium aciculiferum* u. s. w. *Magyar Biol. Kut. Munk.* **3**, 15—73.
- ENTZ—SEBESTYÉN (1938): Biometria variációs tanulmányok a balatoni *Ceratium hirundinella*. Biometrische Variationsuntersuchungen an *Ceratium hirundinella* aus dem Balaton. *Magy. Biol. Kut. Munk.* **10**, 205—208.
- ENTZ—SEBESTYÉN (1939): Biometria variációs tanulmányok a balatoni *Ceratium hirundinella*. Biometrische Variationsuntersuchungen an *Ceratium hirundinella* aus dem Balaton. *MTA Matemat. és Term. tud. Ért.* **58**, 220—241.
- LASTOCHKIN, D. (1943): A plain river subdivision into geomorphological and biological districts on the basis of its structural and biological unity. *Comp. Rend. (Doklady) l'Acad. Sci. U. R. S. S.* **41**: 347—350.
- LASTOCHKIN, D. (1945): Achievements in Soviet Hydrobiology of continental waters. *Ecology* **26**, 320—331.
- LOHMANN, H. (1908): Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. *Wiss. Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel.* N. F. **10**, 129—370.
- MAUCHA R. (1953): A vizek produktív-biológiaja és a halászat. *Magy. Tud. Akad. Biol. osztályának Közleményei*, **2**, 393—455.
- PAVLOVSKIJ, E. N. és ZSADIN, V. I. (1950): A Szovjetunió édesvizeinek élete. III. Moszkva—Leningrad. (23. fejezet, 8. rész; Szalay M. fordítása.)
- RUTTNER, F. (1938): Limnologische Studien an einigen Seen der Ostalpen. *Arch. Hydrobiol.* **32**, 167—347.
- RUTTNER, F. (1952): Planktonstudien der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **21**, 1—274.
- RUTTNER, F. (1952a): Grundriss der Limnologie. 2. Auflage. Walter de Gruyter & Co. Berlin, 1—232.
- SCHILLER, J. (1931—35): Dinoflagellata. In: RABENHORST'S *Kryptogamen-Flora* etc. **10**, 3.
- SEBESTYÉN, O. (1935): Studies on *Diplopsalis acuta* (APSTEIN) ENTZ with remarks on the question of *Kolkwitzillea salebrosa*. *Arch. Prot. kunde* **85**, 20—33. Jena.
- SEBESTYÉN O. (1952): Korszerű limnológiai kutatási eljárások. Előadás a MTA Limnológiai Módszertani Anketjén. Budapest. (Kézirat.)
- SEBESTYÉN O. (1952a): Kvantitatív planktontanulmányok a Balatonon és a termelés kérdése. *M. Tud. Akad. Biol. és Agr. tud. O. Közi.* **3**, 589—613.
- SEBESTYÉN, O. (1952b): Quantitative Planktonstudien und das Problem der Produktion. *Acta Biol. Acad. Scient. Hung.* **3**, 319—332.
- SEBESTYÉN O. (1953): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. II. Évtizedes változások. *Ann. Inst. Biol. Hung. Acad. Scient.* **21**, 63—89.
- SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA (1951): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. *I. Ann. Inst. Biol. Hung. Acad. Scient.* **20**, 69—125.
- WELCH, P. S. (1948): *Limnological Methods*. Blakiston, Philadelphia—Toronto. 1—381.

ИЗУЧЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПЛАНКТОНОВ В ОЗ. БАЛАТОН
III. БИОМАССА ПЕЛАГИЧЕСКИХ DINOFLAGELLATAE

(Методологический очерк)

О. Шебештьен

Резюме

Автор утверждает, что в планктологии для выяснения экологических проблем (относящихся к питанию, биологическому производству и т. п.) необходимо сочетать исследования качественных и количественных данных (e/l , объема, веса). При определении объема (веса) отдельных форм можно пользоваться моделями (метод Ломанна), которые должны представить средние размеры исследуемого вида в местном отношении.

Для исчисления биомассы автор сконструировала с металлическими проволочными осями пластилиновые модели четырех пелагических Dinoflagellatae, обычно встречаемых в оз. Балатон около полуострова Тихань. Размеры осей определялись данными полученного из Балатона материала в тысячекратном увеличении (модификация метода Ломанна. Таблица 1, рис. 1).

Разницы величин, вызываемые временами года, автором не были приняты во внимание, хотя это может оказаться необходимым при отдельных сортах.

Объем исчислялся при помощи закона Архимеда. Цифры, показывающие объем модели в мм^3 , выражают объем организма в μ^3 .

Пользуясь имеющимся в распоряжении данными густоты заселенности (Шебештьен—Тёрёк—Варга 1951; Шебештьен 1953), автор исчислила изменения величин биомассы по отдельным сортам и группам на блет в 1936—1951 гг. относительно единицы объема воды (b_l), поверхностной единицы водной колонны (b_f) и целого озера (b_T). Средние показатели с апреля по октябрь были тоже исчислены по сортам и группам (таблица 3/a—f).

Из этих таблиц можно узнать и годовые и десятилетние изменения биомассы Dinoflagellatae в балатонском планктоне (b_l , b_f , b_T).

