

UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI"  
FACULTATEA DE BIOLOGIE ȘI GEOLOGIE  
CATEDRA DE TAXONOMIE ȘI ECOLOGIE

**Studiul structurii, dinamicii și biomasei  
comunității de crustacei zooplanctonici, cu  
accent pe speciile comune din Lacul Știucii,  
Rezervație Naturală, județul Cluj**

~Rezumatul tezei de doctorat~



**COORDONATOR ȘTIINȚIFIC:**  
**Prof. univ. dr. Leontin Ștefan Péterfi**  
Membru corespondent al Academiei Române

**DOCTORAND:**  
**Drd. Karina-Paula Battes**  
Asistent universitar

**CLUJ-NAPOCA**  
**2010**

## CUPRINS:

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducere.....                                                                                           | 3  |
| I. Caracteristici hidrologice și geomorfologice ale bazinelor acvatice studiate.....                       | 5  |
| II. Material și metode.....                                                                                | 7  |
| III. Structura și parametrii cantitativi ai comunităților de microcrustacee<br>planctonice                 |    |
| III.1. Parametrii fizico-chimici măsurați .....                                                            | 9  |
| III.2. Compoziția calitativă a comunităților de crustacee planctonice.....                                 | 13 |
| III.3. Dinamica densității zooplanctonului .....                                                           | 18 |
| III.4. Estimarea biomasei crustaceelor planctonice.....                                                    | 24 |
| III.5. Diversitatea comunităților de crustacee planctonice .....                                           | 28 |
| IV. Repartiția pe verticală a crustaceelor planctonice din Lacul Știucii.....                              | 29 |
| V. Crustaceele planctonice în dieta populațiilor de pești din Lacul Știucii.....                           | 32 |
| VI. Estimarea stării ecologice a lacurilor studiate pe baza comunităților de<br>crustacee planctonice..... | 35 |
| VII. Concluzii.....                                                                                        | 37 |
| VIII. Bibliografie selectivă.....                                                                          | 38 |

## CUVINTE CHEIE:

- ✓ zooplancton;
- ✓ cladocere;
- ✓ copepode ciclopide;
- ✓ structură calitativă;
- ✓ densitate;
- ✓ biomasă;
- ✓ migrația pe verticală;
- ✓ conținut stomacal;
- ✓ estimarea stării ecologice a ecosistemelor lentice.

## Introducere

Într-un ecosistem lentic, ce apare ca un adevărat microcosmos, ca o lume în miniatură formată din compartimente bine evidențiate legate unele de altele printr-o rețea complicată, orice factor perturbator cu acțiune asupra unei singure specii va afecta, mai devreme sau mai târziu, întregul ansamblu. Zooplanctonul, prin structura și funcțiile sale, este indispensabil desfășurării normale și eficiente a circuitului materiei și energiei într-un bazin acvatic de tip lentic. Cuprinzând grupuri taxonomice diverse, cu cerințe și valențe diferite, zooplanctonul reprezintă într-adevăr veriga de legătură între toate celelalte compartimente ale ecosistemelor lentice, asigurându-le supraviețuirea și autosusținerea.

Acesta este motivul pentru care una din componentele zooplanctonului a fost aleasă pentru studiu în lucrarea de față, ce a avut următoarele obiective:

- *evaluarea structurii calitative a comunității de microcrustacee planctonice (cladocere și copepode ciclopid);*
- *evidențierea dinamicii sezoniere a densității și biomasei microcrustaceelor și a factorilor ce le influențează;*
- *demonstrarea existenței fenomenului de migrație pe verticală la populațiile de microcrustacee din Lacul Știucii;*
- *evidențierea prezenței microcrustaceelor planctonice în dieta speciilor de pești din Lacul Știucii;*
- *evaluarea stării ecologice a Lacului Știucii (prototipul bazinului acvatic slab afectat) comparativ cu iazul piscicol Țaga Mare (ecosistem acvatic creat în scopul creșterii intensive a peștelui), prin studiul caracteristicilor comunității de microcrustacee planctonice.*

Deși tema prezentei lucrări se axează pe comunitatea de microcrustacee zooplanctonice din Lacul Știucii, prin obținerea unui grant TD finanțat de CNCSIS (nr. 155/2003-2005) am avut șansa și posibilitatea de a include acest subiect într-un cadru mai amplu ce a presupus compararea structurii și funcționării comunității specifice acestui lac natural cu cea din iazul piscicol Țaga Mare, care face parte din salba de amenajări de pe cursul principal al râului Fizeș.

Lacul Știucii a fost declarat Rezervație Naturală încă din anul 1966, statutul său fiind reconfirmat în 1974 iar suprafața inițială propusă pentru conservare fiind ulterior extinsă în 1994 și 2004. De asemenea, Lacul Știucii este din 2001 inclus în rețeaua EMERALD și mai mult, este una dintre Ariile de Importanță Avifaunistică (A.I.A.). Motivele care au stat la baza declarării ariei protejate au fost reprezentate de cele trei „recorduri” remarcabile pentru regiunea în care se află: în primul rând, după unii autori, este cel mai adânc lac dulce natural din interiorul țării; în al doilea rând reprezintă unul din puținele lacuri naturale din Transilvania asupra căruia influențele umane nu și-au pus amprenta în mod semnificativ; și în fine, este singurul lac interior din Cîmpia Transilvaniei pe care se dezvoltă plauri (formațiuni de stuf plutitor), la fel ca în Delta Dunării. Pe de altă parte, iazul piscicol Țaga Mare face parte din salba de bazine artificiale create pentru creșterea intensivă a peștelui.

Pe parcursul realizării lucrării de față, de la faza de idee pînă la cea terminală concretizată în paginile ce urmează, am resimțit un sprijin nemijlocit din partea celor cărora se cuvine să le adresez mulțumirile mele sincere.

Domnului prof. univ. dr. Leontin Ștefan Péterfi, conducătorul științific al tezei, îi adresez întreaga mea grațitudine, pentru faptul că m-a acceptat ca doctorand și pentru îndrumările deosebit de utile pe parcursul pregătirii și finalizării lucrării.

Domnului prof. dr. Claudiu Tudorancea îi datorez îndreptarea mea către acest univers complex al apelor continentale și țin să îi mulțumesc pentru faptul că mi-a oferit oportunitatea de a studia într-un laborator dotat cu aparatură performantă și într-o echipă deosebită de oameni sufletești și motivați. Tot el ne-a învățat prin propriul exemplu „cu ce se mănîncă” limnologia, ridicîndu-ne ștacheta și motivîndu-ne să nu dăm înapoi în fața greutăților.

Doamnei conf. dr. Laura Momeu îi mulțumesc pentru ajutorul continuu acordat de-a lungul realizării acestei lucrări și nu numai, pentru sfaturile înțelepte și pentru sprijinul pe care l-am resimțit mereu.

Mulțumirile mele se îndreaptă și spre personalitățile marcante ale taxonomiei microcrustaceelor planctonice, spre domnul dr. Ștefan Negrea ce a avut bunăvoința de a verifica identificările realizate inițial asupra cladocercilor din Lacul Știucii și spre doamna dr. Danielle Defaye, un specialist de renume mondial în taxonomia copepodelor, pentru ajutorul dat în rezolvarea unor probleme spinoase de sistematică. De asemenea mulțumesc și domnului prof. dr. Constantin Crăciun și dr. Lucian Barbu pentru ajutorul dat în obținerea unor imagini de microscopie electronică.

Dragilor mei prieteni și colegi de suferință, care m-au ajutat în munca de teren, în îndurarea orelor nesfîrșite de triat în laborator și în cîte și mai cîte, un mare mulțumesc: Mirela Cîmpean, Claudia Pavelescu, Levi Nagy, Daniel Țura, Anca Avram-Tîmar, Mugur Bogătean, Ionuț Stoica, Leo Modan, Istvan Zsok, Radu Sălcudean, Ioana Meleg, Alin David. Nu aș putea să îl uit pe dr. Cristian Gudas pentru ajutorul său în estimarea concentrațiilor de nutrienți.

Nu în ultimul rînd mulțumirile mele merg către părinți, pentru suportul lor constant și asiduu, fără de care, cu siguranță, această lucrare nu ar fi ajuns să fie terminată. De fapt lor le este dedicată, cu totul, munca mea.

## I. Caracteristici hidrologice și geomorfologice ale bazinelor acvatice studiate

**Lacul Știucii** este situat la 46,9676 latitudine nordică și 23,9015 longitudine estică (măsurate în centrul bazinului) și la altitudinea de 274,5 m, pe valea Bonțului, ce confluează cu Fizeșul amonte de Gherla. Formarea lacului prin dizolvare și tasare-prăbușire este strâns legată de amplasarea cuvetei acestuia pe diapirul ce se pune în evidență pe aliniamentul Dej-Săcălaia-Sic-Cojocna-Turda-Ocna Mureș. Sarea a fost izolată de apă printr-un strat etanș de ml, procesul de dizolvare al sării fiind oprit. Treptat apa s-a îndulcit, însă e probabil ca apele din pânza freatică ce alimentează lacul să fie îmbogățite prin contactul cu zăcămintul de sare, astfel influențând compoziția chimică a apei din lac (Gudas, 2004).

Referitor la regimul hidric al lacului, se observă predominarea alimentării superficiale a lacului, evaluată la cca. 70-80% din valoarea scurgerii anuale (Sorocovschi și colab., 2000). Ponderea alimentării subterane poate să crească semnificativ în perioada cu scurgere redusă de peste vară (vară-toamnă), ajungând să dețină pînă aproape de 50% din total (Șerban și Sorocovschi, 2003). Regimul termic al apei Lacului Știucii este puternic influențat de temperatura aerului. Încălzirea de primăvară începe odată cu creșterea temperaturii aerului față de cea a lacului și cu dispariția gheții de pe suprafața lacului, la sfîrșitul lunii februarie și începutul lunii martie. Această perioadă marchează trecerea de la stratificarea termică inversă de iarnă la homeotermia de primăvară. Încălzirea de vară începe în prima jumătate a lunii mai și prezintă amplitudini mari la Lacul Știucii. Răcirea de toamnă începe la sfîrșitul lunii septembrie, odată cu scăderea temperaturii, apariția precipitațiilor reci și a vîntului.

În ceea ce privește caracteristicile morfometrice, conformația bazinului lacustru, cu adîncimile și zonele de vegetație, alături de valorile principalelor elemente morfometrice ale lacului sunt prezentate în tabelul I.1.

**Tabel I.1.** Elementele morfometrice ale Lacului Știucii (după Șerban și Sorocovschi, 2003)

| Parametru          | Valoarea (conform analizei topobatimetrice din anul 2000) |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|
| Suprafața          | 57,35 ha                                                  |
| Lungimea           | 1,555 km                                                  |
| Lățimea medie      | 0,369 km                                                  |
| Lățimea maximă     | 0,662 km                                                  |
| Adîncimea medie    | 3,123 m                                                   |
| Adîncimea maximă   | 6,8 m                                                     |
| Perimetrul lacului | 4,263 km                                                  |
| Panta cuvetei      | 31,84 m/km                                                |
| Volumul total      | 1 780 000 m <sup>3</sup>                                  |

Impactul antropic din Lacul Știucii se materializează în primul rînd prin existența unui baraj cu înălțimea de 50-70 cm, construit pentru controlarea regimului de scurgere după inundațiile din anii '70, ceea ce a condus la modificarea nivelului apei și a favorizat extinderea

vegetației palustre. Totuși impactul uman nu are intensitate mare în Lacul Știucii, concretizându-se în principal prin scurgerile de pe terenurile agricole din imediata vecinătate a lacului, turism și prin popularea cu diverse specii de pești realizate de gestionari, respectiv A.J.P.S. Cluj.

**Iazul Țaga Mare** (46,9334 latitudine nordică și 24,0764 longitudine estică - măsurate la stația de prelevare a probelor biologice) se găsește pe cursul mijlociu al râului Fizeș, la o altitudine de 280m. Originea naturală a microdepresiunii în care se află azi iazurile Țaga Mare și Țaga Mică este legată de modificările văii ca urmare a mișcărilor neotectonice. În ceea ce privește regimul hidric, în prezent alimentarea iazului este asigurată în cea mai mare parte din surse superficiale, în timp ce sursele subterane contribuie cu un procent redus (15-20%) ca urmare a litologiei fundului cuvetei lacustre și a versanților săi (substrat impermeabil din marne și argile). Regimul nivelului apei din iaz este corelat debitelor de apă afluate, înregistrându-se un maxim al nivelului apei în lunile martie-aprilie și un minim în lunile septembrie-octombrie. Regimul termic al apei iazului Țaga Mare nu are amplitudini foarte mari, dată fiind adâncimea modestă a bazinului.

Caracteristicile morfometrice denotă încadrarea iazului Țaga Mare în categoria zonelor umede, categorie care include toate ecosistemele acvatice a căror adâncime nu depășește 6 m (Holland și colab., 1990). Date morfometrice despre iazul Țaga Mare există de la începutul secolului trecut, iar modificările intervenite în timp se datorează în primul rând multiplelor intervenții antropice și procesului de colmatare a iazurilor (tabelul I.2.).

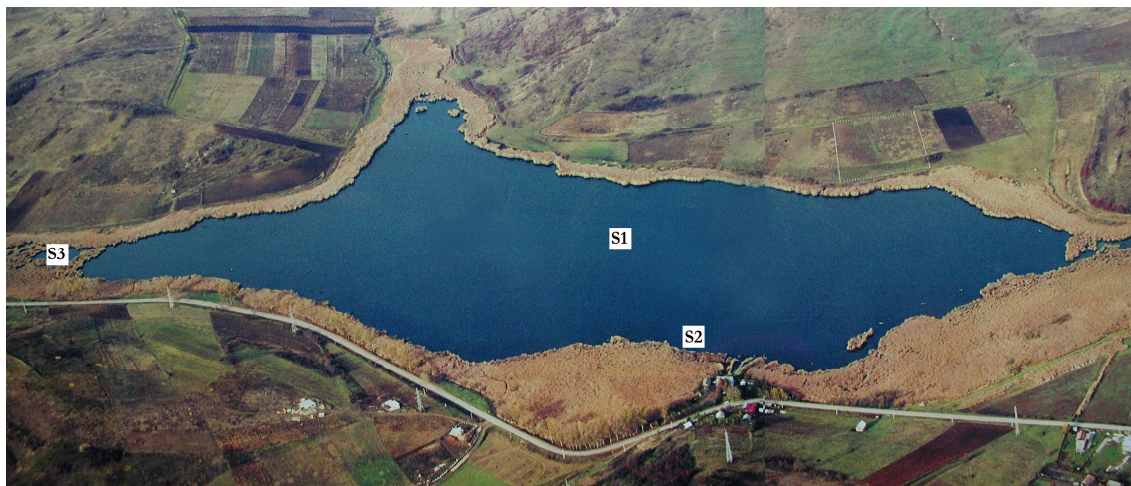
**Tabel I.2.** Parametrii morfometrici și hidrici ai iazului Țaga Mare (Pandi, 2000, din Sorocovschi, 2005)

| Parametru        | Valoarea conform analizelor realizate în 1997 |
|------------------|-----------------------------------------------|
| Lungime          | 3,3 km                                        |
| Perimetrul       | 2,8 km                                        |
| Lățimea medie    | 0,31 km                                       |
| Lățimea maximă   | 0,45 km                                       |
| Adâncimea medie  | 1,95 m                                        |
| Adâncimea maximă | 2,50 m                                        |
| Suprafața        | 1,03 km <sup>2</sup>                          |
| Volumul          | 2 010 000 m <sup>3</sup>                      |

Iazul Țaga Mare suportă o serie de intervenții antropice care rezidă din scopul principal al bazinului: excavări, modificări ale barajului, goliri, introducerea de pește, recoltare de pește etc. Pe lângă acestea, sursele de poluare a apei sunt datorate activităților de creștere a animalelor, scurgerilor și infiltrațiilor de ape uzate menajere din gospodării și fertilizării terenurilor agricole cu îngrășăminte naturale și minerale care pot fi ușor levigate de apele meteorice (Floca și colab., 1998).

## II. Material și metode

Pentru Lacul Știucii, au fost considerate trei stații de prelevare (fig. II.1.). Astfel, stația **S1** a fost situată în centrul lacului (N 46,9676; E 23,9015), în zona de maximă adâncime (peste 6 m), unde nu se resimt influențele malurilor. Stația **S2** (N 46,9675; E 23,9040) a fost localizată în partea estică a lacului, în apropierea briului de stuf ce înconjoară lacul, adâncimea maximă în acest punct depășind cu puțin 2 m. Stația **S3** a fost stabilită în partea de sud a lacului (N 46,9621; E 23,8969), într-o zonă închisă în întregime de vegetația palustră, cu adâncime mică, pînă la 2 m.



**Fig. II.1.** Localizarea celor trei stații de prelevare a probelor zooplanctonice (**S1**, **S2** și **S3**) din Lacul Știucii (foto: Mișuț, S., 2001, modificat din David, 2008).

O singură stație a fost considerată pentru prezenta lucrare pe iazul piscicol Țaga Mare – **T1** (fig. II.2.), aceasta fiind localizată în jumătatea nordică a bazinului acvatic (N 46,9334; E 24,0764), la distanțe egale față de cele două maluri, adâncimea maximă nedepășind 2 m.



**Fig. II.2.** Localizarea stației de prelevare a probelor zooplanctonice (**T1**) din iazul piscicol Țaga Mare (foto: Mișuț, S., 2001, modificat din David, 2008).

Probele s-au colectat din metru în metru de la orizonturi de adâncime succesive, pînă la adâncimea maximă aferentă fiecărei stații de prelevare. Pentru Lacul Știucii, studiul de față include

rezultatele a doi ani de cercetări, prelevarea probelor avînd o frecvență lunară, din luna mai 2003 pînă în aprilie 2005. În cazul iazului Țaga Mare, studiul a inclus un an de prelevări lunare, din septembrie 2003 pînă în august 2004. Pentru evidențierea migrației pe verticală la crustaceele zooplanctonice în diferite sezoane în Lacul Știucii, au fost colectate probe în octombrie 2004, ianuarie, aprilie și iulie 2005, la intervale de patru ore pe o durată de 24 de ore/sezon. Numărul total de probe colectate și prelucrate a fost de 1173. În iulie 2004 s-a realizat o campanie de pescuit în Lacul Știucii pentru analiza conținutului stomacal la speciile de pești comune din acest bazin acvatic. Prelevarea ihtiofaunei s-a realizat cu ajutorul a 3 setci (cu dimensiunile ochiurilor de 14, 20 și 45 mm), pe o perioadă de 12 ore în timpul nopții. Colectarea s-a realizat cu metode uzuale pentru comunitatea de zooplancton (Clesceri și colab. (red.), 1998; Haney și Hall, 1973).

