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 *Daphniá*k 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.