Надо отметить, что из 30-ых годов 1937 год можно рассматривать как средний. Высокие значения, проявившиеся в 1947 и 1951 годах, связаны с повышающейся эвтрофией озера, низкие же показатели 1949 года можно отнести к весьма низкому уровню воды. Все эти отношения подробно изложены в опубликованных в 1951 и 1953 годах очерках, посвященных вопросам планктона (Шебештьен—Тёрёк—Варга 1951, 112—118; Шебештьен 1953, 66—81).

В балатонском планктоне густота заселенности *Ceratium*, размеры озера и вес *Ceratium* математически связаны друг с другом. Эта связь позволяет с хорошей приближенностью оценить из данных e/l вес в тоннах находящегося в озере *Ceratium* (т. е. группы Dinoflagellatae), если взять десятую долю величины e/l , выражающей среднюю густоту заселенности.

Если величины биомассы известны, на основе статьи автора (1952 a, b) можно оценить количество и вес массы *Ceratium*, которая во время полного развития заселения ежедневно возникает, т. е. погибает и отпадает от дальнейшей судьбы заселения. Эта масса (если предполагаем, что деление происходит в каждый третий день) составляет по третьей доле настоящего состава.

Пояснения к таблицам

Таблица 1. Данные относительно размеров осей (a = апикально—антапикальная ось; l = трансверсальная ось; d = дорсовентральная ось). 1 = вид; 2 = ось; 3 = длина; 4 = число особей; 5 = средняя величина; 6 = литературные данные. То же самое для *Ceratium hirundinella* см. Энц—Шебештьен 1939, 231.

Таблица 2. Измерение объема на тысячекратно увеличенных моделях. 1 = вид; 2—4 = первое, второе и третье измерения, см^3 , температура воды; 5 = средняя величина см^3 .

Таблица 3/a—f. Изменения густоты заселенности и биомассы в 1936—1938, 1947, 1949 и 1951 годах: e/l = густота заселенности = число особей/литр, средняя величина; b_l = биомасса/литр; b_f = биомасса/дм² поверхности; b_T = оценка биомассы во всем озере. 1 = число проб; 2 = месяц и день; 3 = итог; 4 = средняя величина для IV—X.

QUANTITATIVE PLANKTON STUDIES IN LAKE BALATON. III. THE BIOMASS
OF THE PELAGIC DINOFLAGELLATAE

A Methodical Study

O. SEBESTYÉN

Summary

In plankton studies aiming at elucidating different ecological problems (food-web, biological production etc.) a combination of qualitative and quantitative data pertaining to ind/l (= number of individuals per liter) and biomass are needed. To determine the volume (weight) of the different forms, models might be used (LOHMANN'S method). The model should show the mean dimensions as represented by local populations.

For calculating specific- and partial-biomass the author constructed plastiline models of four pelagic Dinoflagellatae common in Lake Balaton off Tihany, using a system of axes made of metal wire. The sizes of the axes were calculated from data obtained from Balaton material in $1000\times$ magnification (a modification of LOHMANN'S method). (Table 1; Fig. 1).

Differences due to season were not taken into consideration at this time though this might be necessary for certain species.

Volumes of the models were measured according to the Archimedean principle. Figures showing the volume of the model in mm^3 give the volume of the organism in μ^3 . (Table 2).

Using data on the mean density of the population of said Dinoflagellatae (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA; SEBESTYÉN 1953) fluctuations in rate of species- and partial-biomass for units of water (b_l) as well as for the surface (b_f) were calculated for 6 different years in the period of 1936—1951, an estimation for the whole lake having also been calculated (b_T). (Tables 3 a—f; Fig. 2). It should be noted that 1937 may be considered a normal year for the '30 decade. For the high values in 1947 and 1951 the increasing eutrophy of the lake seems to be responsible, while the low numbers for 1949 were probably due to the low water in that year. (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA, 112—118; SEBESTYÉN 1953, 66—81). Mean values for the vegetative season (April—October) were also calculated.

From the e/l data concerning *Ceratium hirundinella* the rate of the biomass of the same species for the entire lake (as well as for the whole group of Dinoflagellatae, for the lake) could be fairly well estimated: figures expressing the biomass of *C. h.* in the lake in tons (= 1000 Kg) being slightly lower than one tenth of the e/l values (mean density of the population) for the same date or period. This is the coincidental mathematical relation existing between the figures representing the e/l and volume of *C. h.* and the extent of Lake Balaton.

Data in Tables 3 a—f might also be used for estimating the rate of daily increase and loss within the population of *C. h.* expressed in volume or weight during the time of the highest development of the population of the species: both seeming to be equal to the third portion of the species-biomass if fission occurs on every third day (SEBESTYÉN 1952a).

Explanation of Tables :

Table 1. Data on axes (a = apical-antapical axis; l = transversal axis; d = dorso-ventral axis). 1 = species; 2 = axis; 3 = length; 4 = number of measured specimens; 5 = mean value; 6 = literary data. For the same on *Ceratium hirundinella* see Entz—Sebestyén 1939, 231.

Table 2. Measurements of volume of model, magnified $1000\times$. 1 = species; 2—4 = first, second and third measurement, cm^3 ; temperature of water; 5 = mean value, cm^3

Table 3a—f. Fluctuations in population density and biomass for the years 1936—1938, 1947, 1949, 1951: e/l = population density = number of individuals per liter, mean value; b_l = biomass per liter; b_f = biomass per dm^2 surface; b_T = estimation of the biomass for the whole of Lake Balaton. 1 = number of sample; 2 = month and day; 3 = total; 4 = mean value for IV—X.