Parametrii fizico-chimici ai apei (pH-ul, conductivitatea și salinitatea, temperatura și oxigenul dizolvat) au fost măsurați la fiecare dată de prelevare. Analiza chimică a apei a vizat analiza fosforului total (prin metoda Menzel și Corwin, 1965) și a azotului total (Metoda *Tentative*, Standard Methods, 1976). Pentru ilustrarea gradului de troficitate a bazinelor acvatice analizate s-a calculat Indicele de Nivel Trofic (*Trophic State Index – TSI*) după Carlson (1977).

Analiza calitativă a zooplanctonului din probele recoltate a presupus identificări pînă la nivel de specie pentru cladocere și copepodele ciclopid; rotiferele prezente în probe au fost consemnate ca genuri principale. Determinarea principalelor grupe taxonomice de microcrustacee s-a realizat după Negrea (1983a) și Dumont și Negrea (2002) pentru cladocere și după Damian-Georgescu (1963) și Dussart și Defaye (2001) pentru copepode.

Numărarea organismelor zooplanctonice și calcularea densității s-au realizat conform metodelor prezentate în Clesceri și colab. (red.), 1998.

Estimarea biomasei s-a realizat cu ajutorul ecuațiilor de regresie dintre lungime și greutate, folosind ecuații din literatura de specialitate (Dumont și colab., 1975; Bottrell și colab., 1976; McCauley, 1984; Culver și colab., 1985; Rosen, 1981; Bird și Prairie, 1985). Pentru a obține valorile de biomasă s-au măsurat 28620 de indivizi de cladocere și copepode ciclopid din Lacul Știucii și 1577 din iazul Țaga Mare pentru a pune în evidență dinamica acestui parametru. Un număr de 11499 de microcrustacee planctonice au fost măsurate pentru ilustrarea fenomenului de migrație pe verticală. Indicele de semnificație cenotică, numit și indice de dominanță (*ICS - Index of Cenotic Significance*) (Rogozin, 2000) a fost folosit pentru a scoate în evidență speciile cele mai importante din punct de vedere a biomasei realizate în ecosistemele studiate.

Indicele (funcția) Shannon-Wiener (Shannon și Weaver, 1949; Wiener, 1948) a fost folosit pentru a estima diversitatea comunităților de microcrustacee planctonice, pe baza valorilor de biomasă pentru fiecare specie la datele de prelevare.

Evidențierea fenomenului de migrație pe verticală a organismelor zooplanctonice la stația de maximă adîncime din Lacul Știucii s-a realizat comparînd distribuțiile realizate de speciile



comune (valori de biomasă) în cele patru sezoane investigate pe adâncimi folosind testul nonparametric Kolmogorov-Smirnov (Kolmogorov, 1941; Smirnov, 1939). S-a calculat de asemenea adâncimea medie ponderată la care este prezentă o specie, adică adâncimea la care se află marea majoritate a indivizilor speciei în timpul zilei și în timpul nopții (Frost și Bollens, 1992). Amplitudinea migrației a fost calculată ca diferența dintre valorile adâncimii medii ponderate, valorile pozitive indicând tiparul normal al migrației pe verticală (mișcări descendente ziua și ascendente noaptea), iar valorile negative oglindind tiparul invers al migrației.

S-au calculat doi indici care estimează preferințele speciilor de pești din Lacul Știucii pentru categoriile de hrană reprezentate de speciile de microcrustacee planctonice, dintre care cel mai exact a fost indicele Manley (Manley și colab., 1972).

Pentru estimarea stării ecologice a bazinelor acvatice analizate s-a apreciat corelația dintre cei mai importanți parametri ai comunității de microcrustacee planctonice (diversitatea, biomasa) și Indicele de Nivel Trofic al bazinelor studiate; gradul de saprobitate al apei (utilizând indicele saprobic Zelinka și Marvan (1961), dar și un indice biotic (raportul dintre densitatea speciilor de talie mare de cladocere și densitatea totală de cladocere) (Moss și colab., 2003).

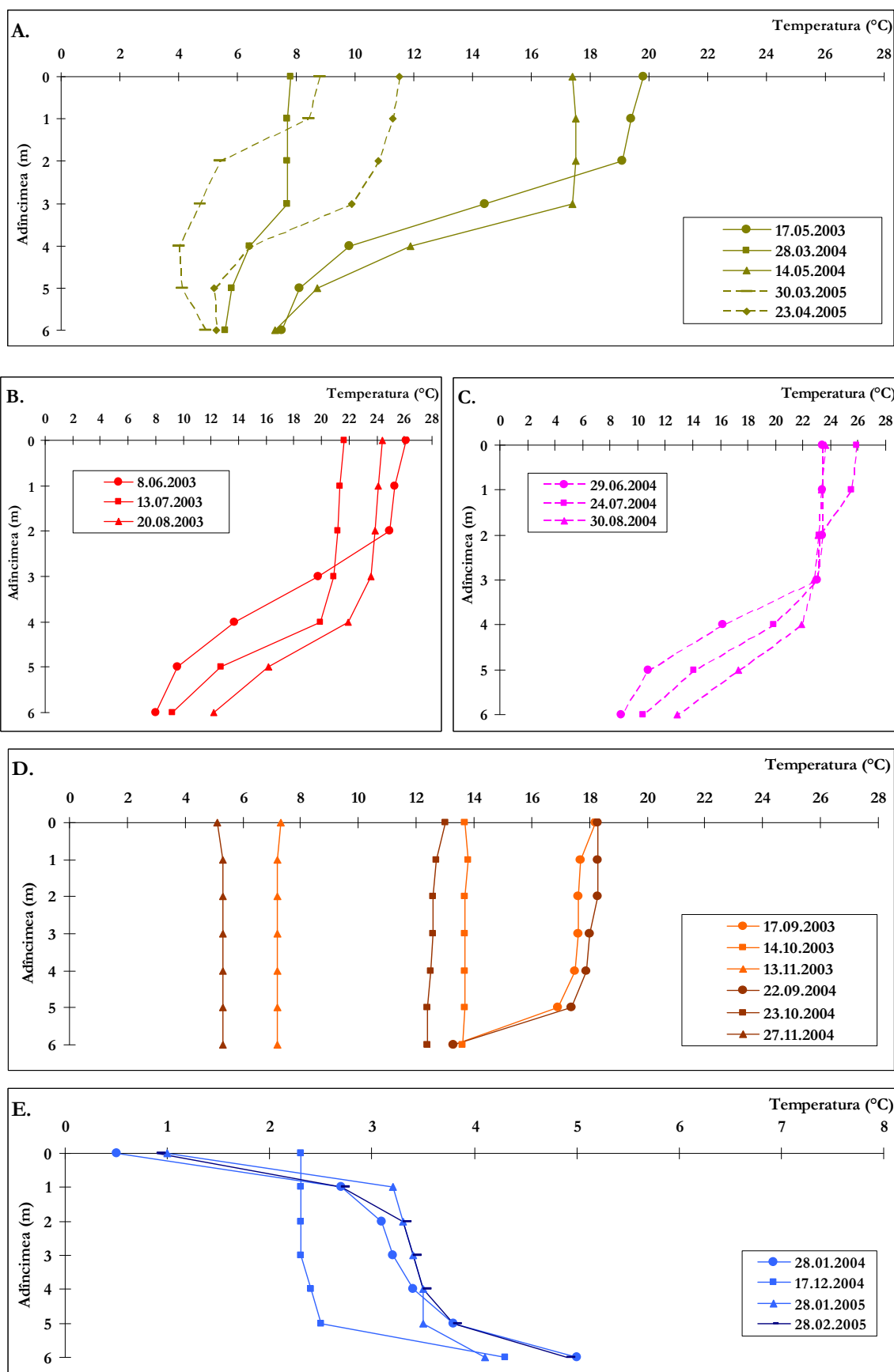
### III. Structura și parametrii cantitativi ai comunităților de microcrustacee planctonice

#### III.1. Parametrii fizico-chimici măsurați

**Temperatura apei** reprezintă unul dintre factorii esențiali pentru dezvoltarea comunităților de organisme acvatice. Lacul Știucii prezintă un model general de variație a temperaturii specific lacurilor dimictice din zona temperată (fig. III.1.1.). Același tipar de variație a fost observat și în Țaga Mare, însă cu amplitudini mult mai mici datorită adâncimii reduse a acestui bazin. Fazele de circulație și de stratificare sunt decelabile și în cazul iazului Țaga Mare, deși adâncimea maximă nu a depășit 2 m.

Concentrația **oxigenului dizolvat** nu a avut o variație uniformă în coloana de apă la nici o dată de prelevare, scăzând de la suprafață spre adâncime. Spre sfârșitul perioadei de primăvară și începutul verii 2003, variația oxigenului este caracterizată de prezența unui maxim în zona metalimnionului, situație explicată în literatura de specialitate prin scăderea concentrației de oxigen în straturile superioare și inferioare metalimnionului dar și prin dezvoltarea rapidă a populațiilor algale (Wetzel, 2001). Toamna se observă fenomenul de amestec al maselor de apă, în lunile noiembrie 2003 și 2004 oxigenul înregistrând valori similare în toată coloana de apă. În iazul piscicol Țaga Mare oxigenul dizolvat a înregistrat valori mai mari la suprafață și mai scăzute în adâncime, după tiparul descris anterior.

În lunile de vară (iulie și august 2004) concentrația oxigenului dizolvat de la adâncimea maximă are valori extrem de mici, indicând, ca și în cazul Lacului Știucii, anoxie.



**Fig. III.1.1.** Variația temperaturii de la suprafață spre adâncime în Lacul Știucii în perioada studiată: primăvara (A), vara (B și C), toamna (D) și iarna (E)

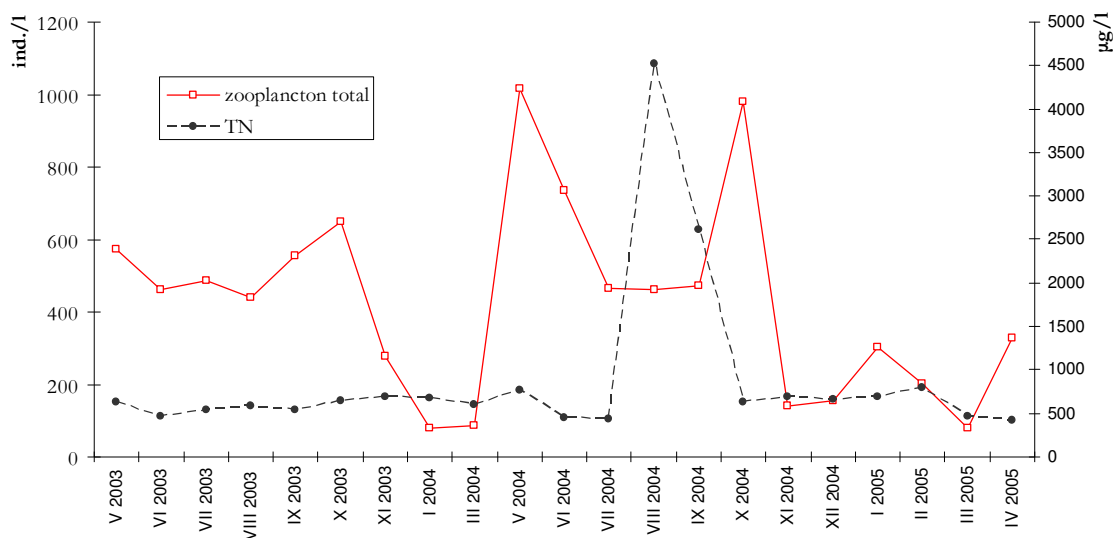
Valorile **pH**-ului în Lacul Știucii au variat între 4,79 (17.09.2003, 6 m) și 9,78 (23.10.2004, suprafață). Majoritatea s-au încadrat în intervalul 7-8, neexistând diferențe foarte mari de la o adâncime la alta. În iazul Țaga Mare valorile pH-ului au fost ridicate, alcaline, încadrându-se între 8,52 (24.07.2004, adâncimea maximă) și 11,13 (17.09.2003, 1 m).

Valorile **conductivității** au variat între 778  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (13.11.2003, 4-6 m) și 1539  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (22.09.2004, 6 m), înregistrându-se o medie a acestui parametru de 1062,80  $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 42,73$  pentru anul 2003 și 1156,41  $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 55,81$  pentru anul 2004.

**Salinitatea** (gradul de mineralizare al apei) variază similar cu conductivitatea. Valoarea medie a salinității măsurată în Lacul Știucii pe anul 2003 (mai – noiembrie) a fost de 566,33 mg/l  $\pm 22,87$  iar pentru anul 2004 (ianuarie – septembrie) a fost de 617,67 mg/l  $\pm 29,70$ .

Valoarea medie a salinității pentru iazul Țaga Mare pentru perioada septembrie 2003 - august 2004 a fost de 509,96 mg/l  $\pm 31,42$ . Valorile puțin mai ridicate pentru Lacul Știucii ar putea fi explicate de zăcămintul de sare prezent în această zonă, cu care probabil mai există schimburi fie pe calea tributurilor fie prin pînza freatică ce poate reprezenta pînă la 50% din totalul influxului de ape în perioada de vară (Șerban și Sorocovschi, 2003).

Valorile concentrației de **azot total** măsurat în Lacul Știucii au fost mai mult sau mai puțin constante în perioada de studiu (mai 2003 – aprilie 2005), înregistrînd o medie de 598,42  $\mu\text{g}/\text{l} \pm 50,2$ , cu excepția lunilor august și septembrie 2004, cînd acest parametru a depășit 2500  $\mu\text{g}/\text{l}$  (fig. III.1.2.). Aceste valori mari și-ar putea găsi explicația în cantitatea mare de precipitații căzute în luna anterioară acestei perioade (iulie 2004 – media lunară 174,5 mm - sursa: postul meteo Fizeșu Gherlii), precipitații care ar fi putut antrena cantități mari de nutrienți (în special compuși ai azotului) de pe terenurile agricole sau cele pășunate din jurul lacului. Un aspect interesant al variației concentrației azotului total este relația sa cu dinamica densității comunității de zooplancton (formată din copepode ciclopide, cladocere și rotifere mai mari de 50/55  $\mu\text{m}$ ). Deși nu sunt corelate (coeficientul de corelație de rang Spearman (-0,1026) este nesemnificativ statistic), se poate observa din fig. III.1.2. că valoarea maximă a concentrației azotului total din august 2004 este „încadrată” de un maximum de dezvoltare al zooplanctonului din mai 2004 (datorat cladocerelor și rotiferelor) și de un alt maxim al zooplanctonului din octombrie 2004 (datorat exclusiv rotiferelor). Avînd în vedere faptul că în lanțurile trofice lentiche nutrienții sunt necesari comunității fitoplanctonice care reprezintă la rîndul său sursă de hrană pentru zooplanctonul erbivor (format majoritar din cladocere și rotifere), putem concluziona că o astfel de evoluție nu poate fi întîmplătoare. Valorile azotului total măsurate în iazul piscicol Țaga Mare pentru perioada septembrie 2003 - august 2004 au fost mult mai mari comparativ cu cele din Lacul Știucii, înregistrîndu-se o medie de 1173,97  $\mu\text{g}/\text{l} \pm 323,72$  pentru primele 8 date de prelevare, în timp ce în luna august 2004, cantitatea de azot total măsurată a depășit 5500  $\mu\text{g}/\text{l}$ , variație similară cu situația din Lacul Știucii.

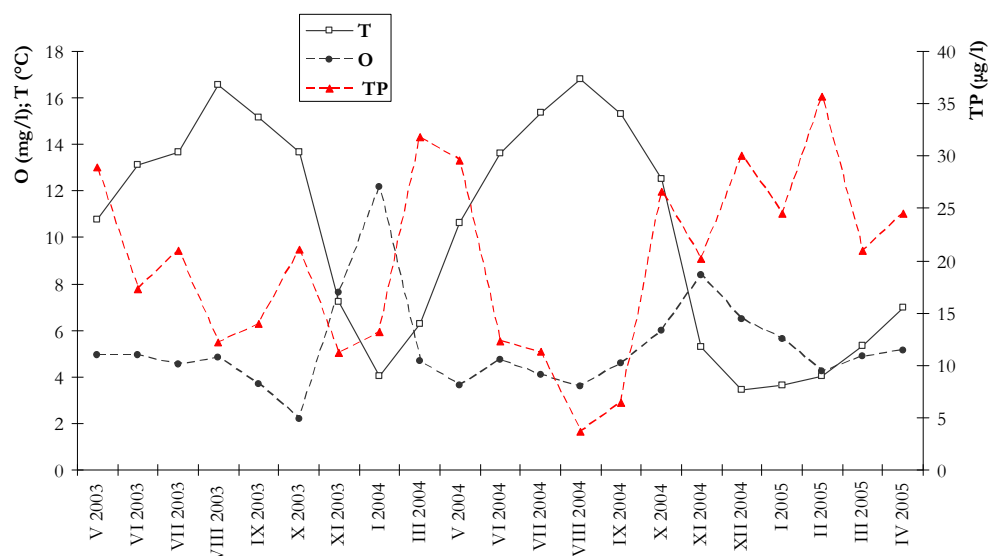


**Fig. III.1.2.** Variația concentrației de azot total (TN) și a densității zooplanctonului total din Lacul Știucii la cele 21 de date de colectare

**Fosforul total** măsurat în Lacul Știucii în perioada de studiu a înregistrat o medie de 19,82  $\mu\text{g/l} \pm 3,78$ . În lunile august și septembrie 2004 au fost înregistrate cele mai mici valori ale fosforului total, în opoziție cu valorile maxime ale azotului total din lunile respective. Și valorile fosforului total măsurate în iazul Țaga Mare au fost mult mai ridicate comparativ cu cele din Lacul Știucii, având o medie de 179,5  $\mu\text{g/l} \pm 50,32$  în perioada septembrie 2003 – august 2004.

**Nivelul de troficitate** al bazinelor acvatice se poate aprecia cu exactitate după cantitatea de compuși cu azot și fosfor prezenți în apă. Având în vedere faptul că în Lacul Știucii s-a surprins faza de amestec a maselor de apă în luna martie a anului 2004, valoarea fosforului total măsurată la această dată (de 31,788  $\mu\text{g/l}$ ) încadrează acest lac în categoria mezotrof – eutrof din punctul de vedere al standardelor **OECD** (1982). Pentru Țaga Mare, media concentrației de fosfor total din timpul amestecului de primăvară din martie – mai 2004 (127,85  $\mu\text{g/l}$ ) arată gradul de hipertrofie a acestui bazin.

