UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
INSTITUTUL DE ZOOLOGIE

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.:597.2/.5:574.57(478)(043.3)

LEBEDENCO LIUBOVI

ZOOPLANCTONUL ECOSISTEMELOR ACVATICE ALE REPUBLICII MOLDOVA – DIVERSITATEA, STRUCTURA ȘI FUNCȚIONAREA ÎN DEPENDENȚĂ DE FACTORII DE MEDIU

166.01. ECOLOGIE

Rezumatul tezei de doctor în științe biologice

CHIȘINĂU, 2024

Teza a fost elaborată în cadrul Laboratorului Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova.

Conducător științific:
ZUBCOV Elena, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător, membru corespondent al AȘM
Consultant ştiinţific:
UNGUREANU Laurenția, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător, membru corespondent al AȘM

Referenţi oficiali:
BULIMAGA Constantin, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător, Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Ecologie și Geografie;
COADĂ Viorica, doctor în științe biologice, conferențiar universitar, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău.

Componenţa consiliului ştiinţific specializat:
TODERAȘ Ion, *președinte*, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar, academician, Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie;
BILEȚCHI Lucia, *secretar științific*, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător, Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie;
BULAT Dumitru, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător, Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie;
PURCIC Veaceslav, doctor în științe biologice, conferențiar universitar, Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Biologie și Geoștiințe;
DOMANCIUC Vasili, doctor în științe biologice, Centrul pentru Cercetare a Resurselor Genetice Acvatice „ACVAGENRESURS".

Susţinerea va avea loc la data de **5 aprilie 2024** ora **13:00** în şedinţa Consiliului ştiinţific specializat D 166.01-23-126 din cadrul Universității de Stat din Moldova, pe adresa: mun.Chișinău, str. Academiei 1, sala 352, MD 2028.

Teza de doctor şi rezumatul pot fi consultate la Biblioteca Națională a Republicii Moldova, Biblioteca Universității de Stat din Moldova şi pe pagina web a ANACEC (https://www.anacec.md) și pe pagina web a USM (https://usm.md).

Rezumatul a fost expediat la dată _____2024

Secretar ştiinţific al Consiliului ştiinţific specializat,
BILEȚCHI Lucia, doctor în științe biologice, _____

Conducător științific
ZUBCOV Elena, doctor habilitat în științe biologice,
profesor cercetător, membru corespondent al AȘM _____

Consultant ştiinţific
UNGUREANU Laurenția, doctor habilitat în științe biologice,
profesor cercetător, membru corespondent al AȘM _____

Autor
LEBEDENCO Liubovi _____

(© Lebedenco Liubovi, 2024)

CUPRINS

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII	4
CONȚINUTUL TEZEI	6
1. ORGANIZAREA ȘI FUNCȚIONAREA COMUNITĂȚILOR ZOOPLANCTONICE ÎN DIFERITE TIPURI DE ECOSISTEME ACVATICE	7
2. ECOSISTEME INVESTIGATE, MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE	7
3. STRUCTURA TAXONOMICĂ, DEZVOLTAREA CALITATIVĂ ȘI CANTITATIVĂ A ZOOPLANCTONULUI ÎN RÂUL PRUT ȘI FLUVIUL NISTRU	8
3.1. Structura taxonomică a zooplanctonului în ecosistemul râului Prut	8
3.2. Dinamica parametrilor cantitativi ai zooplanctonului în râul Prut în aspect multianual, sezonier și spațial	12
3.3. Structura taxonomică a zooplanctonului în ecosistemul fluviului Nistru	14
3.4. Dinamica parametrilor cantitativi ai zooplanctonului în fluviul Nistru în aspect multianual, sezonier și spațial	16
4. ZOOPLANCTONUL – INDICATOR AL TROFICITĂȚII, CALITĂȚII APEI ȘI FUNCȚIONĂRII ECOSISTEMELOR ACVATICE	20
4.1. Statutul trofic al ecosistemelor investigate	20
4.2. Calitatea apei în ecosistemele râului Prut și fluviului Nistru	22
4.3. Rolul zooplanctonului în procesele de autoepurare a ecosistemelor acvatice	25
4.4. Zooplanctonul în circuitul microelementelor-metale	26
CONCLUZII GENERALE	27
RECOMANDĂRI	28
BIBLIOGRAFIE	29
ADNOTARE	32
ANNOTATION	33
АННОТАЦИЯ	34

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea temei. Nevertebratele planctonice, fiind parte-componentă a hidrobiocenozelor, joacă un rol important în funcționarea ecosistemelor acvatice, fiind o verigă de legătură în lanțurile trofice între producătorii primari și consumatorii de gradul doi, asigurând, astfel, circuitul materiei organice și fluxul de energie și participând în procesele de autoepurare, de migrație și bioacumulare-biomagnificare a substanțelor chimice (Gomes, 2019; Guidance, 2021). Astfel, organismele zooplanctonice, având caracteristici potrivite pentru organismele-indicatoare, sunt utilizate în monitorizarea și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice, rezultatele cărora stau la baza managementului durabil al acestora (Крылов, 2005; Almeida et al., 2020). Caracteristicile zooplanctonului indică starea trofică și nivelul de eutrofizare a ecosistemelor acvatice (Андроникова, 1996; Haberman, Haldna, 2014). Obținerea cunoștințelor noi privind diversitatea, caracteristicile cantitative, calitative și funcționarea comunităților de zooplancton în dependentă de factorii mediului de trai sunt extrem de necesare pentru descifrarea mecanismelor și dezvoltarea conceptuală a legităților funcționării ecosistemelor acvatice, completarea științei hidrobiologice, cât și pentru valorificarea durabilă a resurselor acvatice.