Se observă o corelație negativă puternică între valorile medii ale temperaturii și ale oxigenului dizolvat în cele 21 de date de prelevare, cunoscut fiind faptul că la temperaturi scăzute cantitatea de oxigen dizolvat este mare. Această dinamică este reprezentată în fig. III.1.3., alături de variația concentrației de fosfor total, care se corelează negativ cu temperatura.



**Fig. III.1.3.** Variația mediilor temperaturii (T), oxigenului dizolvat (O) și fosforului total (TP) în cele 21 de date de prelevare din Lacul Știucii

### III.2. Compoziția calitativă a comunităților de crustacee planctonice

În perioada de studiu cuprinsă între lunile mai 2003 și aprilie 2005 au fost identificate în total 26 de specii de cladocere și copepode ciclopide din Lacul Știucii și iazul Țaga Mare, 19 specii doar în primul bazin acvatic, 12 specii doar în al doilea și 5 specii comune (tabel III.2.1.).

**Un număr de 15 specii de cladocere a fost prezent în lacurile studiate**, 10 specii în Lacul Știucii și 9 în Țaga Mare: *Alona rectangula*, *Bosmina longirostris* (fig. III.2.1.), *Ceriodaphnia pulchella* (fig. III.2.2.), *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata* (fig. III.2.3.), *Daphnia galeata*, *Diaphanosoma orghidani*, *Graptoleberis testudinaria*, *Ilyocryptus sordidus*, *Leydigia acanthocercoides*, *Moina brachiata*, *Pleuroxus aduncus*, *Pleuroxus laevis*, *Scapholeberis mucronata* și *Simocephalus vetulus*. Majoritatea cladocerelor indentificate au fost femele partenogenetice cu ouă sau fără; în proporție mai mică au fost prezenți masculi de cladocere și femele gamogenetice.

**În cele două lacuri studiate au fost identificate în total 11 specii de copepode ciclopide**, 9 specii în Lacul Știucii, 3 în Țaga Mare, doar *Cyclops vicinus* fiind comună în cele două bazine: *Acanthocyclops vernalis*, *Cryptocyclops bicolor*, *Cyclops vicinus* (fig. III.2.5.), *Encyclops macruroides*, *Encyclops serrulatus*, *Macrocyclus albidus*, *Macrocyclus distinctus*, *Megacyclops viridis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus* (fig. III.2.6.) și *Thermocyclops oithonoides* (fig. III.2.7.). În general, numărul indivizilor aflați în diferite stadii ontogenetice preadulte poate depăși de 10-20 de ori numărul indivizilor adulți de copepode (Pleșa și Müller, 2002). Această situație este caracteristică și lacurilor studiate, unde nauplii și copepodii (fig. III.2.4.) au fost prezenți în toate datele de prelevare și la toate adâncimile. Avînd în vedere faptul că sunt imposibile identificările taxonomice la nivelul acestor stadii, ei au fost consemnați și analizați ca atare.

În ambele bazine acvatice studiate, pe lângă speciile de microcrustacee planctonice au fost identificate rotifere, care au fost considerate în prelucrările cantitative ca grup. 8 genuri de rotifere au fost identificate în Lacul Știucii și 6 în Țaga Mare, însă datorită modului de prelevare a probelor, utilizând un fileu zooplanctonic pentru crustacee cu dimensiunile ochiului mai mari de 50/55 µm, doar rotiferele ce depășesc această dimensiune au putut fi considerate.

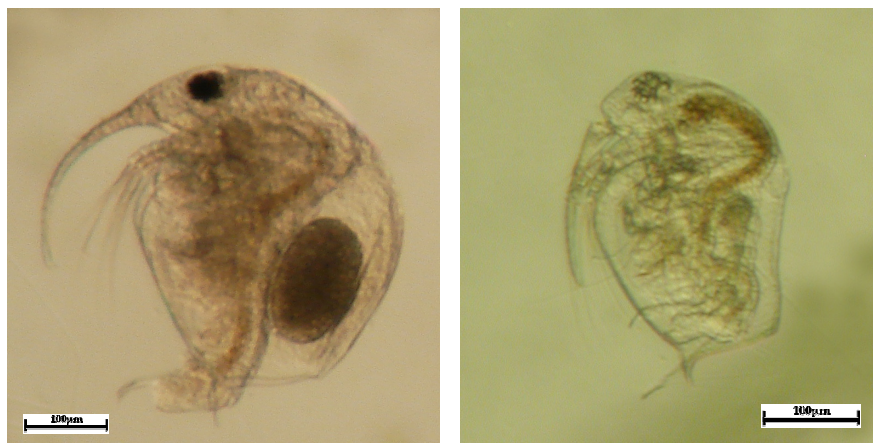
**Tabel III.2.1.** Lista speciilor de cladocere și copepode identificate în Lacul Știucii (stațiile **S1, S2, S3**) și iazul piscicol Țaga Mare (stația **T1**) în 2003-2005

| <b>TAXONI</b>                                                    | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>T1</b> |
|------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Subordinul CLADOCERA*</b>                                     |           |           |           |           |
| <b>Infraordinul Ctenopoda</b>                                    |           |           |           |           |
| <b>Familia Sididae</b>                                           |           |           |           |           |
| <i>Diaphanosoma orghidani</i> Negrea, 1982                       | -         | -         | -         | ✓         |
| <b>Infraordinul Anomopoda</b>                                    |           |           |           |           |
| <b>Familia Daphniidae</b>                                        |           |           |           |           |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862                         | ✓         | ✓         | ✓         | ✓         |
| <i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862                              | ✓         | ✓         | ✓         | -         |
| <i>Daphnia galeata</i> Sars, 1864                                | -         | -         | -         | ✓         |
| <i>Scapholeberis mucronata</i> O.F. Müller, 1776                 | -         | -         | ✓         | -         |
| <i>Simocephalus vetulus</i> O.F. Müller, 1776                    | ✓         | ✓         | ✓         | -         |
| <b>Familia Moinidae</b>                                          |           |           |           |           |
| <i>Moina brachiata</i> Jurine, 1820                              | -         | -         | -         | ✓         |
| <b>Familia Bosminidae</b>                                        |           |           |           |           |
| <i>Bosmina longirostris</i> O.F. Müller, 1776                    | ✓         | ✓         | ✓         | ✓         |
| <b>Familia Euryceridae</b>                                       |           |           |           |           |
| <i>Alona rectangula</i> Sars, 1862                               | ✓         | ✓         | ✓         | ✓         |
| <i>Chydorus sphaericus</i> O.F. Müller, 1776 (emend. Frey, 1980) | ✓         | ✓         | ✓         | ✓         |
| <i>Graptoleberis testudinaria</i> Fischer, 1848                  | -         | ✓         | ✓         | -         |
| <i>Leydigia acanthocercoides</i> Fischer, 1854                   | -         | -         | -         | ✓         |
| <i>Pleuroxus aduncus</i> Jurine, 1820                            | ✓         | ✓         | ✓         | -         |
| <i>Pleuroxus laevis</i> Sars, 1862                               | ✓         | ✓         | ✓         | -         |
| <b>Familia Macrothricidae</b>                                    |           |           |           |           |
| <i>Ilyocryptus sordidus</i> Liévin, 1848                         | -         | -         | -         | ✓         |
| <b>Subclasa COPEPODA**</b>                                       |           |           |           |           |
| <b>Familia Cyclopidae</b>                                        |           |           |           |           |
| <b>Subfamilia Eucyclopinae</b>                                   |           |           |           |           |
| <i>Eucyclops macrurus</i> Lilljeborg, 1901                       | -         | ✓         | ✓         | -         |
| <i>Eucyclops serrulatus</i> Lilljeborg, 1901                     | -         | -         | ✓         | -         |
| <i>Macrocyclops albidus</i> Jurine, 1820                         | -         | ✓         | ✓         | -         |
| <i>Macrocyclops distinctus</i> Richard, 1887                     | -         | ✓         | ✓         | -         |
| <b>Subfamilia Cyclopinae</b>                                     |           |           |           |           |
| <i>Acanthocyclops vernalis</i> Fischer, 1863                     | -         | -         | -         | ✓         |
| <i>Cryptocyclops bicolor</i> Sars, 1863                          | -         | ✓         | ✓         | -         |
| <i>Cyclops vicinus</i> Ulianine, 1875                            | ✓         | ✓         | ✓         | ✓         |
| <i>Megacyclops viridis</i> Jurine, 1820                          | -         | ✓         | ✓         | -         |
| <i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus, 1857                         | ✓         | ✓         | ✓         | -         |
| <i>Thermocyclops crassus</i> Fischer, 1853                       | ✓         | ✓         | ✓         | -         |
| <i>Thermocyclops oithonoides</i> Sars, 1863                      | -         | -         | -         | ✓         |

\* încadrare taxonomică după Negrea, 2007; ordinea familiilor după Negrea și colab., 1999; speciile sunt ordonate alfabetic în cadrul familiilor;

\*\* încadrare taxonomică după Dussart și Defaye, 2006 și Iepure, 2007; speciile sunt ordonate alfabetic în cadrul subfamiliilor.





**Fig. III.2.1.** *Bosmina longirostris* din Lacul Ştiucii: stînga - femelă gamogenetică (17.12.2004); dreapta - mascul (27.11.2004)



**Fig. III.2.2.** *Ceriodaphnia pulchella* din Lacul Ştiucii: stînga – femelă gamogenetică (14.10.2003); centru – femelă partenogenetică neovigeră (14.10.2003); dreapta – mascul(23.10.2004)

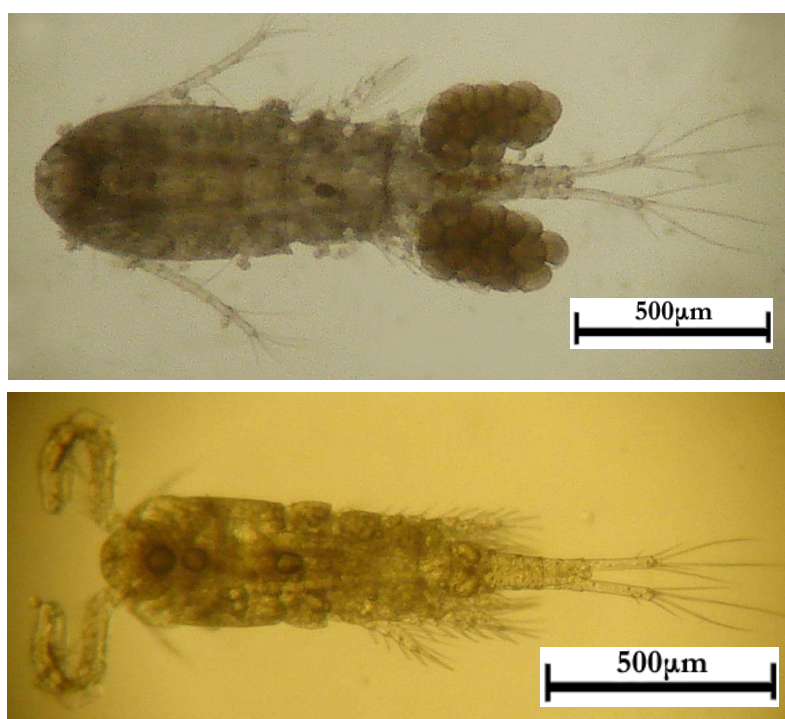


**Fig. III.2.3.** *Daphnia cucullata* din Lacul Ştiucii: stînga - femelă partenogenetică neovigeră, 17.12.2004; mijloc - femelă gamogenetică, 17.12.2004; dreapta – mascul, 14.10.03



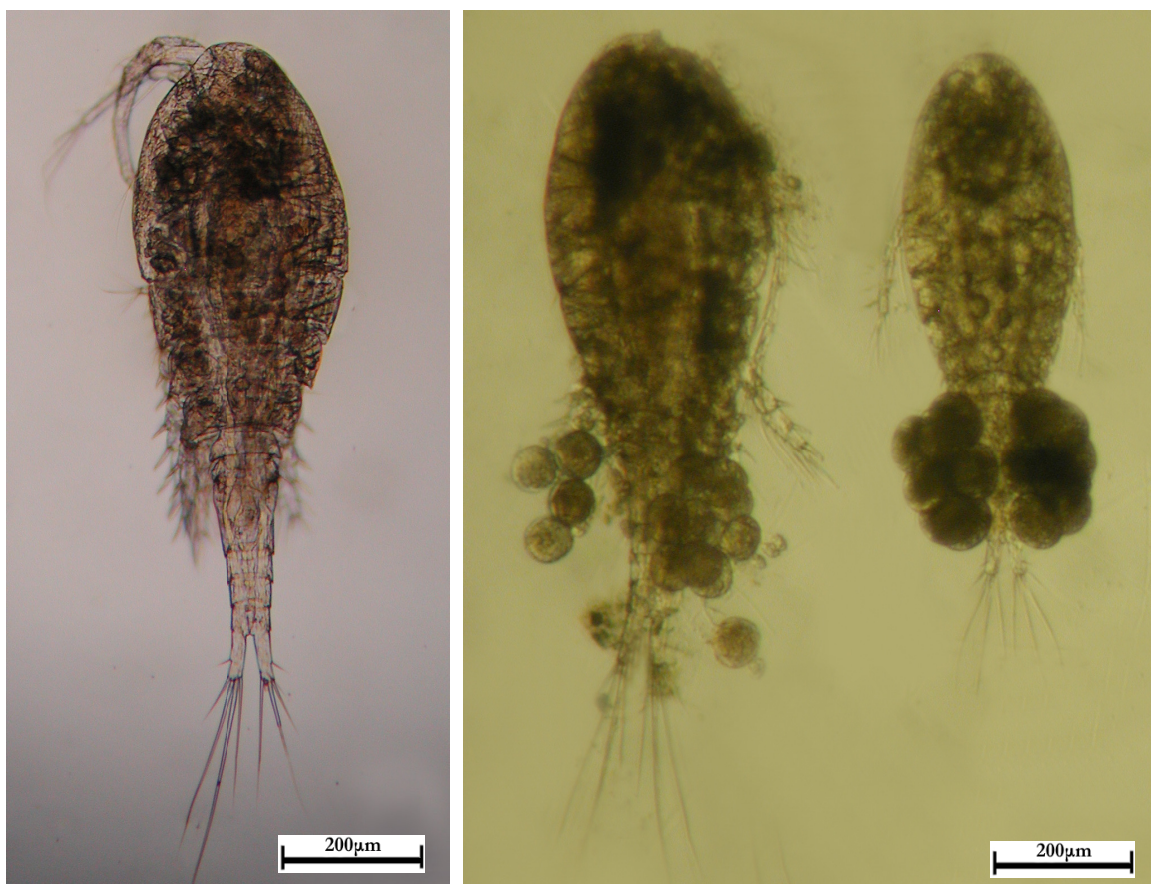


**Fig. III.2.4.** Nauplii și copepodiți din Lacul Știucii, 28.01.2005 (stînga); copepodit hrănindu-se cu alt copepodit, Lacul Știucii, 20.08.2003 (dreapta)

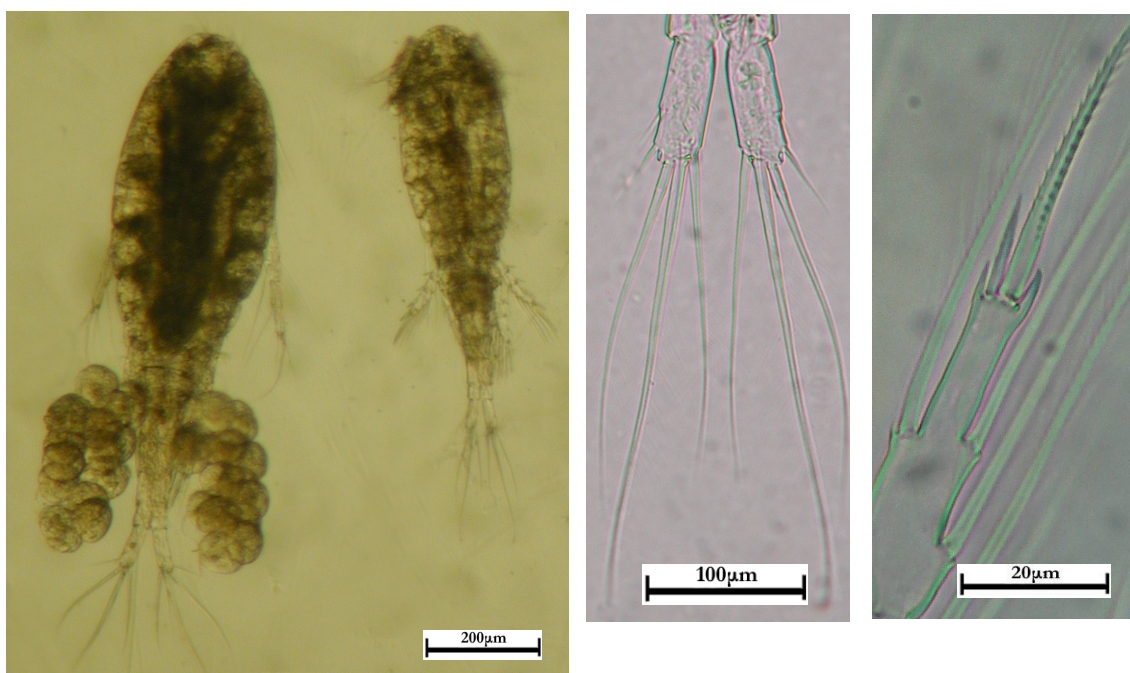


**Fig. III.2.5.** *Cyclops vicinus*: femelă cu saci ovigeri din Lacul Știucii, 17.12.2004 (sus); mascul din iazul Țaga Mare, 21.11.2003 (jos)





**Fig. III.2.6.** *Mesocyclops leuckarti*, femelă, 23.04.2005 din Lacul Știucii (stînga);  
*Mesocyclops leuckarti* (în stînga) alături de *Thermocyclops crassus* (în dreapta),  
 femele ovigere, Lacul Știucii, 30.08.2004 (foto dreapta)



**Fig. III.2.7.** *Thermocyclops oithonoides* din iazul Țaga Mare: femelă ovigeră alături de mascul, 29.06.2004  
 (stînga); mascul, ramuri furcale, 29.06.2004 (mijloc); peri de pe ultimul segment al endopodului perechi  
 nr. 4 de picioare, important caracter de identificare (dreapta)

În ceea ce privește **compoziția calitativă din cele două lacuri semnalată pînă la momentul realizării studiului de față (2003-2005), Lacul Știucii** nu a fost regăsit ca locație nici în lucrările lui Daday consultate, dar nici în conspectul faunistic și corologic al cladocerilor realizat de Negrea (1962). Primele informații despre comunitatea de cladocere și copepode ciclopide din Lacul Știucii au fost incluse în două lucrări de disertație susținute la Universitatea “Babeș-Bolyai”, Cluj-Napoca (Echim, 2000; Mara, 2000). Au fost identificate șase specii de cladocere și trei de copepode ciclopide în perioada noiembrie 1998 - octombrie 1999. O trecere în revistă a principalelor specii de cladocere și copepode ciclopide este realizată de Gudas (2004) pentru perioada ianuarie 2001 - decembrie 2002. În prezentul studiu nu au fost regăsite speciile *Daphnia galeata galeata* și *Tropocyclops prasinus prasinus*, **dar au fost identificate în plus patru specii de cladocere (*Simocephalus vetulus*, *Graptoleberis testudinaria*, *Pleuroxus aduncus* și *Pleuroxus laevis*) și șase de copepode ciclopide (*Eucyclops macrurides*, *E. serrulatus*, *Macrocyclus albidus*, *M. distinctus*, *Cryptocyclops bicolor* și *Megacyclus viridis*)**.

Pentru iazul piscicol **Țaga Mare** primele informații datează de la sfîrșitul secolului XIX, cînd Daday publică o serie de lucrări despre fauna de crustacee din acest bazin acvatic (Daday, 1884). Sintetizînd datele ce au putut fi consultate, sunt semnalate 27 de specii de cladocere și 10 specii de copepode (8 ciclopide, 1 harpacticoid și 1 calanoid) descrise de Daday pentru Țaga Mare (“*Czgei tó*”). Aceste date au fost revizuite de Negrea (1966) pentru cladocere și de Pleșa (1957) pentru ciclopide. Următoarele informații privitoare la zooplanctonul iazului Țaga Mare datează din 1984, grație rezultatelor unui proiect realizat de Stațiunea de Cercetare și Producție Piscicolă Podu Iloaiei (Laboratorul de Acvacultură și Ecologie Acvatică, Piatra-Neamț). **Analizînd aceste date anterioare, putem concluziona că speciile de cladocere: *Diaphanosoma orghidani*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Leydigia acanthocercoides* și *Ilyocryptus sordidus*, alături de speciile de ciclopide: *Cyclops vicinus* și *Thermocyclops oithonoides* sunt la prima citare pentru iazul Țaga Mare.**

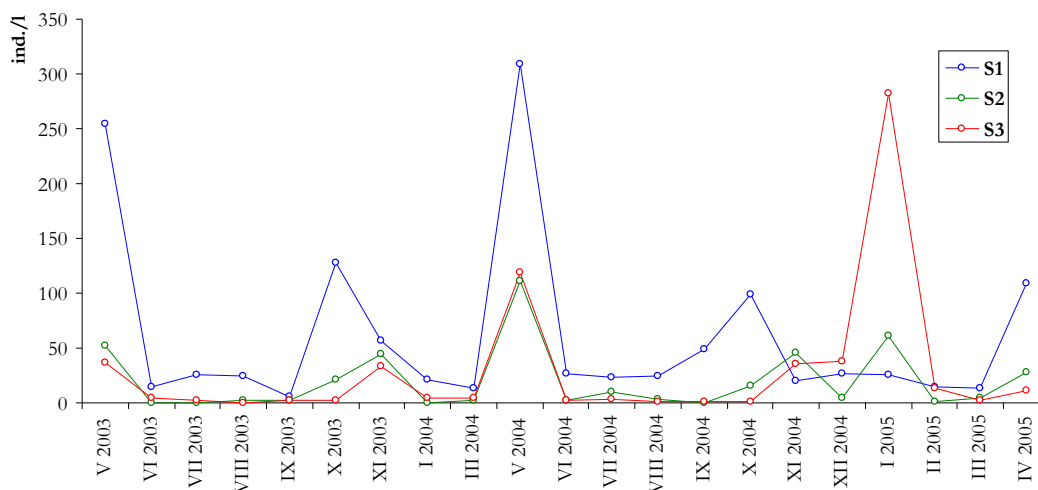
### III.3. Dinamica densității zooplanctonului

Densitatea numerică (numărul de indivizi raportat la unitatea de volum) reprezintă un parametru esențial în caracterizarea din punct de vedere cantitativ a comunităților biotice din bazinele acvatice. Pentru cele două bazine considerate, Lacul Știucii și iazul piscicol Țaga Mare, s-a calculat atît densitatea microcrustaceelor cît și cea a rotiferelor cu dimensiuni mai mari de 50/55  $\mu\text{m}$ , adică cele reținute de fileul zooplanctonic de prelevare a probelor.

**Dinamica densității speciilor comune** din Lacul Știucii confirmă tiparele generale descrise în literatura de specialitate pentru grupele studiate. Avînd în vedere faptul că în comunitatea de microcrustacee zooplanctonice din lacuri există cîteva specii ce realizează densități ridicate și sunt prezente cu frecvență crescută de-a lungul unui an calendaristic, în funcție de

particularitățile ciclului lor de viață, putem face distincția între specii comune (abundente) și specii sporadice. Pentru definirea speciilor comune de cladocere și copepode ciclopide din Lacul Știucii au fost stabilite câteva norme bazate pe argumente cantitative. Astfel, au fost considerate cinci specii comune (trei de cladocere: *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Daphnia cucullata* și două de copepode: *Cyclops vicinus*, *Thermocyclops crassus*) pe baza următoarelor criterii: speciile au fost prezente la toate cele trei stațiile de colectare (**S1**, **S2** și **S3**); speciile au fost prezente la cel puțin jumătate din datele de prelevare; speciile au înregistrat pentru toate lunile și adâncimile o valoare medie a densității mai mare de 1 individ/l.

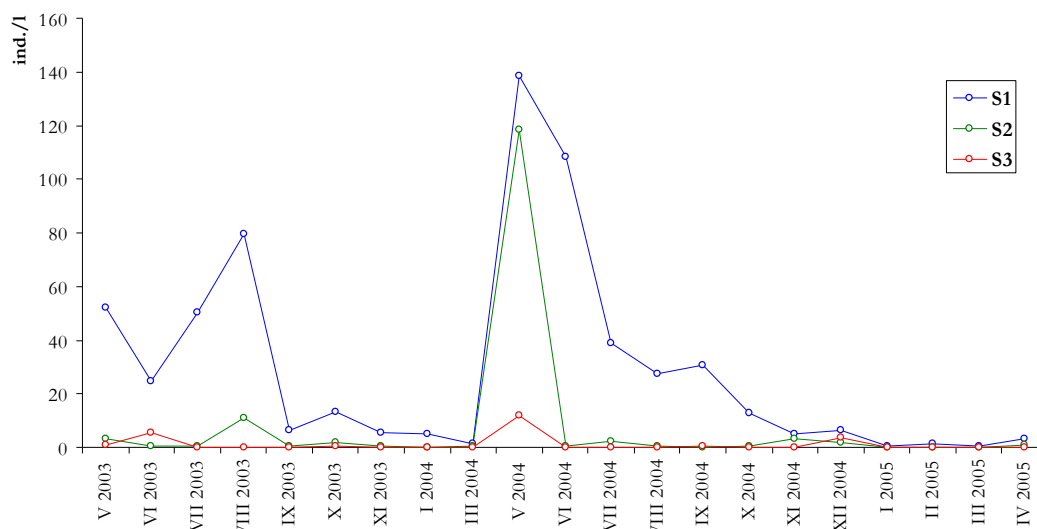
Specia *Bosmina longirostris* a fost găsită la toate stațiile de prelevare din Lacul Știucii, la toate orizonturile de adâncime, înregistrând densități crescute ce au depășit în mod excepțional chiar valori de 500 ind./l (în luna mai 2004, **S1**, 2m adâncime). Figura III.3.1. prezintă variația densității acestei specii la cele trei stații de prelevare din Lacul Știucii, valorile luate în calcul fiind mediile pe orizonturile de adâncime aferente fiecărei stații. Se pot observa la stația **S1** două maxime de dezvoltare ale acestei specii într-un an calendaristic: unul primăvara și unul toamna, ce urmează cu siguranță variațiile comunității de alge planctonice ce le servește drept hrană. Interesant este că în stațiile **S2** și **S3** există maximele de primăvară, însă cele de toamnă sunt decalate: specia înregistrează densități maxime în lunile reci, reușind să câștige pe anotimpul de iarnă competiția cu specia perenă *Daphnia cucullata*, care are densități mai mici la aceste stații.



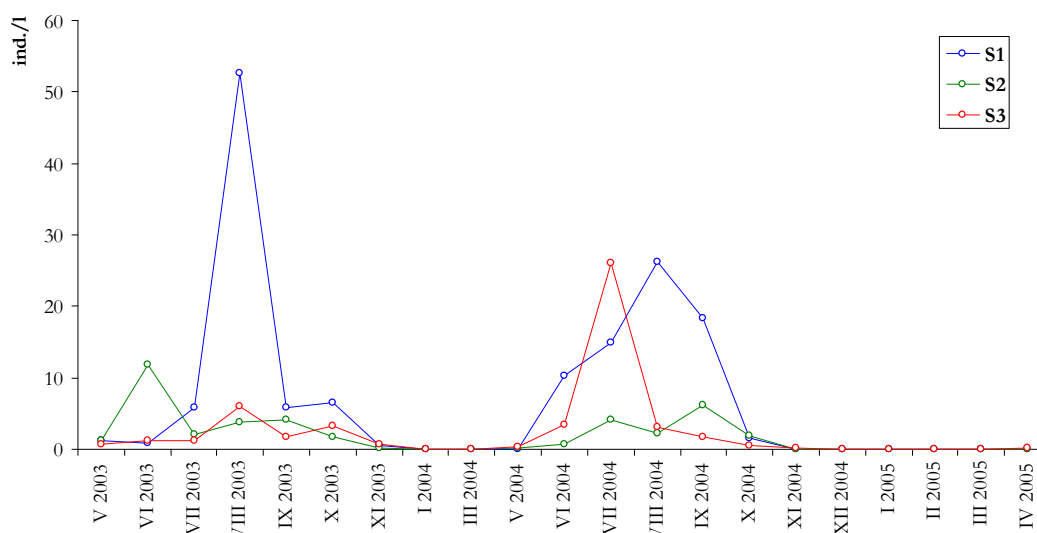
**Fig. III.3.1.** Dinamica densităților medii pentru specia comună de cladocer *Bosmina longirostris* în Lacul Știucii la cele 21 de date de prelevare

Din figura III.3.2. ce prezintă variația valorilor medii lunare a densității speciei *Daphnia cucullata* la stațiile de prelevare se observă o dinamică similară cu *B. longirostris*, fiind prezente vîrfurile de dezvoltare de primăvară și de toamnă. Totuși, *D. cucullata* realizează densități crescute și vara și este prezentă și iarna sub pod de gheață, chiar dacă în număr mai mic decît prima specie. A treia specie comună din Lacul Știucii, cladocerul *Ceriodaphnia pulchella*, este o specie “estivală”,

care nu este întâlnită în anotimpul rece (fig. III.3.3.). Dezvoltarea maximă se înregistrează vara, specia atingând valori crescute ale densității și primăvara și toamna.



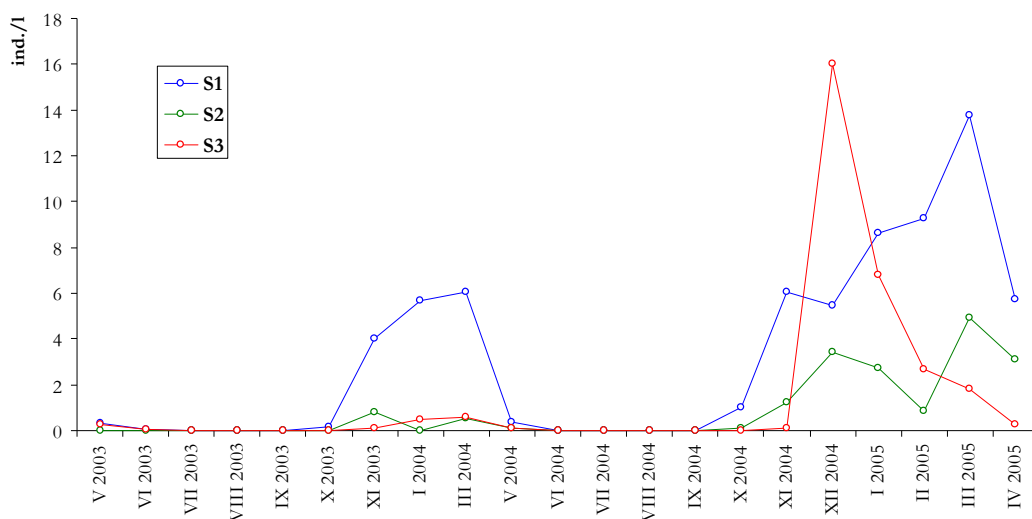
**Fig. III.3.2.** Dinamica densităților medii pentru specia comună de cladocer *Daphnia cucullata* în Lacul Știucii la cele 21 de date de prelevare



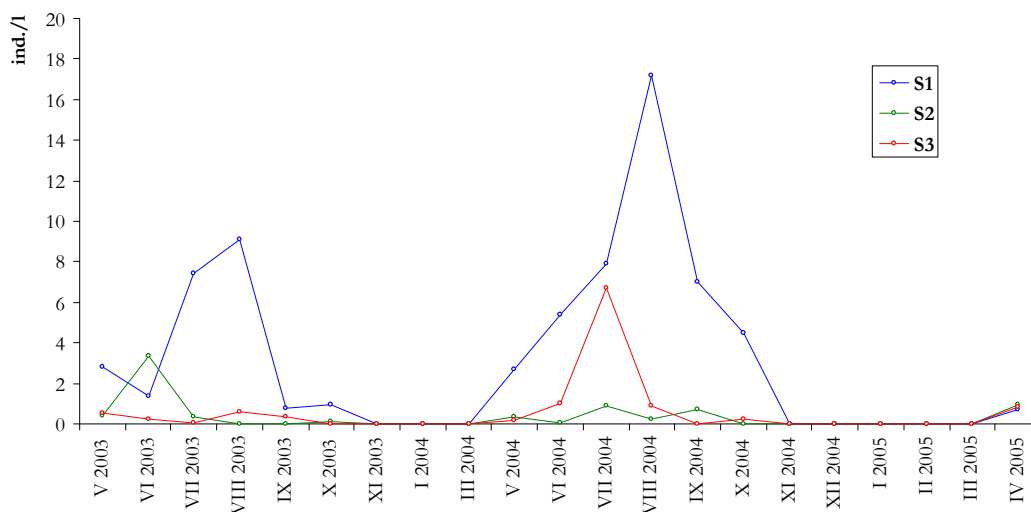
**Fig. III.3.3.** Dinamica densităților medii pentru specia comună de cladocer *Ceriodaphnia pulchella* în Lacul Știucii la cele 21 de date de prelevare

În ceea ce privește comunitatea de copepode ciclopide, *Cyclops vicinus* este una din cele două specii dominante în Lacul Știucii, specie stenotermă de ape reci, identificată ca adulți (masculi și femele ovigere și neovigere) de la sfârșitul toamnei până primăvara, în ambii ani de prelevări (fig. III.3.4.). Această variație sezonieră a speciei *C. vicinus* se înscrie în tiparele generale descrise în literatura de specialitate, unde se vorbește de diapauza de vară caracteristică acesteia, care începe la sfârșitul primăverii și durează până la începutul toamnei (Hansen și Santer, 2003).

O variație diametral opusă a înregistrat a doua specie comună de copepode din Lacul Știucii, *Thermocyclops crassus*, specie iubitoare de căldură, deci prezentă ca adulți (masculi și femele ovigere și neovigere) doar primăvara, vara și la începutul toamnei (fig. III.3.5.), această specie intrând în diapauză în anotimpul de iarnă.



**Fig. III.3.4.** Dinamica densității medii pentru specia comună de copepod *Cyclops vicinus* (adulți) în Lacul Știucii la cele 21 de date de prelevare

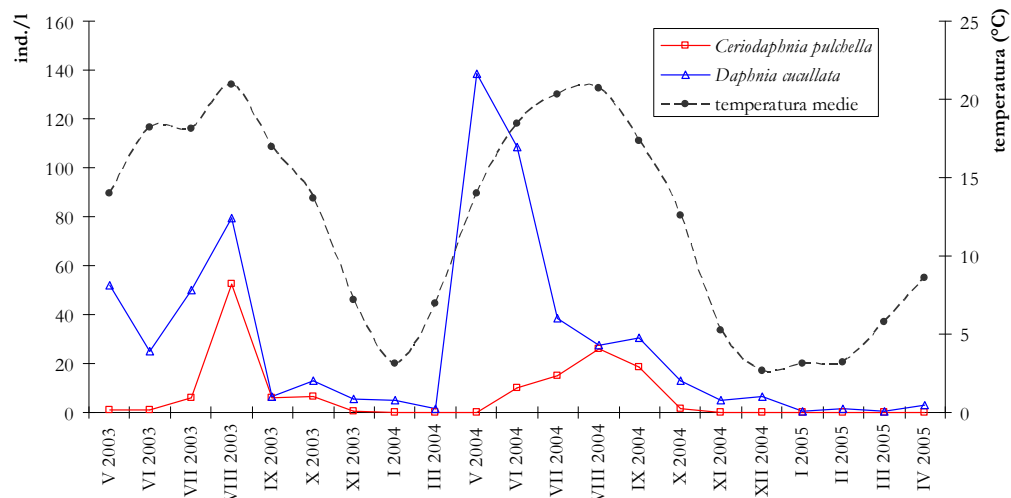


**Fig. III.3.5.** Dinamica densității medii pentru specia comună de copepod *Thermocyclops crassus* în Lacul Știucii la cele 21 de date de prelevare

Dacă luăm în considerare corelațiile dintre parametrii fizico-chimici și speciile comune, se poate observa că *Ceriodaphnia pulchella* și *Daphnia cucullata* au înregistrat o corelație pozitivă semnificativă cu temperatura medie lunară (și negativă cu oxigenul dizolvat), corelație ce este mai puternică la specia estivală (pentru *C. pulchella* coeficientul Spearman este 0,959), deoarece

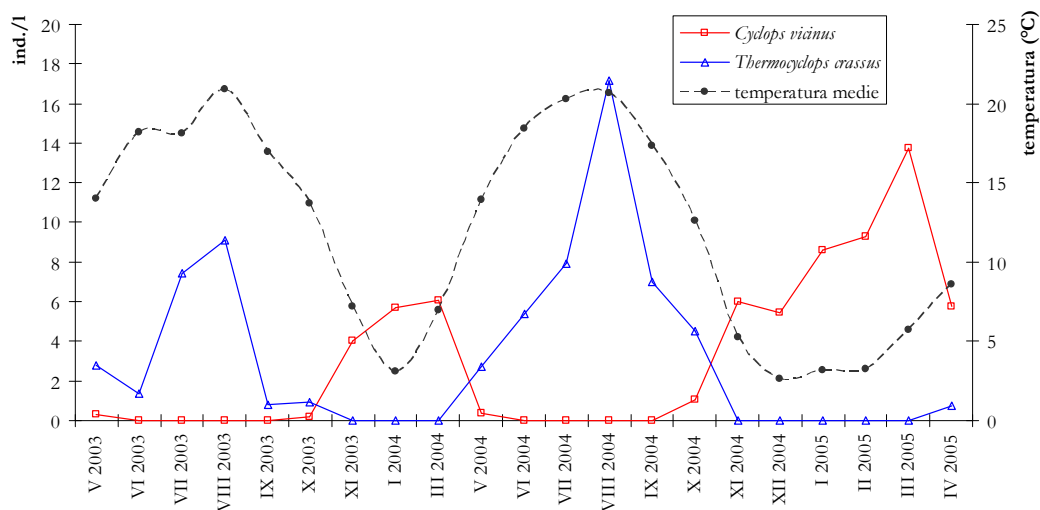


temperatura este factorul determinant în reglarea ciclului de viață la cladocere, mai ales la cele absente din pelagial pe perioada rece (fig. III.3.6).