Modificările survenite în regimul hidrologic, hidrochimic și hidrobiologic al ecosistemelor acvatice în urma impactului antropic, care evoluează cu intensitate și complexitate, au implicat restructurări evidente ale comunităților de hidrobionți (Toderaș ș.a., 2000; Алимов и др., 2013; Espinosa-Rodríguez et al., 2021). Problema redresării stării ecologice, ca urmare a impactului antropic, în ecosistemele acvatice din Republica Moldova este de o importanță majoră, iar ~~și~~ soluționarea acesteia poate aduce beneficii semnificative pentru dezvoltarea economică și socială. Calitatea apei și, îndeosebi, starea grupelor principale de hidrobionți, inclusiv zooplancton, în mare măsură depinde de influența antropică și de desfășurarea măsurilor de protecție, bazate pe cunoașterea legităților proceselor care decurg în aceste ecosisteme.

Scopul lucrării constă în estimarea rolului actual al comunităților zooplanctonice în structura și funcționarea ecosistemelor fluviului Nistru și râului Prut în contextul valorificării durabile a resurselor acvatice.

Întru realizarea scopului, au fost trasate următoarele **obiective:**

1) Stabilirea structurii taxonomice sezoniere și multianuale a comunităților zooplanctonice în perioada anilor 2008-2020 în ecosistemele fl. Nistru și r. Prut;
2) Evaluarea parametrilor calitativi și cantitativi ai zooplanctonului în ecosistemele fl. Nistru și r. Prut;
3) Aprecierea statutului trofic și calității apei ecosistemelor fluviale conform speciilor indicatoare și parametrilor comunităților zooplanctonice;

4) Determinarea rolului zooplanctonului în procesele funcționale ale ecosistemelor fl. Nistru și r. Prut.

Ipoteza de cercetare: Zooplanctonul ecosistemelor acvatice transfrontaliere ale fl. Nistru și r. Prut este influențat de un complex de factori naturali și antropici, iar particularitățile de dezvoltare și distribuție în mediul acvatic, în condițiile schimbărilor climatice, depind de potențialul adaptiv al speciilor.

Drept suport metodologic şi teoretico-ştiinţific în planificarea și desfășurarea investigațiilor au servit lucrările lui A. Alimov (2013), V. Abacumov (1992), Naberejnâi (1984, 2003, 2010), I. Toderaș (2000), V. Grimalskii (1970), V. Climenco (2005, 2006) care au facilitat evaluarea cantitativă a rolului populaţiilor de hidrobionţi în ecosistemele acvatice și analiza diversității, dezvoltării și succesiunilor zooplanctonului în ecosistemele acvatice ale fl. Nistru și r. Prut.

Noutatea şi originalitatea ştiinţifică a lucrării constă în relevarea și completarea cunoștințelor privind diversitatea, dinamica parametrilor cantitativi și funcționali ai comunităților zooplanctonice, evidențierea factorilor principali care influențează dezvoltarea și distribuția zooplanctonului pe cursul fl. Nistru și r. Prut în aspect sezonier și multianual. Este identificată o specie nouă de rotifere – *Rhinoglena frontalis* Ehrenberg, 1853 și analizate particularitățile de dezvoltare, distribuție și toleranță a acestei specii în condițiile ecosistemului r. Prut. Este argumentată starea ecologică actuală a ecosistemelor acvatice prin prisma calității apei și a statutului trofic al ecosistemelor, apreciate în funcție de indicii structurali și funcționali ai zooplanctonului.

Problema ştiinţifică soluționată constă în *evaluarea structurii taxonomice*, particularităților dezvoltării cantitative și importanței zooplanctonului în procesele de migrație a substanțelor chimice în ecosistemele acvatice, în funcție de complexul de factori abiotici și biotici, *ceea ce a contribuit la* fundamentarea științifică a rolului comunităților zooplanctonice în funcționarea ecosistemelor acvatice ale fl. Nistru și r. Prut, *asigurând teoretic* elaborarea propunerilor de valorificarea durabilă a ecosistemelor acvatice în condițiile schimbărilor climatice și antropice.

Semnificația teoretică. Sunt obținute cunoștințe noi privind diversitatea și rolul organismelor planctonice în procesele funcționării ecosistemelor acvatice, în dinamica nivelului de troficitate și saprobitate, în procesele de autoepurare, biomagnificare și circuit al substanțelor chimice în condițiile impactului antropic și schimbărilor climatice. Particularitățile dezvoltării zooplanctonului reprezintă temeiul determinării bazei nutritive necesare pentru evaluarea și menținerea potențialului productiv piscicol al ecosistemelor acvatice. Cunoștințele obținute au o importanță semnificativă în dezvoltarea teoriei funcționării ecosistemelor acvatice.

Valoarea aplicativă a lucrării. Investigațiile complexe a organismelor zooplanctonice și utilizarea lor în evaluarea calității apelor de suprafață contribuie la efectuarea monitoringului

ecologic integrat. Este elaborat, implementat și apreciat înalt la nivel internațional un brevet de invenție, privind majorarea bazei trofice naturale în gospodăriile piscicole. Rezultatele cercetărilor privind starea ecosistemelor acvatice transfrontaliere, pe lângă interes științific, prezintă interes aplicativ pentru autoritățile publice, fiind solicitate în permanență de către Ministerul Mediului și instituțiile subordonate acestuia și utilizate în procesul decizional. Aspectele teoretice și aplicative al tezei prezintă interes pentru instituțiile de învățământ superior la susținerea cursurilor de ecologie, protecția mediului, hidrobiologie, ihtiologie, acvacultură ș.a. Rezultatele, îndeosebi, cele metodologice, sunt incluse în 4 ghiduri (în limba engleză și limba română), care au fost publicate în cadrul proiectelor realizate și sunt utilizate în procesul didactic în România.

Implementarea rezultatelor științifice. Rezultatele cercetărilor privind starea organismelor acvatice și ecosistemelor fl. Nistru și r. Prut prezintă interes pentru Ministerul Mediului și agențiile subordonate, Ministerul Educației și Cercetării și sunt implementate în procesul didactic la Universitatea „Dunărea de Jos" din Galați, România, Universitatea de Stat din Moldova, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă". Cunoștințele noi privind starea zooplanctonului ecosistemelor acvatice pot servi la pregătirea cadrelor de înaltă calificare în domeniul hidrobiologiei, ihtiologiei și ecologiei. Rezultatele au constituit parte componentă a rapoartelor privind implementarea mai multor proiecte internaționale (5) și naționale (6).

Aprobarea rezultatelor științifice. Rezultatele principale ale cercetărilor științifice, expuse în teză, au fost comunicate și aprobate la 28 foruri științifice de specialitate din țară și de peste hotare.

Publicații la tema tezei. Rezultatele obținute sunt reflectate în 37 de lucrări științifice, dintre care 4 articole în reviste științifice din străinătate recunoscute, 10 articole în culegeri științifice, inclusiv 2 peste hotare, 22 teze în lucrările conferințelor științifice internaționale, 1 brevet de invenție și sunt reflectate în 4 capitole, incluse în 4 ghiduri metodologice.

Volumul şi structura lucrării. Teza de doctorat este expusă pe 187 pagini, dintre care 125 pagini text de bază şi constă din adnotare, introducere, 4 capitole, concluzii, recomandări practice, referințe bibliografice 246 titluri, 7 anexe. Teza este ilustrată cu 31 tabele şi 42 de figuri.

Cuvinte-cheie: zooplancton, diversitate, statut trofic, calitatea apei, ecosisteme acvatice, fluviul Nistru, râul Prut.

CONȚINUTUL TEZEI

Introducere. Este argumentată actualitatea și importanța temei abordate, formulate scopul și obiectivele. Sunt reflectate noutatea și originalitatea științifică a tezei, problema științifică soluționată, valoarea teoretică și aplicativă a rezultatelor cercetării, implementarea rezultatelor obținute, aprobarea lor și sumarul compartimentelor tezei.

1. ORGANIZAREA ȘI FUNCȚIONAREA COMUNITĂȚILOR ZOOPLANCTONICE ÎN DIFERITE TIPURI DE ECOSISTEME ACVATICE

Capitolul include analiza cunoștințelor și realizărilor în domeniul studiului, succint istoricul investigațiilor comunităților zooplanctonice în diferite perioade de cercetare a ecosistemelor acvatice în limitele Republicii Moldova. Au fost evidențiați factorii principali care influențează dezvoltarea zooplanctonului, abordate particularitățile structural-funcționale ale dezvoltării zooplanctonului în ecosistemele lotice și descrise grupele principale ale zooplanctonului apelor dulci (Андроникова, 1996; Ejsmont-Karabin, Zielinski, 2012; Семенченко и др., 2013; Алимов и др., 2013; Богатов, Федоровский, 2017, etc.).

2. ECOSISTEME INVESTIGATE, MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

În acest capitol au fost prezentate caracteristicile ecosistemelor fl. Nistru și r. Prut supuse investigațiilor– ecosisteme acvatice transfrontaliere care mărginesc hotarul Republicii Moldova cu Ucraina și România (Figura 2.1).