**Fig. III.3.6.** Variația densităților medii lunare pentru speciile comune de cladocere din Lacul Știucii, S1, alături de dinamica valorilor medii de temperatură la datele de prelevare

Specia *Thermocyclops crassus* a înregistrat de asemenea o corelație pozitivă puternic semnificativă cu temperatura medie lunară, pe când *Cyclops vicinus* a înregistrat tot o corelație puternic semnificativă din punct de vedere statistic, însă negativă: fiind o specie iubitoare de ape reci, densitatea sa este mare la temperaturi scăzute (fig. III.3.7.).

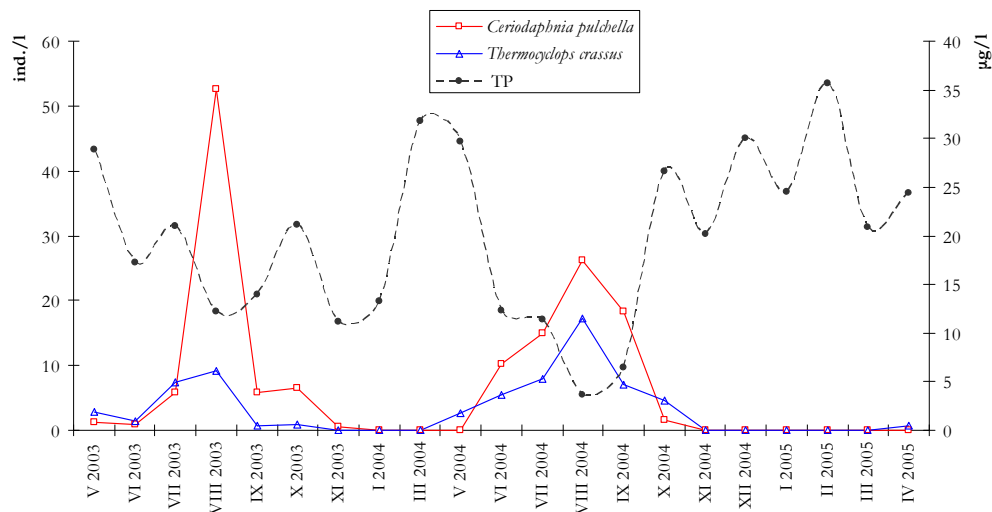


**Fig. III.3.7.** Variația densităților medii lunare a speciilor comune de copepode din Lacul Știucii, S1, alături de dinamica valorilor medii de temperatură la datele de prelevare

Un aspect interesant al corelațiilor dintre densitățile speciilor comune și parametri fizico-chimici este corelația negativă semnificativă dintre concentrația fosforului total și densitatea speciilor erbivore (*Ceriodaphnia pulchella*) sau a celor erbivore/carnivore (*Thermocyclops crassus* în acest caz) (fig. III.3.8.). Fosforul, fiind unul dintre cei mai importanți factori limitativi pentru



creșterea algelor fitoplanctonice, hrana zooplanctonului erbivor (Mcqueen și colab., 1986), poate oglindi prin valorile sale scăzute, o proliferare a algelor, care atrage după sine o dezvoltare a densității erbivorelor (rotifere, majoritatea cladocercilor, specii de copepode ciclopide). Totuși, este important să ținem cont de faptul că nutrienții influențează doar indirect comunitatea de zooplancton, neavând un efect atât de pregnant ca temperatura sau ciclul zi/noapte.



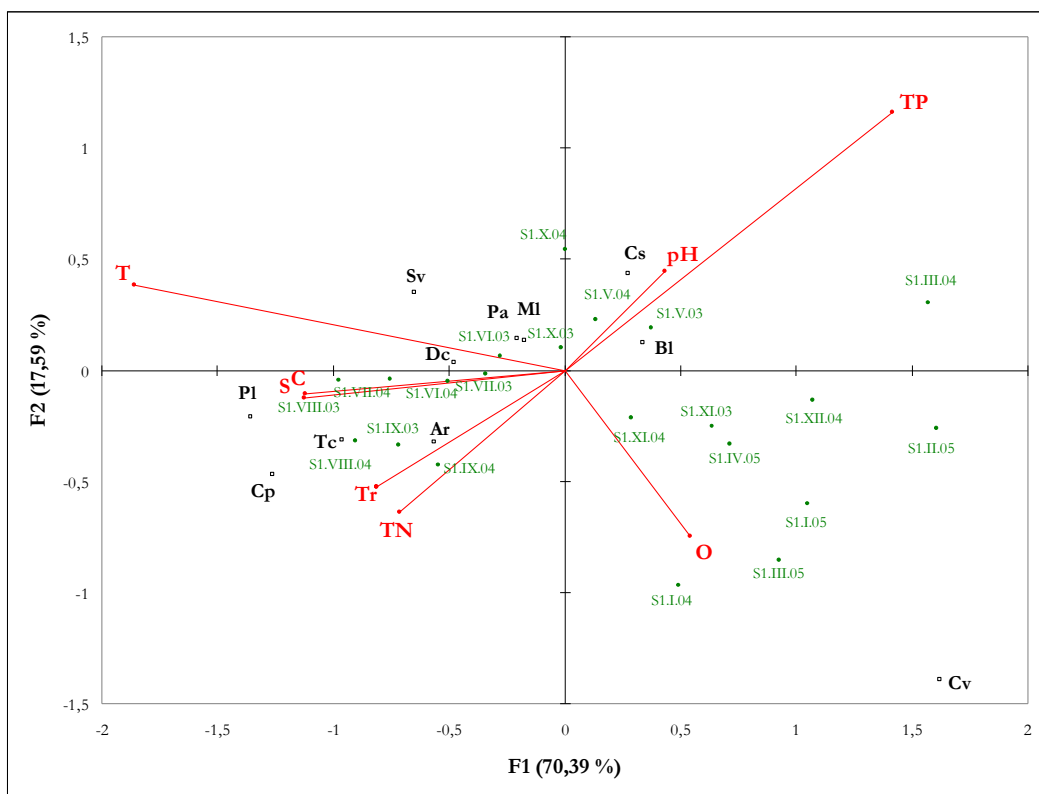
**Fig. III.3.8.** Variația densităților medii a speciilor erbivore *Ceriodaphnia pulchella* și *Thermocyclops crassus* din Lacul Știucii, alături de dinamica fosforului total (TP)

La toate stațiile, adâncimile și lunile, stadiile imature de copepode ciclopide au dominat numeric, situație normală pentru zooplanctonul lacurilor temperate.

În definirea **speciilor comune de cladocere și copepode ciclopide din iazul piscicol Țaga Mare** au fost alese speciile prezente la stația de prelevare (T1) în cel puțin jumătate din datele de prelevare și cele ale căror densități medii pe adâncimi și pe toate datele de prelevare au depășit 5 ind./l. Trei specii au îndeplinit normele stabilite, una de cladocere (*Bosmina longirostris*) și două de copepode (*Cyclops vicinus*; *Thermocyclops oithonoides*). Iarna există doar o specie de copepode ciclopide ce atinge maximum de dezvoltare (*Cyclops vicinus*), în timp ce *Thermocyclops oithonoides* a fost identificată doar în lunile călduroase. Alternanța ciclurilor de viață pentru speciile de copepode ciclopide din același bazin acvatic este semnalată des în literatura de specialitate, iar cele două specii ce co-există în același interval de timp trebuie să își diversifice nișele trofice pentru a putea supraviețui împreună.

**Poziția speciilor în raport cu gradientii factorilor de mediu** se poate vizualiza prin diagrame de ordonare realizate cu ajutorul analizei de corespondență canonică (CCA), realizate pentru lucrarea de față la stația de maximă adâncime a Lacului Știucii (S1) pentru cele 21 de date de prelevare a probelor de microcrustacee zooplanctonice (fig. III.3.9.). Din punct de vedere al temperaturii, se poate vedea că speciile *Daphnia cucullata*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Thermocyclops crassus*, *Pleuroxus laevis*, *P. aduncus*, *Alona rectangulara*, *Mesocyclops leuckarti* au fost găsite în general la datele de

prelevare caracterizate de temperaturi crescute, în timp ce, dimpotrivă, *Cyclops vicinus* este prezent în probele prelevate la date cu temperaturi scăzute. *C. pulchella* și *T. crassus* realizează densități mari la cantități mici de fosfor total. Corelația pozitivă dintre conductivitate și densitățile speciilor *Ceriodaphnia pulchella*, *Thermocyclops crassus*, *Pleuroxus laevis* și *Alona rectangula* ar putea fi pus pe seama faptului că vara valorile conductivității au fost mai mari comparativ cu cele din anotimpul rece, probabil datorită evaporăției și concentrării sărurilor în lac în sezonul estival.



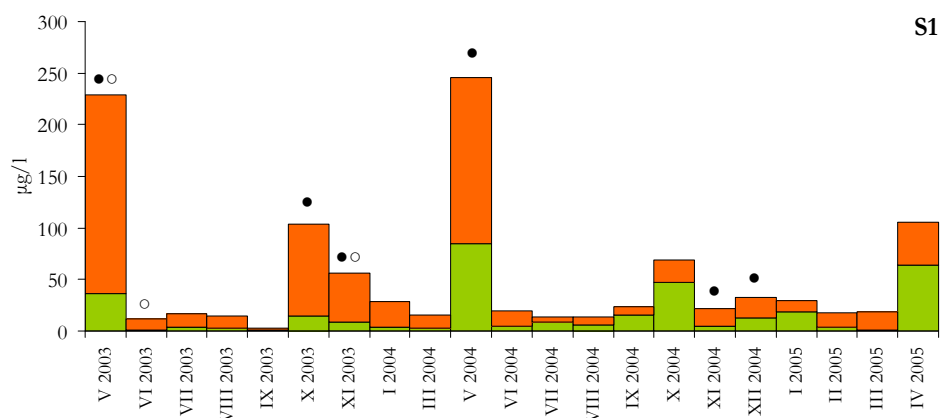
**Fig. III.3.9.** Diagrama de ordonare realizată prin analiza de corespondență canonică (CCA) pe baza parametrilor fizico-chimici măsurați și a valorilor medii lunare de densitate pentru speciile prezente la stația de maximă adâncime S1 din Lacul Știucii la cele 21 de date de prelevare (notate cu cifre romane) (S1 – stația 1, T – temperatura; O – oxigen dizolvat; C – conductivitatea; S – salinitatea; TP – concentrația de fosfor total; TN – concentrația de azot total; Tr – transparentă; Ar – *Alona rectangula*; Bl – *Bosmina longirostris*; Cp – *Ceriodaphnia pulchella*; Cs – *Clydorus sphaericus*; Dc – *Daphnia cucullata*; Pa – *Pleuroxus aduncus*; Pl – *Pleuroxus laevis*; Sv – *Simocephalus vetulus*; Cv – *Cyclops vicinus*; MI – *Mesocyclops leuckarti*; Tc – *Thermocyclops crassus*); axele F1 și F2: 87,98 %

#### III.4. Estimarea biomasei crustaceelor planctonice

Biomasa microcrustaceelor zooplanctonice la cele 21 de date de prelevare din Lacul Știucii și 9 date din iazul piscicol Țaga Mare a fost estimată folosind metoda ecuațiilor de regresie, ce leagă lungimea măsurată a organismelor de greutatea lor (greutatea uscată în cele mai multe cazuri), folosind ecuații preluate din literatura de specialitate.

Biomasa individuală mică a speciei comune de cladocer *Bosmina longirostris* este compensată de numărul mare de indivizi identificați la toate cele trei stațiile de prelevare din Lacul Știucii. Astfel, în ciuda taliei mici a acestei specii (variația lungimii s-a încadrat între 0,175 și 0,575 mm la

datele de prelevare), *B. longirostris* a înregistrat cele mai mari valori de biomasă dintre speciile de cladocere, depășind chiar 300  $\mu\text{g/l}$  (în luna ianuarie 2005 la stația **S3**), cu o medie de 52,40  $\mu\text{g/l}$  în stația **S1**, 16,84  $\mu\text{g/l}$  în stația **S2** și 29,12  $\mu\text{g/l}$  în stația **S3** (fig. III.4.1.).

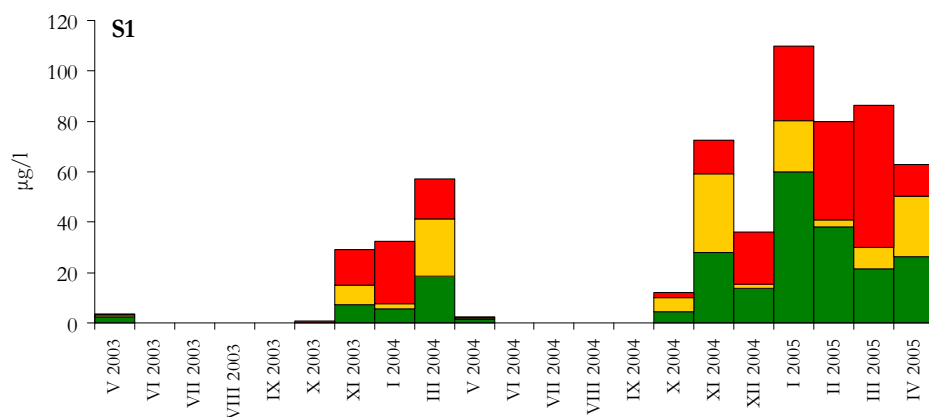


**Fig. III.4.1.** Dinamica biomasei speciei comune de cladocer *Bosmina longirostris* (greutate uscată;  $\mu\text{g/l}$ ) în Lacul Știucii la stația **S1**; ■ femele partenogenetice neovigere; ■ femele partenogenetice ovigere; ● femele gamogenetice prezente; ○ masculi prezenți

*Daphnia cucullata*, o specie de talie mare (cu lungimea totală ajungând pînă la 1,3-1,4 mm la datele de prelevare) a realizat valori mai mici de biomasă comparativ cu *B. longirostris*, atîngînd o medie de 34,31  $\mu\text{g/l}$  la stația **S1**, 4,76  $\mu\text{g/l}$  la stația **S2** și doar 1,29  $\mu\text{g/l}$  la stația **S3**. Maximele înregistrate de *D. cucullata* au fost în general primăvara/vara la toate cele trei stațiile din Lacul Știucii, deși ea a fost întîlnită și sub pod de gheață.

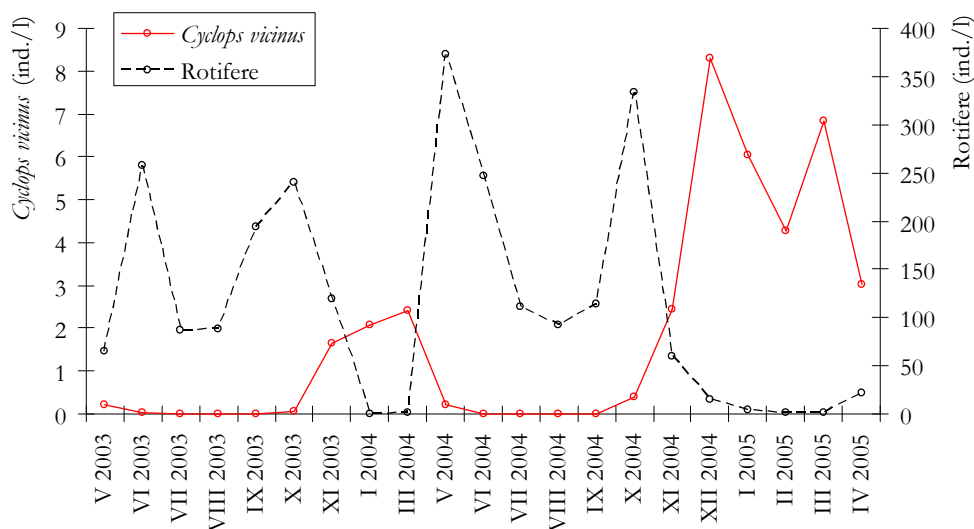
Pentru specia “estivală” *Ceriodaphnia pulchella* s-au păstrat maximele de dezvoltare atinse în cazul densității, respectiv cele de vară.

Variația biomasei speciilor comune de copepode ciclopidice din Lacul Știucii a oglindit în general dinamica densităților și diferitele greutateți individuale medii ale speciilor. Pentru *Cyclops vicinus* se observă existența unor valori mari de biomasă odată cu scăderea temperaturilor medii lunare (în lunile de toamnă/iarnă/primăvară devreme), alături de inexistența speciei în lunile de vară, situație descrisă în literatura de specialitate (Damian-Georgescu, 1963). O situație interesantă s-a înregistrat în al doilea an de studiu (decembrie 2004 - martie 2005), cînd biomasa înregistrată a fost superioară celei din prima perioadă analizată (noiembrie 2003 - martie 2004) la toate cele trei stații de prelevare (deși diferențele nu au fost semnificative statistic) (fig. III.4.2.).