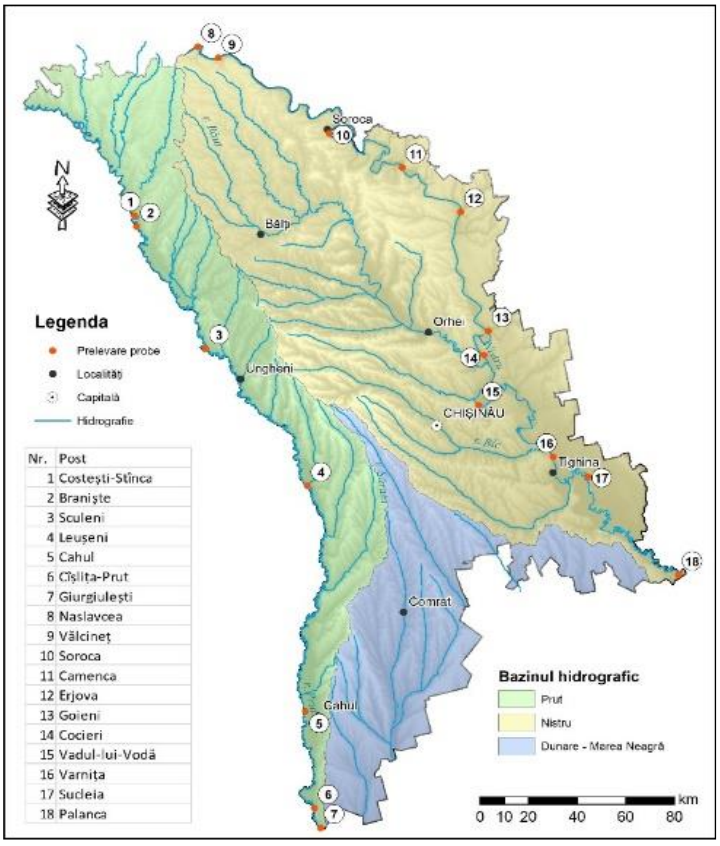


Fig.2.1. Staţiuni de prelevare a eşantioanelor de zooplancton în fl. Nistru şi r. Prut în limitele Republicii Moldova

A fost descrisă influența construcțiilor și funcționării centralelor hidroenergetice asupra acestor ecosisteme de importanță vitală pentru Republica Moldova apa cărora, fiind principala sursă de apă potabilă. Cercetările au fost efectuate în mod sistematic în decursul anilor 2008-2020 ca parte componentă a cercetărilor complexe ale ecosistemelor acvatice ale fl. Nistru și r. Prut realizate de Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie. În total au fost supuse analizei microscopice cca 1000 de eșantioane calitative și cantitative. În scopul aprecierii diversității și parametrilor cantitativi ai zooplanctonului, au fost utilizate metode acceptate în hidrobiologie de prelevare, conservare, prelucrare și analiza microscopică, precum și standardele comunitare adaptate și descrise în ghidurile elaborate de cercetătorii Institutului de Zoologie (Абакумов, 1992, Regulament, 2013; Ghid de prelevare, 2015; Guidance, 2021).

Identificarea speciilor zooplanctonice a fost efectuată cu ajutorul microscopului Axio Imager A2 (ZEISS), utilizând determinatoarele specializate (Набережный, 1984; Коровчинский, 2004; Kotov, Štifter, 2006; Segers, 2008; Определитель зоопланктона, 2010 ș.a.). Un șir de indici sinecologici (abundența, indicele de dominanță, indicele Jakkard, indicele de diversitate Shannon-Wiener, indicele saprobic Pantle și Buck) au fost aplicați pentru identificarea unor relații specifice în comunitățile zooplanctonice și estimarea stării ecologice a ecosistemelor. Programele Microsoft Office Excel2013, Microsoft Office Word 2013, FastStone Image Viewer 6.5, BioDiversityPro. LNK (Ecological Analysis package, 2018), Statistica Version 10 au fost utilizate pentru analiza, prelucrarea statistică a datelor și prezentarea grafică a rezultatelor obținute.

3. STRUCTURA TAXONOMICĂ, DEZVOLTAREA CALITATIVĂ ŞI CANTITATIVĂ A ZOOPLANCTONULUI ÎN RÂUL PRUT ŞI FLUVIUL NISTRU

Structura taxonomică a zooplanctonului este o caracteristică ecologică importantă a ecosistemelor acvatice. Specificul climei pe întreg teritoriu al Republicii Moldova în ultimele decenii constă în instabilitatea factorilor de mediu, în special, în apariția frecventă a inundațiilor și creșterea intensității fenomenelor de secetă hidrologică, care au un impact major asupra mediului acvatic, inclusiv asupra formării și dezvoltării speciilor zooplanctonice în ecosistemele fl. Nistru și r. Prut.

3.1. Structura taxonomică a zooplanctonului în ecosistemul râului Prut

În anii 2009-2020 componența faunistică a comunităților zooplanctonice din ecosistemul r. Prut a fost reprezentată de un număr total de 200 de specii, care reprezintă 3 grupe principale ale zooplanctonului: Rotatoria și două gupe mari de crustacee inferioare – Cladocera și Copepoda (Tabelul 3.1).

Tabelul 3.1. Componența taxonomică a comunităților zooplanctonice din ecosistemul r. Prut, anii 2009-2020

Unitatea taxonomică	Rotatoria	Cladocera	Copepoda	Total
Specie și varietate	125	38	37	200
Gen	36	19	22	77
Familie	20	8	4	32
Ordin	6	3	3	12

În anii 2009-2020 aportul principal în formarea componenței speciilor zooplanctonului r. Prut a aparținut rotiferelor care au constituit 62% din diversitatea totală, ceea ce a fost cu cca 20% mai puțin comparativ cu anii ’60 ai sec. XX (Гримальский, 1970). Cele două grupe de crustacee inferioare – Cladocera și Copepoda – au constituit câte 19% din numărul total de specii, înregistrând 38 și 37 de specii, respectiv. Compoziția calitativă a comunităților zooplanctonice din ecosistemul r. Prut în condițiile ecologice ale anilor 2009-2020 a constituit peste 60% din tot complexul taxonomic al faunei zooplanctonice înregistrate în limitele Republicii Moldova (Toderaș ș.a., 2000).

În legătură cu poluarea progresivă a ecosistemelor acvatice, în complexul faunistic și în dezvoltarea cantitativă a cladocerelor au fost atestate unele modificări, cum ar fi reducerea numărului de indivizi pentru unele specii și înlocuirea cu alte specii de zooplancton (Lebedenco 2017). Analiza datelor privind componența taxonomică a zooplanctonului a pus în evidență faptul că ecosistemul r. Prut este mai puțin favorabil pentru dezvoltarea grupului Cladocera (Lebedenco, 2022), comparativ cu fl. Nistru, înregistrând cu 19 specii mai puțin. Totodată, în unele perioade cladocerele au lipsit în eșantioanele investigate.

Din genurile frecvent înregistrate în componența zooplanctonului atât în aspect temporal, cât și spațial în ecosistemul r. Prut în perioada de investigație au fost: *Brachionus, Keratella, Euchlanis, Polyarthra, Synchaeta* din grupul rotiferelor, *Chydorus, Bosmina, Alona, Macrothrix* – din cladocere și *Eucyclops, Thermocyclops, Megacyclops* – din grupul copepodelor.

Au fost semnalate un șir de specii care nu au fost caracteristice ecosistemului r. Prut anterior anului 2009 sau au fost semnalate pentru ecosistemele râurilor mici sau lacurilor, de exemplu: *Testudinella truncata* (Gosse, 1886), *Filinia opoliensis* Zacharias, 1898, *Conochiloides dossuarius* (Hudson, 1885), *Lecane (Monostyla) scutata* (Harring et Myers, 1926), *Rhinoglena frontalis* Ehrenberg, 1853, *Dipleuchlanis propatula* (Gosse, 1886), *Brachionus bennini* Leissling, 1924, *B. bidentata*, Anderson, 1889, *B. budapestinensis*, Daday, 1885, *B. forficula*, (Wierzejski, 1891), *Keratella valga* (Ehrenberg, 1854), *Colurella uncinata* (Müller, 1773), *Lophocharis oxysternon* (Gosse, 1851), *Asplanchnopus multiceps* (Schrank, 1793), *Notomata aurita* (Müller, 1786), *Polyarthra remata*, Skorikov, 1896 din grupul rotiferelor, *Matadiaptomus asiaticus* (Uljanin, 1875), *Macrocyclops albidus* (Jurine, 1820), *Eucyclops speratus* (Lilljeborg, 1901) – din

grupul copepodelor, *Sida cristallina* (O.F. Müller, 1776), *Oxyurella tenuicaudis* (Sars, 1862), *Alonella excisa* (Fischer, 1854) – din grupul cladocerelor ș.a. De menționat faptul că în structura taxonomică s-au produs unele modificări: raportul dintre principalele grupe de zooplancton a rămas același (cu predominarea rotiferelor), însă speciile dominante și cele rar întâlnite au variat de la o perioada la alta, fenomen condiționat nemijlocit de condițiile ecologice caracteristice perioadei de investigație, sau condițiilor locale ale habitatului.

Au fost înregistrate diferențe privind numărul speciilor identificate în diverse perioade de studiu al comunităților zooplanctonice din ecosistemul r. Prut. Astfel, în anii ’60-70 ai sec. XX, în urmă investigațiilor complexe ale ecosistemului r. Prut, au fost înregistrate 140 de specii și varietăți în componența zooplanctonului. După anul 2000 numărul speciilor s-a majorat până la 192 și a atins 200 în 2009-2020. Rezultatele cercetărilor demonstrează că diversitatea speciilor a zooplanctonului r. Prut în perioada anilor 2009-2020 a crescut semnificativ în comparație cu perioada cercetărilor anterioare – 2001-2005 – cu cca 60% (de la 87 până la 200 specii și varietăți).

Specificul condițiilor ecologice, anotimpul, condițiile hidrologice și, nu în ultimul rând, presingul antropic determină distribuția neuniformă a zooplanctonului pe profilul cursului r. Prut. Diversitatea speciilor pe cursul râului denotă o diferență semnificativă a zooplanctonului în sectorul mijlociu (Braniște-Sculeni), cu o viteză mai mare a apei, și în sectorul inferior (Câșlița-Prut-Giurgiulești), cu o viteză a apei mai scăzută și cu caracteristici limnofile. Astfel, diversitatea zooplanctonului crește pe cursul râului, sporind treptat de la 64 (Braniște) până la 109 specii (Câșlița-Prut). Cel mai nefavorabil habitat pe cursul râului pentru comunitățile zooplanctonice, în special cladocere, s-a dovedit a fi sectorul Sculeni-Cahul (Jurminskaia ș.a., 2014; Lebedenco ș.a., 2017), unde se observă influența r. Jijia, adesea cu cantități extrem de mari a suspensiilor solide, și deversarea apelor reziduale din regiunea orașelor Leova și Cahul. Aportul principal în formarea complexului diversității speciilor în diferite habitate le aparține rotiferelor pe tot cursul râului, fiind situate în limitele de la 49% până 77%. Cea mai mică bogăție de specii din toate habitatele pe cursul râului a fost caracteristică pentru cladocere – numărul lor de specii a variat de la 9% până la 19% în sectoarele reofile, constituind în sectorul inferior al lacului de acumulare Costești-Stânca 26% din numărul total al speciilor identificate.