**Fig. III.4.2.** Dinamica biomasei speciei comune de copepod *Cyclops vicinus* (greutate uscată; µg/l) în Lacul Ştiucii la staţia S1; ■ femele neovigere; ■ femele ovigere; ■ masculi

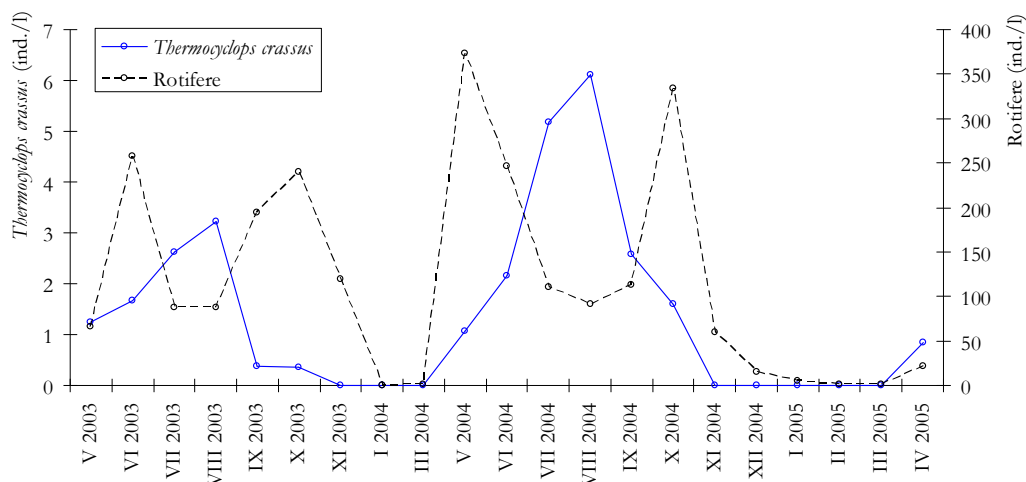
Copepodii în ultimele stadii de dezvoltare şi adulţii de *C. vicinus* reprezintă principala specie de prădător acolo unde rotiferele au abundenţe mari (Walz, 1995). În Lacul Ştiucii se observă o corelaţie negativă semnificativă (coeficient de corelaţie Spearman = -0,612;  $p=0,004$ ;  $p<0,01$ ) dintre densitatea speciei *C. vicinus* şi densitatea rotiferelor găsite în probele colectate la toate cele trei staţiile din Lacul Ştiucii (fig. III.4.3). Se observă variaţia inversă a densităţilor celor doi taxoni, iar valorile mari de biomasă la începutul anului 2005 pentru *C. vicinus* pot fi cauzate de vârfurile de dezvoltare atinse de rotifere în mai şi octombrie 2004.



**Fig. III.4.3.** Dinamica densităţii speciei *Cyclops vicinus* şi a rotiferelor în datele de prelevare (valori medii pentru cele trei staţii din Lacul Ştiucii)

Biomasa copepodului *Thermocyclops crassus* a înregistrat o variaţie inversă comparativ cu specia precedentă, cu maxime între lunile mai şi octombrie şi cu absenţa totală în lunile de iarnă. Valorile de biomasă sunt mult mai scăzute decât cele atinse de *C. vicinus* datorită dimensiunilor relativ mici ale speciei (lungimea maximă atinsă la datele de prelevare fiind de 0,825mm, fără

ramurile furcale). *T. crassus* prezintă aceleași caracteristici de hrănire cu *C. vicinus* (Brandl, 2005), fiind o specie oportunistă, atât ierbivoră cât și prădătoare, ce se hrănește și cu rotifere. Relația dintre acest grup – pradă și *T. crassus* este prezentată în figura III.4.4., luând în considerare valorile densităților celor doi taxoni (medii aritmetice ale densităților medii de la stațiile **S1**, **S2** și **S3**).



**Fig. III.4.4.** Dinamica densității speciei *Thermocyclops crassus* și a rotiferelor în datele de prelevare (valori medii pentru cele trei stații din Lacul Știucii)

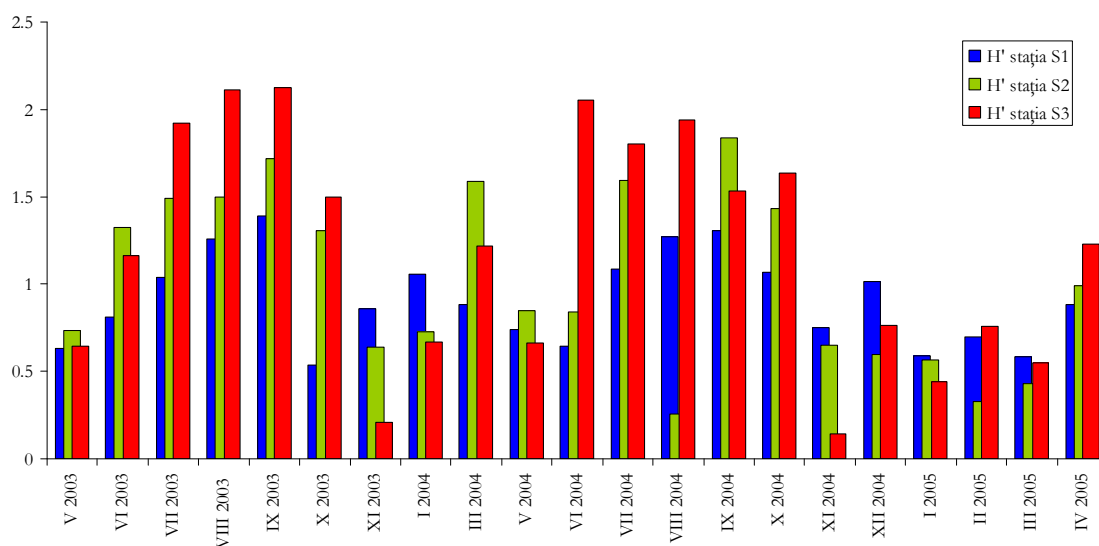
O metodă extrem de eficientă de a ierarhiza speciile dominante din punct de vedere al biomasei este calcularea **indicelui de semnificație cenotică**, sau a indicelui de dominanță (**ICS** - *Index of Cenotic Significance; Index of Dominance*) (Metodika izucheniya, 1975, din Rogozin, 2000), care ține cont de frecvența speciei în cauză și de biomasa medie realizată. Clasificarea speciilor în dominante, codominante și subdominante din cele două bazine analizate în funcție de valorile indicelui de semnificație cenotică ICS (tabelul III.4.1.) este extrem de importantă pentru caracterizarea comunității de microcrustacee planctonice și în final a ecosistemului din care fac parte, deoarece ele sunt cele care îi formează structura de bază și îi îndeplinesc funcțiile.

**Tabel III.4.1.** Situația speciilor dominante la cele patru stații considerate în Lacul Știucii și iazul piscicol Țaga Mare, pe baza valorilor Indicelui de Semnificație Cenotică **ICS** (*Index of Cenotic Significance*)

| Bazinul/stația           | Specii dominante            | Specii codominante       | Specii subdominante                                                                      |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lacul Știucii, <b>S1</b> | <i>Bosmina longirostris</i> | <i>Daphnia cucullata</i> | <i>Cyclops vicinus</i><br><i>Thermocyclops crassus</i><br><i>Ceriodaphnia pulchella</i>  |
| Lacul Știucii, <b>S2</b> | <i>Bosmina longirostris</i> | <i>Daphnia cucullata</i> | <i>Cyclops vicinus</i><br><i>Simocephalus vetulus</i><br><i>Ceriodaphnia pulchella</i>   |
| Lacul Știucii, <b>S3</b> | <i>Bosmina longirostris</i> | <i>Cyclops vicinus</i>   | <i>Simocephalus vetulus</i><br><i>Daphnia cucullata</i><br><i>Ceriodaphnia pulchella</i> |
| Iazul Țaga Mare          | <i>Bosmina longirostris</i> | <i>Cyclops vicinus</i>   | <i>Thermocyclops oithonoides</i><br><i>Moina brachiata</i><br><i>Daphnia galeata</i>     |

### III.5. Diversitatea comunităților de crustacee planctonice

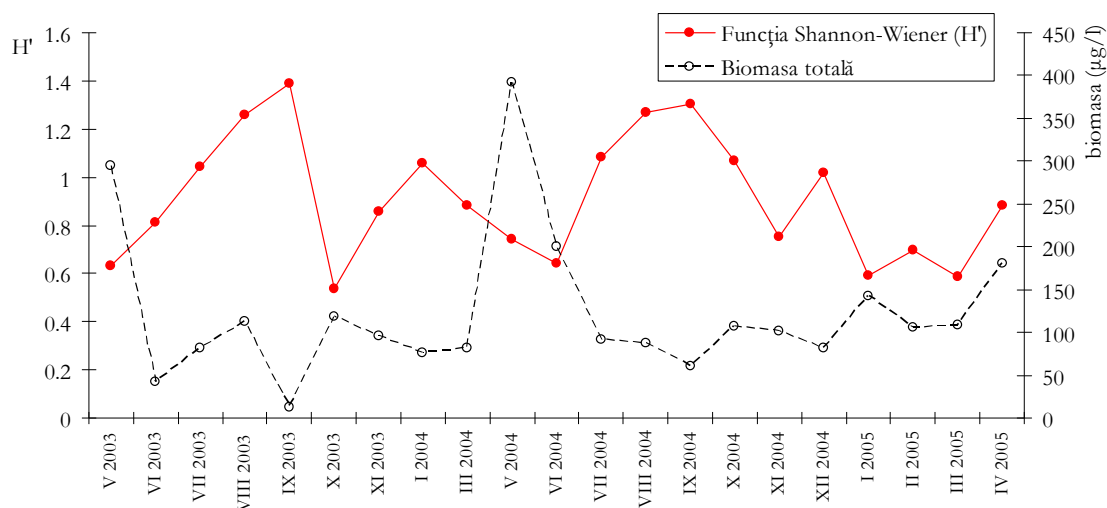
Pentru estimarea diversității specifice în Lacul Știucii s-a calculat funcția Shannon-Wiener luând în considerare valorile de biomasă pentru speciile de microcrustacee planctonice, fără a considera stadiile preadulte de copepode ciclopide (nauplii și copepodiți). Estimările s-au realizat pentru cele trei stații de prelevare separat datorită numărului diferit de specii din fiecare stație și a valorilor diferite de biomasă. Din fig. III.5.1., ce prezintă variația indicelui de diversitate Shannon-Wiener la cele trei stații, se observă că în majoritatea lunilor de prelevare diversitatea a fost mai mare la stația **S3**, stație aflată într-un golf al lacului după o perdea de stuf, care oferă condițiile prielnice adăpostirii unui număr mai mare de specii comparativ cu celelalte două stații. Valorile echitabilității au urmat aceeași variație cu cele ale diversității estimate prin funcția Shannon-Wiener.



**Fig. III.5.1.** Valorile funcției Shannon-Wiener ( $H'$ ) pentru comunitățile de microcrustacee planctonice caracteristice celor trei stații considerate în Lacul Știucii la datele de prelevare

În Lacul Știucii s-a observat o corelație negativă puternic semnificativă statistic (conform coeficientului de rang Spearman = -0,668;  $p=0,001$ ) între diversitatea comunității de microcrustacee planctonice și biomasă totală (obținută prin însumarea valorilor de biomasă pentru fiecare specie în parte, mai puțin nauplii și copepodiți) (fig. III.5.2.). Această variație este explicabilă prin faptul că nu este posibilă înregistrarea valorilor mari de biomasă pentru toate speciile prezente la o anumită dată de prelevare, astfel că vârful de dezvoltare atinge una sau două specii, dezechilibru reflectat în scăderea diversității calculată prin funcția Shannon-Wiener.





**Fig. III.5.2.** Variația indicelui de diversitate Shannon-Wiener ( $H'$ ) și a biomasei totale a microcrustaceelor planctonice la datele de prelevare din Lacul Știucii, stația **S1**

Un alt aspect interesant legat de diversitate a fost faptul că valorile indicelui Shannon-Wiener înregistrează corelații pozitive semnificative cu temperatura medie pe luni de prelevare (coeficientul Spearman = 0,51;  $p=0,019$ ) și corelații negative semnificative cu cantitatea fosforului total (coeficientul Spearman = -0,509;  $p=0,02$ ). Diversitatea mare înregistrată în lunile cu temperaturi ridicate este explicabilă prin numărul mare de specii de cladocere și copepode ciclopidice ce-și au optimul de dezvoltare la temperaturi mari. În ceea ce privește dinamica inversă a diversității cu fosforul total, acest aspect își poate găsi explicația în faptul că un procent mare din comunitatea de zooplancton se hrănește cu alge. Este cazul speciilor de cladocere, care în Lacul Știucii sunt toate, fără excepție, filtratoare, însă și speciile prădătoare de copepode ciclopidice cum ar fi *Cyclops vicinus* își completează dieta cu fitoplancton. De aceea cantități mici de nutrienți (în acest caz fosfor total) pot oglindi o proliferare a comunității algale (care depinde direct de nutrienții din mediu) atrăgând după sine o creștere a diversității specifice în comunitatea de zooplancton.

În iazul piscicol Țaga Mare valorile diversității calculate cu funcția Shannon-Wiener și a echitabilității au fost comparabile cu cele din Lacul Știucii, stația **S1**, ca plajă de variație. Valorile mari din primăvară și toamnă sunt cauzate de prezența a numeroase specii de cladocere și copepode cu biomasă echilibrată. Și pentru acest bazin acvatic valorile diversității realizează o corelație negativă cu biomasa totală.

#### IV. Repartiția pe verticală a crustaceelor planctonice din Lacul Știucii

Migrația nictemerală pe verticală a zooplanctonului se referă la faptul că organismele ocupă diferite orizonturi de adâncime în coloana de apă în momente diferite ale zilei, fiind un fenomen des întâlnit al comunității planctonice (Pearre, 2003). Migrația pe verticală poate cauza dezavantaje

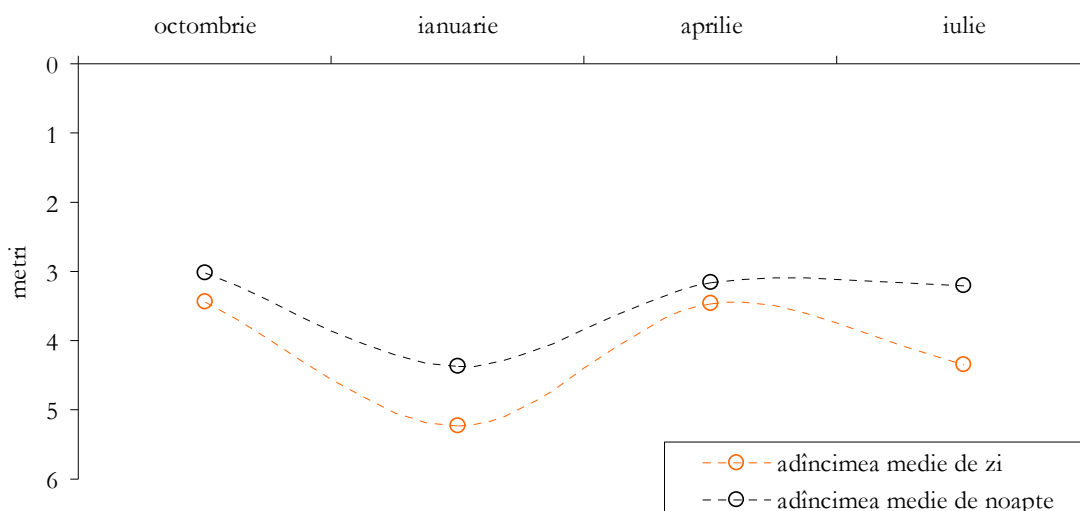
mari prin dislocarea zooplanctonului din habitatul optim de hrănire. De aceea, pentru a minimaliza costurile și a maximaliza câștigurile populației, tiparele migrației pe verticală sunt foarte variabile în amplitudine și perioadă, existând diferențe nu doar de la o specie la alta dar și pentru aceeași specie de la o lună la alta (Lampert și Sommer, 2007).

Repartiția pe verticală a cladocerelor și a copepodelor ciclopide a fost studiată în patru sezoane diferite: toamnă 2004, iarnă, primăvară și vară 2005, pentru șase specii de microcrustacee planctonice, alături de stadiile de copepodiți.

Pentru punerea în evidență a fenomenului de migrație pe verticală în Lacul Știucii, s-a comparat distribuția biomasei pe adâncimi pentru speciile analizate, înregistrată ziua și noaptea (mediile valorilor de biomasă de la orele de zi: 08:00, 12:00, 16:00 și de noapte: 20:00, 00:00, 04:00) cu ajutorul testului nonparametric Kolmogorov-Smirnov. De asemenea s-a calculat adâncimea medie ponderată la care au fost prezente ziua și noaptea speciile analizate (după formula lui Frost și Bollens, 1992), diferența dintre valorile acestora oglindind amplitudinea migrațiilor. Ca o trăsătură generală, putem afirma că nu se observă tipare foarte clare de migrație nictemerală verticală pentru speciile din Lacul Știucii, datorită adâncimii reduse a bazinului acvatic, ce atinge maximum 6,75 m adâncime la stația de colectare. De asemenea, la aceeași specie, migrația în coloana de apă poate fi prezentă sau absentă în funcție de luna de prelevare. Totuși, testele statistice au arătat diferențe semnificative pentru anumite specii, atât la cladocere cât și la copepodele ciclopide.

În cazul majorității speciilor analizate, s-a observat la ora 16:00 un minimum de biomasă indiferent de luna de prelevare. Acest dezechilibru dintre zi și noapte atât de bine evidențiat în Lacul Știucii la speciile de cladocere poate fi cauzat de retragerea organismelor în timpul zilei chiar deasupra fundului bazinului (scăpând astfel colectării), cel mai probabil pentru evitarea prădătorilor ce reperează prada vizual, pentru ca noaptea să revină în coloana de apă.

Cladocerul *Bosmina longirostris* este singura specie la care putem vorbi de migrații pe verticală în toate cele patru luni analizate. Compararea distribuțiilor cu testul nonparametric Kolmogorov-Smirnov a dat rezultate semnificative statistic (pentru luna octombrie 2004:  $D=0,714$ ;  $p=0,05$ ; pentru ianuarie 2005:  $D=0,714$ ;  $p=0,05$ ; pentru aprilie 2005:  $D=0,857$ ;  $p=0,008$ ; pentru iulie 2005:  $D=0,857$ ;  $p=0,008$ ). Din figura IV.1. se observă diferențe în adâncimea medie ponderată la care se situează specia *B. longirostris* ziua și noaptea în cele patru luni de prelevare. În timpul zilei cladocerul preferă orizonturile mai adânci, pentru ca noaptea să urce în coloana de apă, urmînd astfel un tipar “normal” al dinamicii pe verticală. Amplitudinile de migrație sunt mici: din diferențele valorilor adâncimilor medii ponderate dintre zi și noapte rezultă o amplitudine de 0,42 m în octombrie 2004; 0,86 m în ianuarie 2005; 0,32 m în aprilie 2005 și 1,13 m în iulie 2005.