Pentru a determina nivelul de similitudine de-a lungul profilului longitudinal al r. Prut, a fost calculat indicele de afinitate Jakkard, cu compararea componenței specifice a zooplanctonului între toate stațiile de pe cursul râului. Gradul de asemănare a componenței specifice între habitate (stații) s-a dovedit a fi mai mare între habitatele apropiate pe cursul r. Prut; stațiile mai îndepărtate au o asemănare moderată. S-a constatat similitudinea maximă între stațiile Costești-Stânca și Braniște, cu un indice de similitudine de 0,62, și între stațiile Câșlița-Prut și Giurgiulești, cu

valoarea indicelui de similitudine de 0,67. Conform indicelui de similitudine obținut, aceste sectoare se caracterizează ca având o asemănare medie (50- 65%) și, respectiv, înaltă (65-80%).

Pe cursul ecosistemului r. Prut indicele diversității Shannon a comunităților zooplanctonice a variat în diapazonul 0,62-1,8 bit/ind.(H_N) și 0,84 – 1,51 bit/ind. (H_B), fiind minim la st. Leușeni (0,62 bit/ind. – H_N, 0,84 bit/ind. – H_B) și maxim la st. Giurgiulești (1,80 bit/ind. – H_N, 1,51 bit/ind. – H_B). Valorile înregistrate ale indicelui diversității dovedesc că habitatul st. Leușeni se caracterizează prin condiții extreme, iar restul habitatelor investigate se atribuie tipului mezotrofic de ecosistem.

În urma cercetărilor realizate, în premieră a fost identificată în componența zooplanctonului o specie nouă pentru Republica Moldova – rotiferul *Rhinoglena frontalis* Ehrenberg, 1853 (Figura 3.1). Această specie de rotifere a fost înregistrată în toamna anului 2016, pe sectorul r. Prut de la Leușeni până la Giurgiulești, în amonte de zona de confluență cu fl. Dunăre (Lebedenco, 2017).

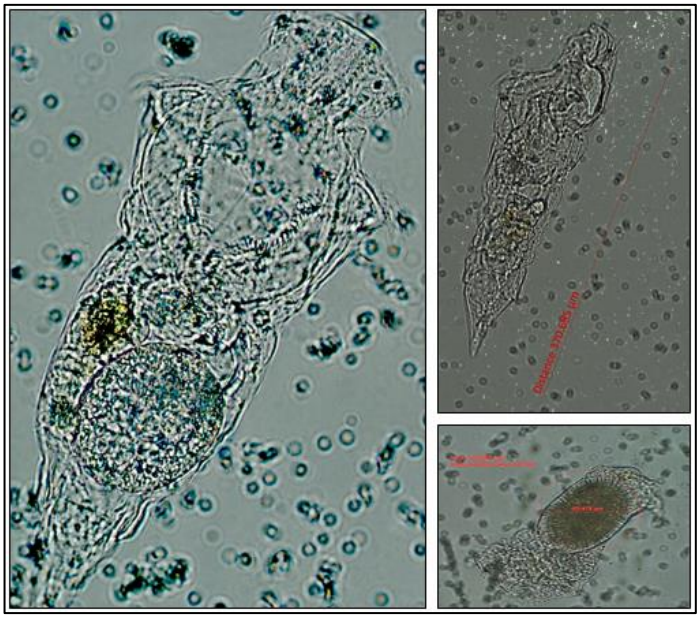


Fig. 3.1. *Rhinoglena frontalis* Ehrenberg, 1853 adult și ouă (foto original Lebedenco L.)

În scopul determinării condițiilor importante de mediu care contribuie la dezvoltarea speciei *R. frontalis,* a fost apreciată baza trofică – nivelul de dezvoltare a bacterioplanctonului și fitoplanctonului, conținutul suspensiilor în apă. În rezultat a fost stabilită o dependență pozitivă între efectivul *R. frontalis* și efectivul bacterioplanctonului și o dependență negativă de conținutul suspensiilor solide în apele r. Prut. Suspensiile solide, în cantități sporite, devin un factor limitator în dezvoltarea speciei *R.frontalis*. Astfel, la o concentrație a suspensiilor în apă de 143 mg/l, în pofida dezvoltării bacterio- și fitoplanctonului, la stația Cahul a fost înregistrată o diminuare bruscă (de 33 de ori) a efectivului speciei. În baza analizei datelor se pot presupune anumite limite de toleranță a speciei la cantități de suspensii de 35-60 mg/l în apă r. Prut.

3.2 Dinamica parametrilor cantitativi ai zooplanctonului în râul Prut în aspect multianual, sezonier și spațial

Parametrii cantitativi ai zooplanctonului în ecosistemul r. Prut sunt supuși influenței mai multor factori nativi și impactului activității umane care se reflectă printr-o dezvoltare și distribuție neuniformă a organismelor zooplanctonice în dinamica multianuală (Figura 3.2). Zooplanctonul a înregistrat pe parcursul anilor 2009-2020 valori destul de variate ale efectivului, oscilând în limitele 1,25-109 mii ind./m^3. În dinamica multianuală au fost înregistrate 3 vârfuri ale dezvoltării – în anii 2010, 2017 și 2020. Cele mai scăzute valori au fost observate în perioada anilor 2012-2015 (1,27-1,79 mii ind./m^3).

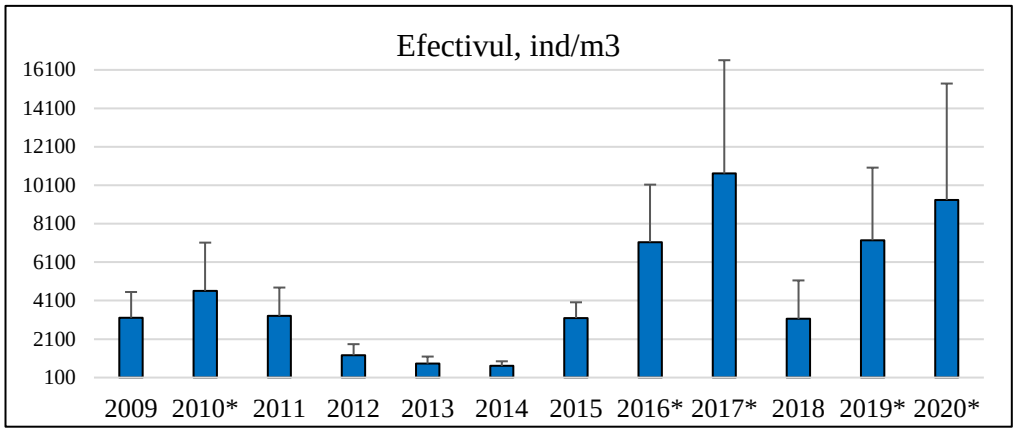


Fig. 3.2. Dinamica multianuală a efectivului (ind./m^3) zooplanctonului în ecosistemul r. Prut (valorile medii anuale pentru anii 2009-2020, n=21 pentru fiecare an (* - 2010/2, 2016/2, 2017/10, 2019/2, 2020/3))

În anul 2017 comunitatea zooplanctonică a ecosistemului r. Prut a înregistrat valorile maxime ale parametrilor cantitativi,cu un efectiv de 109,42 mii ind./m^3 și o biomasă de 223,64 mg/m^3 (Figura 3.2, Figura 3.3).

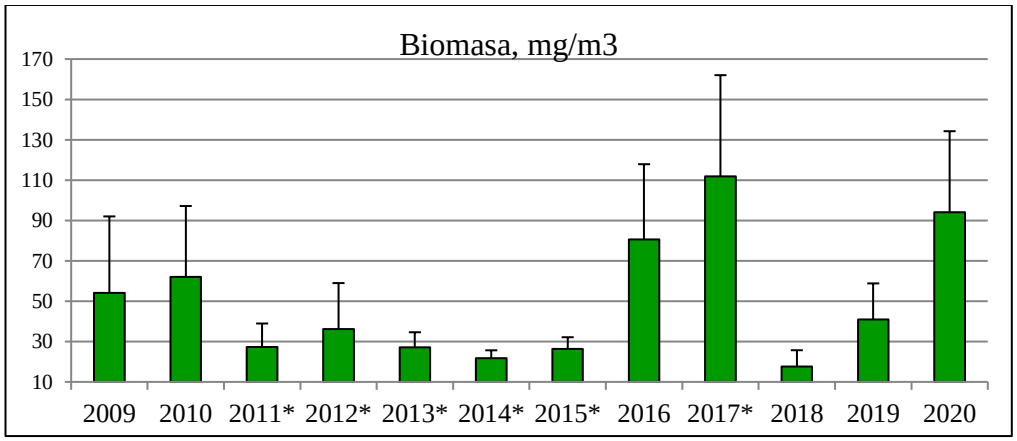


Fig. 3.3 Dinamica multianuală a biomasei zooplanctonului în ecosistemul r. Prut (valorile medii anuale pentru anii 2009-2020, n=21 pentru fiecare an, *- 2017/2, 2011-2015 x2)

Dinamica multianuală a dezvoltării principalelor grupe de zooplancton în ecosistemul r. Prut demonstrează existența unei corelații evidente între valorile efectivului și biomasei acestor grupe zooplanctonice și a zooplanctonului total (Figura 3.4).