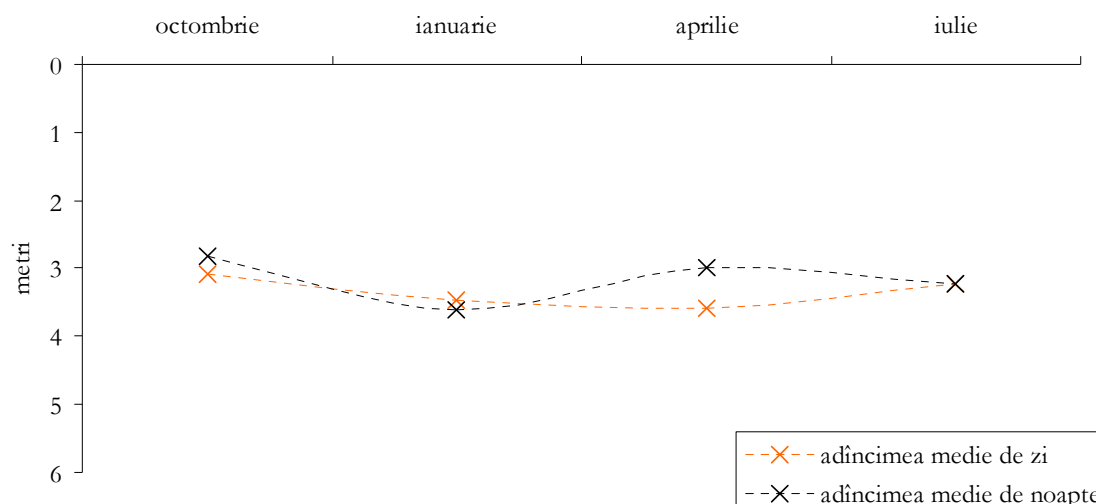


**Fig. IV.1.** Variația adâncimii medii ponderate la care este prezent cladocerul *Bosmina longirostris* în cele patru luni analizate (octombrie 2004, ianuarie, aprilie și iulie 2005) în Lacul Știucii

Folosind aceeași metodologie, s-a pus în evidență fenomenul de migrație după tiparul normal la cladocerul *Ceriodaphnia pulchella* în octombrie 2004 și iulie 2005 și la cladocerul *Daphnia cucullata* în octombrie 2004 și ianuarie 2005.

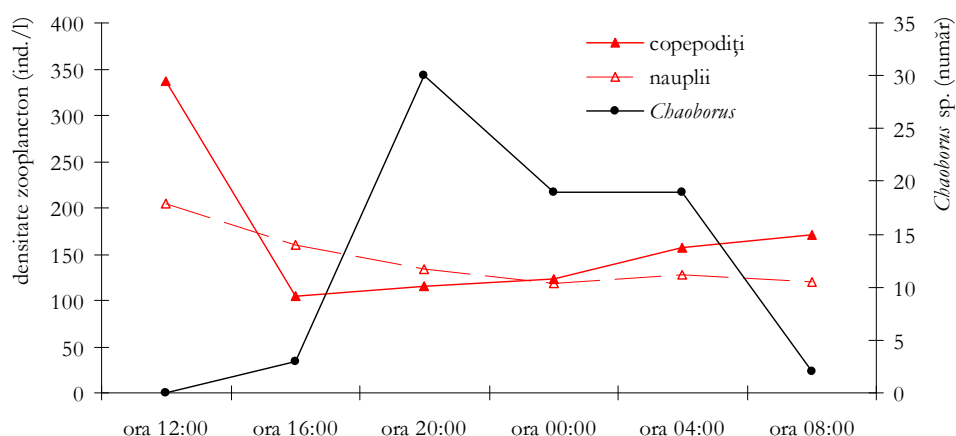
Copepodul *Cyclops vicinus* a avut distribuții diferite de la zi la noapte doar în aprilie 2005. Celelalte două specii de copepode ciclopide, *Mesocyclops leuckarti* și *Thermocyclops crassus*, au prezentat diferențe între distribuțiile înregistrate ziua și noaptea doar în luna iulie 2005. Amplitudinile de migrație au fost de obicei mai mari în cazul copepodelor adulte (probabil datorită vitezelor mai mari de deplasare în masa apei comparativ cu cladocerele), tiparul de migrație fiind tot unul normal.

În cazul copepodiților, diferențe semnificative între distribuțiile zi-noapte s-au înregistrat în ianuarie și aprilie 2005. În aprilie amplitudinea de migrație a copepodiților desfășurată după tiparul “normal” a fost de 0,58 m, pe când în ianuarie copepodiții au urmat o migrație inversă de mică amplitudine (diferența dintre adâncimile medii ponderate fiind de -0,16 m) (fig. IV.2.), urcând ziua spre suprafață și noaptea coborînd spre adâncime. Explicația acestui model invers de migrație ar putea fi avantajul reprezentat de hrănirea în orizonturile superioare în timpul zilei (știut fiind faptul că stadiile preadulte de copepode în primele faze de dezvoltare sunt fitoplanctonofage), sau presiunea prădătorilor nevertebrați bentonici reprezentați de larvele de diptere (*Chaoborus* sp.).



**Fig. IV.2.** Variația adâncimii medii ponderate la care sunt prezenți copepodii în cele patru luni analizate (octombrie 2004, ianuarie, aprilie și iulie 2005) în Lacul Știucii

În ianuarie 2005 s-au înregistrat corelații negative între copepodii și nauplii, pe de o parte și numărul larvelor de *Chaoborus* pe de altă parte (fig. IV.3.).



**Fig. IV.3.** Variația densității medii a copepodilor și naupliilor, alături de variația numărului total de larve de *Chaoborus* sp. identificate la diferitele ore de prelevare în luna ianuarie 2005, stația S1, Lacul Știucii (valorile densității sunt medii pe orizonturi de adâncime)

## V. Crustaceele planctonice în dieta populațiilor de pești din Lacul Știucii

Comunitatea zooplanctonică reprezintă sursă de hrană pentru numeroase specii de pești în bazinele acvatice lentice, atât pentru juvenili cât și pentru adulți. În campania de prelevare a probelor de conținut stomacal pentru speciile de pești din Lacul Știucii din iulie 2004 au fost identificate zece specii de pești, dintre care carasul nu s-a regăsit în captură datorită dimensiunilor mici ale indivizilor din apele puțin adânci. Comunitatea piscicolă a constat în principal din specii de talie mică (babușcă sau oblete) sau de talie medie (roșioară sau lin), alături de juvenili sau specii de talie mare. Speciile erbivore (roșioara) au înregistrat cele mai ridicate valori ale abundenței,

datorită vegetației submerse abundente din Lacul Știucii. Speciile omnivore (obletele) și cele detritivore (babușca) au de asemenea condiții bune de hrănire. Aceste specii numeroase asigură existența unui procent mare de specii carnivore (știuca sau bibanul) care au reprezentat 15% din biomasa Lacului Știucii (K.W. Battes și Stoica, 2006).

Cele 56 de exemplare piscicole de la care s-au prelevat stomacurile pentru analiză au avut o structură variată pe vârste, cu predominanța vârstelor 3+ și 4+ (3, respectiv 4 ani și o vară). Vârsta indivizilor s-a apreciat pe baza analizei probelor de solzi de la exemplarele colectate și eșantionate (K.W. Battes și Stoica, 2006).

În conținuturile stomacale analizate au fost identificate numeroase grupe de organisme: alge, resturi de plante, rotifere, nematode, moluște, acarienii acvatici, microcrustacee, ostracode, insecte, dar și bucăți de pești. Identificarea și numărarea acestor grupuri au fost îngreunate de fragmentarea lor uneori foarte pronunțată.

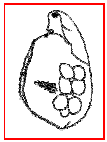
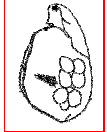
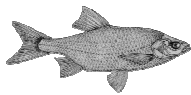
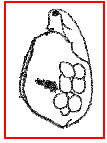
Toate cele opt specii de pești colectate din Lacul Știucii au inclus specii de zooplancton în stomacurile analizate. Procentajul stomacurilor cu zooplancton a depășit 50% din totalul studiat pe specie pentru oblete, plătică, lin și caracudă, în timp ce la biban s-a observat cel mai mic procent de stomacuri cu specii de crustacee planctonice: 11%. Opt specii de microcrustacee planctonice au fost identificate în stomacurile analizate: 6 specii de cladocere (*Alona rectangula*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata* și *Simocephalus vetulus*) și două de copepode (*Mesocyclops leuckarti* și *Thermocyclops crassus*). Au mai fost găsiți copepodiți și bucăți neidentificabile de copepode, acest grup fiind susceptibil fragmentării datorită particularităților morfologice. Nauplii nu au fost observați în nici un stomac analizat. Din cladocere s-au identificat femele partenogenetice, organismele fiind în general bine conservate în stomacuri și ușor de recunoscut.

Pentru estimarea preferințelor de hrană în ceea ce privește speciile de microcrustacee planctonice, s-au calculat doi indici de măsurare a selectivității hranei: indicele de selecție  $w$  și indicele  $\alpha$  al lui Manley pentru populații-pradă constante. Principiul de bază care stă la baza aplicării ambilor indici este compararea disponibilității în mediu a unei resurse de hrană cu utilizarea ei de către speciile-prădătoare studiate. Densitatea în mediu a speciilor de microcrustacee zooplanctonice considerate a fost calculată ca media dintre valorile de densitate pentru anotimpul de vară 2004 (ind./l).

Tabelul V.1. prezintă preferințele de hrană a celor opt specii de pești analizate din Lacul Știucii, conform indicilor de selecție considerați. Se poate observa selectivitatea peștilor pentru speciile zooplanctonice de talie mijlocie și mare: *Ceriodaphnia pulchella*, *Daphnia cucullata*, *Simocephalus vetulus* sau *Mesocyclops leuckarti*, aspect ce confirmă faptul că peștii vânează preponderent indivizii mari din comunitatea de zooplancton (Werner, 1974; Lampert, 1987 etc.).

Totuși, speciile de cladocere mici *Alona rectangula* și *Chydorus sphaericus* au fost desemnate, conform indicilor de selectivitate considerați, drept categoriile de hrană preferate la toate speciile în a căror conținut stomacal au fost prezente. Acest rezultat poate fi dramatic influențat de faptul că în mediu densitatea acestor specii a fost extrem de mică în lunile de vară analizate (0,0183 ind./l pentru prima specie și 0,0178 ind./l pentru a doua), ceea ce se reflectă în comparațiile ce stau la baza indicilor de preferință a hranei. Astfel, dacă numărul de indivizi din mediu la o specie este mic, dar totuși ea apare în dieta speciilor prădătoare, indicii folosiți indică o preferință crescută, fapt ce poate denatura într-o oarecare măsură rezultatele reale.

**Tabel V.1.** Sinteza speciilor de microcrustacee planctonice care reprezintă categorii de hrană pentru cele opt specii de pești colectate din Lacul Știucii [în chenar: categoriile de hrană preferate conform indicelui de selecție  $w$  (linie simplă) și a indicelui  $\alpha$  a lui Manley – linie îngroșată]

| SPECII DE PEȘTI                                                                                    | SPECII DE MICROCRUSTACEE PLANCTONICE                                                |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                    | <i>Alona rectangula</i>                                                             | <i>Bosmina longirostris</i>                                                         | <i>Ceriodaphnia pulchella</i>                                                       | <i>Chydorus sphaericus</i>                                                          | <i>Daphnia cucullata</i>                                                             | <i>Simocephalus vetulus</i>                                                           | <i>Mesocyclops leuckarti</i>                                                          | <i>Thermocyclops crassus</i>                                                          |
| <br>plătică       |    | -                                                                                   |    |    |    | -                                                                                     | -                                                                                     | -                                                                                     |
| <br>oblete        | -                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <br>caracudă    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <br>babușcă     | -                                                                                   | -                                                                                   |  | -                                                                                   |  | -                                                                                     | -                                                                                     | -                                                                                     |
| <br>roșioară    | -                                                                                   | -                                                                                   | -                                                                                   | -                                                                                   |  | -                                                                                     | -                                                                                     | -                                                                                     |
| <br>lin         |  | -                                                                                   |  |  | -                                                                                    |  |  | -                                                                                     |
| <br>biban       | -                                                                                   |  |  | -                                                                                   |  | -                                                                                     |  |  |
| <br>biban-soare | -                                                                                   | -                                                                                   | -                                                                                   | -                                                                                   | -                                                                                    | -                                                                                     |  | -                                                                                     |

## VI. Estimarea stării ecologice a lacurilor studiate pe baza comunităților de crustacee planctonice

Includerea zooplanctonului în studiile de estimare a stării ecologice a bazinelor acvatice generează o imagine completă a calității apei din ecosistemele respective, deoarece reprezintă o importantă verigă de legătură în lanțurile trofice lentice, organismele din aceste comunități fiind atât principalii consumatori de alge, detritus și bacterii, dar și hrană pentru organismele prădătoare vertebrate (pești) și nevertebrate.

Toate speciile dominante și codominante din bazinele studiate (conform Indicelui de Semnificație Cenotică ICS) (Metodika izucheniya, 1975, din Rogozin, 2000) sunt cunoscute în literatura de specialitate ca indicând ape relativ curate din punct de vedere al **saprobității** (oligosaprobe -  $\beta$  mezosaprobe). În iazul Țaga Mare, una din speciile subdominante, cladocerul *Moina brachiata*, indică ape cu cantități mai mari de materie organică nedescompusă: de la  $\beta$  mezosaprobe până la polisaprobe. Indicele saprob, calculat după formula lui Zelinka și Marvan (1961) a avut valoarea 1,57 pentru Lacul Știucii (arătând o poluare redusă) și 1,8 pentru Țaga Mare (poluare moderată).

Din punct de vedere al **troficității** bazinelor acvatice, majoritatea speciilor dominante, codominante și subdominante din Lacul Știucii, desemnate conform indicelui amintit mai sus se dezvoltă cu precădere în ape mezo-eutrofe (*Daphnia cucullata*, *Cyclops vicinus*, *Thermocyclops crassus*), pe când speciile dominante, codominante și subdominante din iazul Țaga Mare preferă în majoritatea lor apele eutrofe (*Bosmina longirostris*, *Moina brachiata*, *Daphnia galeata*).

Pentru studiul de față s-a observat o relație negativă dintre indicele de nivel trofic (TSI - *Trophic State Index*) și funcția Shannon-Wiener, calculată pe baza valorilor de biomasă, pentru ambele bazine acvatice studiate, ceea ce confirmă ipoteza conform căreia cu cât nivelul trofic al lacului este mai scăzut, cu atât mai complexă este structura comunităților acvatice animale și deci cu atât sunt mai mari indicii de diversitate (Margalef, 1958).

Valorile mari de biomasă alături de valori modeste ale diversității Shannon-Wiener arată de obicei un dezechilibru în structura zooplanctonului, cu preponderența a doar câteva specii ce găsesc condiții propice de dezvoltare (tabel VI.1.).

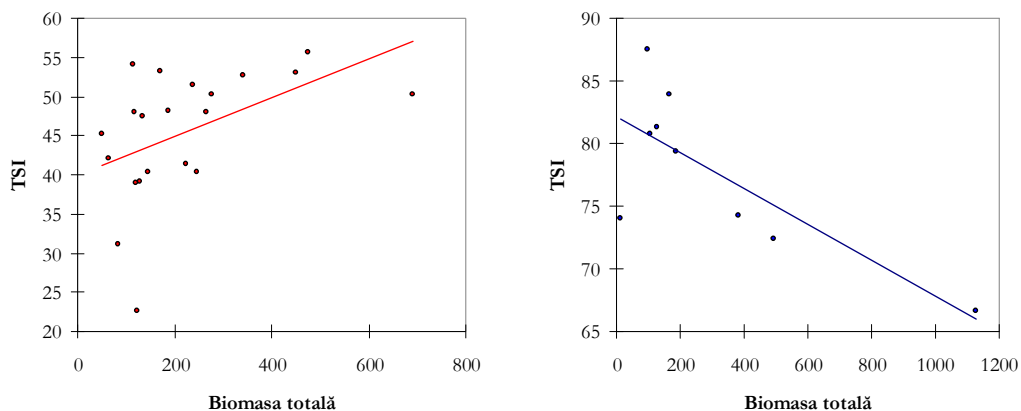
**Tabel VI.1.** Principalii parametri structurali și funcționali ai comunității de microcrustacee planctonice din bazinele acvatice studiate, alături de Indicele de Nivel Trofic (TSI)

| Lacul; stația    | TSI              | B ( $\mu\text{g/l}$ ) | H'   | ICS pentru specia dominantă | $\Sigma$ ICS |
|------------------|------------------|-----------------------|------|-----------------------------|--------------|
| Lacul Știucii S1 | 45,42 $\pm$ 3,51 | 221,4706              | 0,91 | 723,8604                    | 2019,689     |
| Lacul Știucii S2 | -                | 63,46148              | 1,02 | 410,3912                    | 1161,908     |
| Lacul Știucii S3 | -                | 130,6041              | 1,19 | 539,6441                    | 1339,071     |
| Iazul Țaga Mare  | 77,8 $\pm$ 4,22  | 300,0001              | 0,69 | 956,6986                    | 2096,178     |

TSI – Indicele de Nivel Trofic (*Trophic State Index* – **TSI**); B – Biomasă totală (greutate uscată); H' – Funcția Shannon-Wiener; ICS – Indicele de Semnificație Cenotică, (*Index of Cenotic Significance* – **ICS**);  $\Sigma$  ICS – suma valorilor Indicelui de Semnificație Cenotică pentru toate speciile de la stația respectivă



Un aspect interesant al studiului de față rezidă din corelația dintre Indicele de Nivel Trofic - TSI (calculat pe baza concentrației de fosfor total -TP) și biomasa totală în cele două bazine studiate, calculată ca suma mediilor aritmetice a valorilor de biomasă înregistrată de speciile prezente la datele de prelevare. În Lacul Știucii corelația a fost pozitivă și semnificativă statistic (indicele de corelație Spearman = 0,512;  $p = 0,019$ ). Cu cât concentrația de nutrienți este mai mare, cu atât comunitatea algală are șanse mai mari de a prospera, atrăgând după sine o dezvoltare a zooplanctonului, atât erbivor cât și prădător (care își suplimentează dieta cu fitoplancton). În Iazul Țaga Mare însă, se observă o corelație negativă între cei doi parametri (corelație totuși nesemnificativă statistic - coeficientul de corelație Spearman=-0,583;  $p = 0,108$ ). Valorile Indicelui de Nivel Trofic TSI pentru Țaga Mare au depășit în majoritatea cazurilor 70, indicând hipertrofie, conducându-ne la concluzia că la depășiri ale concentrației de nutrienți ce vizează hipertrofia, biomasa microcrustaceelor planctonice nu are o variație ascendentă, ci dimpotrivă, scade (fig. VI.1.).



**Fig. VI.1.** Corelația dintre indicele de nivel trofic (**TSI** - *Trophic State Index*) și biomasa totală pentru cele 21 de date de prelevare din Lacul Știucii, stația **S1** (stînga) și pentru cele 9 date de colectare din iazul piscicol Țaga Mare (dreapta)

Din tabelul VI.1. se mai poate observa că odată cu creșterea valorii Indicelui de Nivel Trofic TSI crește și Indicele de Semnificație Cenotică, (**ICS** – *Index of Cenotic Significance*) calculat pentru specia dominantă, dar și suma acestui indice pentru toate speciile din bazinele analizate. Se poate aprecia astfel că structura zooplanctonului se simplifică și dominanța unui număr mic de specii devine mai pronunțată odată cu creșterea troficității ecosistemelor acvatice.

Dintre **indicii biotici** puțin numeroși ce iau în considerare comunitatea de zooplancton și în particular pe cea a microcrustaceelor planctonice, singurul care s-a pretat calculării a fost raportul dintre densitatea cladocerei mari ( $C_l$ ) și densitatea tuturor speciilor de cladocere ( $C_t$ ) (Moss și colab., 2003, din Török și colab., 2008). Raportul  $C_l/C_t$  a înregistrat valoarea de 0,299 pentru Lacul Știucii, indicând stare ecologică moderată, pe cînd pentru iazul Țaga Mare valoarea

atinsă a fost de 0,021, arătând stare ecologică proastă. O altă modalitate de a analiza rezultatele acestui indice biotic ar putea fi aceea că speciile de talie mică devin din ce în ce mai abundente și dominante în detrimentul celor de talie mare atunci când eutrofizarea crește, ipoteză emisă de Hillbricht-Ilkowska (1977) și confirmată în cazul celor două bazine acvatice considerate în lucrarea de față.

Un ultim aspect al **estimării stării ecologice din iazul piscicol Țaga Mare** este compararea datelor obținute în studiul de față cu rezultatele unor cercetări ce au vizat parametri abiotici și comunitățile biotice din câteva iazuri de pe Valea Fizeșului, realizate în perioada 1984-1986 de către M.I.A.A.P.A., C.P.I.P. București, C.C.P.P.I.P. Galați și de Stațiunea de Cercetare și Producție Piscicolă Podu Iloaiei, prin Laboratorul de Acvacultură și Ecologie Acvatică, Piatra-Neamț, beneficiarul fiind Întreprinderea Piscicolă Cluj-Napoca.

O primă observație este cea legată de identificarea unei specii de copepod calanoid (*Calanipeda aquae-dulcis*) în studiul realizat în 1984 în iazul Țaga Mare, specie neregăsită în perioada 2003/2004, acest aspect putând reflecta eutrofizarea graduală a bazinului acvatic: biomasa copepodelor calanoide scade odată cu sporirea troficității ecosistemului, în avantajul copepodelor ciclopoide, care se pot adapta cel mai ușor la schimbările induse de eutrofizare. Mai concret, Nicholls și Tudorancea (2001) corelează dispariția unor specii de copepode calanoide cu scăderea concentrației de oxigen dizolvat și cu creșteri semnificative ale cantității de fosfor. Aceste tendințe se pot urmări și în iazul piscicol Țaga Mare pe o perioadă de 20 de ani (tabelul VI.2.).

**Tabel VI.2.** Parametri abiotici și biomasa microcrustaceelor planctonice înregistrate în diferiți ani de studiu

| Ani de studiu | TP (μg/l) | O (mg/l) | Biomasă cladocere și copepode (μg/l) |
|---------------|-----------|----------|--------------------------------------|
| 1984          | 90        | 14,4     | 1410,533                             |
| 1985          | 170       | 13,42    | -                                    |
| 1986          | 180       | 6,65     | 1062,079                             |
| 2003/2004     | 180       | 7,17     | 300,0001                             |

## VII. Concluzii

Următoarele concluzii sintetice se pot desprinde din lucrarea de față:

1. Structura calitativă a comunității de microcrustacee planctonice: 19 specii în Lacul Știucii (10 la prima citare pentru bazinul acvatic); 12 specii în Țaga Mare (6 la prima citare pentru acest iaz);
2. Densitatea și biomasa microcrustaceelor au prezentat o dinamică sezonieră pronunțată în ambele bazine studiate;
3. Atât compoziția calitativă cât și parametri cantitativi caracteristici acestor comunități au fost influențate în principal de: temperatură, cantitatea de nutrienți și presiunea prădătorilor;

4. Fenomenul de migrație nictemerală pe verticală a fost pus în evidență la populațiile de microcrustacee din Lacul Știucii: la 3 specii de cladocere; 3 de copepode ciclopide și la copepodiți;
5. Analiza conținutului stomacal la 8 specii de pești din Lacul Știucii a arătat preferințe nu doar pentru speciile de talie mijlocie/mare, ci și pentru speciile de microcrustacee mici;
6. Comunitățile de cladocere și copepode ciclopide au fost utilizate cu succes la evaluarea stării ecologice a Lacului Știucii și a iazului piscicol Țaga Mare, prin compararea unor parametri populaționali (biomasă, diversitate, semnificația cenotică a speciilor) dar și prin aplicarea unor indici biotici (indicele saprobic, raportul dintre cladocerele mari și total cladocere).

## VIII. Bibliografie selectivă

1. Battaes, K.W., Stoica, I., 2006, *Ihtiofauna din Lacul Știucii*, în: Battaes, K.P. (red.), Lacul Știucii: Studiu monografic, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, 67-77
2. Bird, D.F., Prairie, Y.T., 1985, *Practical guidelines for the use of zooplankton length-weight regression equations*, J. Plankton Res., **7**(6), 955-960
3. Bottrell, H.H., Duncan, A., Gliwicz, Z.M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbright-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P., Weglenska, T., 1976, *A review of some problems in zooplankton production studies*, în: Zooplankton production studies, Contribution from the Plankton Ecology Group (IBP), 419-456
4. Brandl, Z., 2005, *Freshwater copepods and rotifers: predators and their prey*, Hydrobiologia, **546**, 475-489
5. Carlson, R.E., 1977, *A trophic state index for lakes*, Limnol. Oceanogr., **22**(2), 361-369
6. Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., Eaton, A.D. (red.), 1998, *Standard methods for the examination of water and wastewater*, Ed. 20, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, United Book Press Inc., Baltimore
7. Culver, D.A., Boucherle, M.M., Bean, D.J., Fletcher, J.W., 1985, *Biomass of freshwater crustacean zooplankton from length-weight regressions*, Can. J. Fish. Aquat. Sci., **42**, 1380-1390
8. Daday, E., 1884, *Catalogus Crustaceorum faunae Transylvaniae*, Orv. Természett., Ért., **6**(2), 161-187
9. Damian-Georgescu, A., 1963, *Crustacea, Copepoda, Fam. Cyclopidae (forme de apă dulce)*, în: Fauna R.P.R., **IV** (6), Ed. Acad. R.P.R., București, 1-205
10. David, A., 2008, *Ecologia populațiilor de păsări din Câmpia Fizeșului*, Teză de doctorat, Universitatea "Babeș-Bolyai", Facultatea de Biologie și Geologie, Cluj-Napoca, 1-224
11. Dumont, H.J., Negrea, Ș., 2002, *Branchiopoda*, Backhuys Publishers, Leiden, 1-398
12. Dumont, H.J., van de Velde, I., Dumont, S., 1975, *The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters*, Oecologia (Berl.), **19**, 75-97
13. Dussard, B., Defaye, D., 2001, *Introduction to the Copepoda*, Ed. 2, Backhuys Publishers, Leiden, 1-344
14. Dussard, B., Defaye, D., 2006, *World Directory of Crustacea Copepoda of Inland Water, II. Cyclopiformes*, Backhuys Publishers, Leiden, 1-354
15. Echim, A., 2000, *Diversitatea, distribuția și dinamica comunităților de copepode (Copepoda) în relație cu factorii de mediu din Lacul Știucii (Rezervație Naturală din județul Cluj)*, Teză de disertație, Universitatea „Babeș-Bolyai”, Facultatea de Biologie și Geologie, Cluj-Napoca
16. Floca, L., Sorocovschi, V., Mihăiescu, R., Persecă, M., Vescan, I., Floca, D.L., 1998, *Aspecte privind trăsăturile hidrologice și fizico-chimice ale iazurilor din Câmpia Transilvaniei (Valea Fizeșului)*, Stud. Univ. „Babeș-Bolyai”, Geogr., **XLIII**(2), 43-51
17. Frost, B.W., Bollens, S.M., 1992, *Variability of diel vertical migration in the marine planktonic copepod Pseudocalanus newmani in relation to its predators*, Can. J. Fish. Aquat. Sci., **49**, 1137-1141

18. Gudas, C., 2004, *Diversitatea, dinamica și producția primară a fitoplanctonului din Lacul Știucii (Rezervație Naturală, Județul Cluj)*, Teză de doctorat, Universitatea "Babeș-Bolyai", Facultatea de Biologie și Geologie, Cluj-Napoca, 1-181
19. Haney, J.F., Hall, D.J., 1973, *Sugar-coated Daphnia: a preservation technique for Cladocera*, Limnol. Oceanogr., **18**(2), 331-333
20. Hansen, A.M., Santer, B., 2003, *The life cycle of Cyclops vicinus in Lake Sobygård: new aspects derived from sediment analyses*, Hydrobiologia, **510**, 17-21
21. Hillbricht-Ilkowska, A., 1977, *Trophic relations and energy flow in pelagic plankton*, Pol. Ecol. St., **3**, 3-98
22. Holland, M., Whigman, D.F., Gopal, B., 1990, *The characteristics of wetland ecotones, Management of aquatic - terrestrial ecotones*, Parthenon Publishing Group - New Jersey
23. Iepure, S., 2007, *Ordinul Cyclopoida*, în: Moldovan, O.T., Cîmpean, M., Borda, D., Iepure, S., Ilie, V. (red.), *Lista Faunistică a României (specii terestre și de apă dulce)*, Proiect Fauna Europaea, Institutul de Speologie "Emil Racoviță", Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 89
24. Kolmogorov, A., 1941, *Confidence limits for an unknown distribution function*, Ann. Math. Stat., **12**, 461-463
25. Lampert, W., 1987, *Predictability in lake ecosystems: the role of biotic interactions*, în: Schulze, E.D., Zwölfer, H. (red.), *Potentials and limitations of ecosystem analysis*, Springer-Verlag, Heidelberg, 333-346
26. Lampert, W., Sommer, U., 2007, *Limnoecology*, Ed. 2, Oxford University Press, Oxford, 1-324
27. Manley, B.F., Miller, J.P., Cook, L.M., 1972, *Analysis of a selective predation experiment*, American Naturalist, **106**, 719-736
28. Mara, G., 2000, *Compoziția pe specii și dinamica sezonieră a comunităților de cladocere în relație cu factorii de mediu din Lacul Știucii (Rezervație Naturală, Județul Cluj)*, Teză de disertație, Universitatea „Babeș-Bolyai”, Facultatea de Biologie și Geologie, Cluj-Napoca
29. Margalef, R., 1958, *Information theory in ecology*, Gen. Syst., **3**, 36-71
30. McCauley, E., 1984, *The estimation of the abundance and biomass of zooplankton in samples*, în: Downing, J.A., Rigler, F.H. (red.), *A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters*, IBP Handbook 17, Ed. 2, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 228-265
31. McQueen, D.J., Post, J.R., Mills, E.L., 1986, *Trophic relationships in freshwater pelagic ecosystems*, Can. J. Fish. Aquat. Sci., **43**, 1571-1581
32. Menzel, D.H., Corwin, N., 1965, *The measurement of total phosphorus in seawater based on the liberation of organically bound fractions by persulfate oxidation*, Limnol. Oceanogr., **10**, 280-282
33. Moss, B. D., Stephen Alvarez, C., Becares, E., Van De Bund, W., Collings, S. E., Van Donk, E., De Eyto, E., Feldmann, T., Fernández-Aláez, C., Fernández-Aláez, M., Franken, R. J. M., Garía-Criado, F., Gross, E. M., Gyllström, M., Hansson, L.A., Irvine, K., Järvalt, A., Jensen, J.P., Jeppesen, E., Kairesalo, T., Kornijów, R., Krause, T., Künnap, H., Laas, A., Lill, E., Lorens, B., Ott, H. I., Peczuła, W., Peeters, E.T.H.M., Phillips, G., Romo, S., Russell, V., Salujõe, J., Scheffer, M., Siewerssen, K., Smal, H., Tesch, C., Timm, H., Tuvikene, L., Tonno, I., Virro, T., Vincente, E., Wilson, D., 2003, *The determination of ecological status in shallow lakes - a tested system (ECOFRAME) for implementation of the European Water Framework Directive*, în: *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, **13**(6), 507-549
34. Negrea, Ș., 1962, *Conspectul faunistic și chorologic al cladocerilor (Crustacea, Cladocera) din R.P.R.*, în: *Probleme de biologie*, Ed. Acad. R.P.R., 403-511
35. Negrea, Ș., 1966, *Contribuții critice la cunoașterea cladocerilor (Crustacea) din Transilvania existenți în colecția lui E. Daday (1884) din Cluj*, St. Cerc. Biol. Zool., București, **18**, 305-313
36. Negrea, Ș., 1983, *Cladocera*, în: *Fauna Republicii Socialiste România*, **IV**(12), Ed. Acad. R.S.R., București, 1-399
37. Negrea, Ș., 2007, *Subordinul Cladocera*, în: Moldovan, O.T., Cîmpean, M., Borda, D., Iepure, S., Ilie, V. (red.), *Lista Faunistică a României (specii terestre și de apă dulce)*, Proiect Fauna Europaea, Institutul de Speologie "Emil Racoviță", Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 84-85
38. Negrea, Ș., Botnariuc, N., Dumont, H.J., 1999, *On the phylogeny, evolution and classification of the Branchiopoda (Crustacea)*, Hydrobiologia, **412**, 191-212
39. Nicholls, K.H., Tudorancea, C., 2001, *Species-level and community-level analyses reveal spatial differences and temporal change in the crustacean zooplankton of a large Canadian lake (Lake Simcoe, Ontario)*, J. Limnol., **60**(2), 155-170
40. Pandi, G., 2000, *Reactualizări ale studiului hidrologic al Fizeșului Mijlociu*, Stud. Univ. "Babeș-Bolyai", Geogr., **2**, Cluj-Napoca
41. Pearre, S., 2003, *Eat and run? The hunger/satiation hypothesis in vertical migration: history, evidence and consequences*, Biol. Rev., **78**, 1-79

42. Pleșa, C., 1957, *Contribuții critice asupra Cyclopidelor (Crustacee, Copepode) din Transilvania descrise de Eug. Daday*, St. Cerc. Biol., Ed. Acad. R.P.R., **VIII**, 1-2, 217-224
43. Pleșa, C., Müller, G.I., 2002, *Class Copepoda (Copepode)*, în: Godeanu S.P. (red.), *Diversitatea lumii vii, Determinatorul ilustrat al florei și faunei României*, II – Apele Continentale, Partea 2, Ed. Bucura Mond, București, 429-457
44. Pricope, F., 1999, *Hidrobiologie*, Ed. Ion Borcea, Bacău, 1-208
45. Rogozin, A.G., 2000, *Specific structural features of zooplankton in lakes differing in trophic status: species populations*, Russ. J. Ecol., **31**(6), 405-410
46. Rosen, R.A., 1981, *Length-dry weight relationships of some freshwater zooplankton*, J. Freshwat. Ecol., **1**(2), 225-229
47. Shannon, C.E., Weaver, W., 1949, *The mathematical theory of communication*, The University of Illinois Press, Urbana
48. Smirnov, N.V., 1939, *On the estimation of the discrepancy between empirical curves of distribution for two independent samples*, Bull. Mosc. Univ., **2**, 3-14
49. Sorocovschi, V., 2005, *Cîmpia Transilvaniei, Studiu hidrogeografic*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1-212
50. Sorocovschi, V., Șerban, G., Kolozsvári, A., 2000, *Iazurile de pe Valea Sicului – Cîmpia Transilvaniei*, a IV-a Ediție a Conferinței Regionale de Geografie „Cercetări Geografice în Spațiul Carpato-Danubian - Regionalism și Integrare: Cultură, Spațiu, Dezvoltare”, Timișoara
51. Șerban, G., Sorocovschi, V., 2003, *Lacul Știucii – Cîmpia Transilvaniei*, Stud. Univ. “Babeș-Bolyai”, Geogr., **XLVIII**(1), 47-54
52. Török, L., Ibram, O., Tudor, M., Doroftei, M., Năstase, A., Staraș M., Teodorof, L., Dumitru, R., 2008, *Contribution to the assessment of ecological status in some of the lakes of the Danube Delta according to the European Water Framework Directive*, Sc. Annals of DDI, Tulcea, **14**, 93-98
53. Walz, N., 1995, *Rotifer populations in plankton communities - Energetics and life history strategies*, Experientia, **51**, 437-453
54. Werner, E.E., 1974, *The fish size, prey size, handling time relation in several sunfishes and some implications*, J. Fish. Res. Bd. Can., **31**, 1531-1536
55. Wetzel, R.G., 2001, *Limnology, Lake and river ecosystems*, Ed. 3, Acad. Press, San Diego, 1-1006
56. Wiener, N., 1948, *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*, The M.I.T. Press, Cambridge, MA
57. Zelinka, M., Marvan, P., 1961, *Zur Präzisierung der biologische Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer*, Arch. Hydrobiol., **57**, 389-407
58. \*\*\*, 1975, *Metodika izučeniya biotsenozov vnutrennikh vodoeniov (Methods of studying the biocenosis in inland water bodies)*, Nauka, Moscow
59. \*\*\*, 1976, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Ed. 14), American Public Health Association, Washington, D.C.
60. \*\*\*, 1982, *Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Eutrophication of waters: Monitoring, assessment and control*, Paris