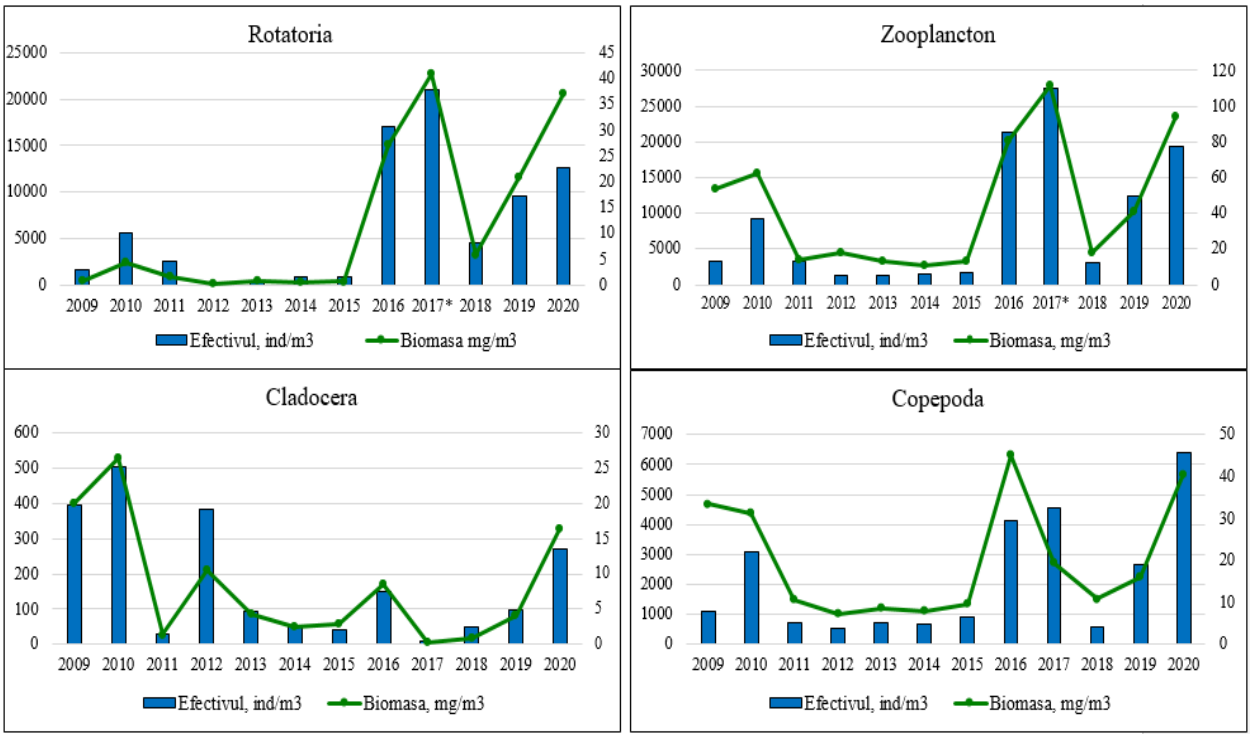


Fig. 3.4. Dinamica efectivului (ind./m^3) și biomasei (mg/m^3) rotiferelor, copepodelor, cladocerelor și zooplanctonului total în ecosistemul r. Prut, anii 2009-2020

Valorile efectivului zooplanctonului pe cursul r. Prut (Figura 3.5) au oscilat în limitele 2,74-22,76 mii ind./m^3, iar ale biomasei – între 12,62 și 84,61 mg/m^3, fiind mai reduse la stațiunea Sculeni și mai înalte la stațiunea Câșlița-Prut. Sectorul mijlociu al r. Prut se caracterizează prin valori mai reduse ale parametrilor cantitativi ai zooplanctonului comparativ cu sectorul inferior al râului.

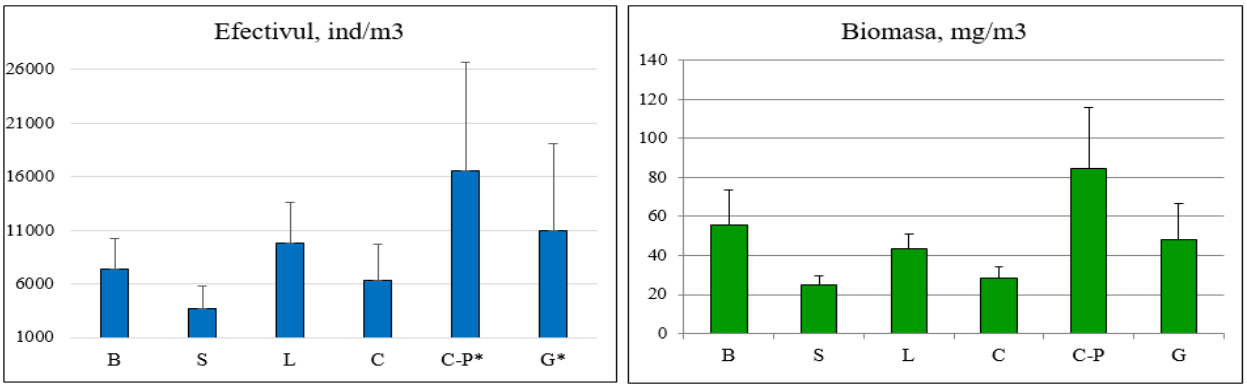


Fig. 3.5. Efectivul (ind./m^3) zooplanctonului total (n=36/ fiecare stație) și biomasa pe cursul r. Prut, anii 2009-2020 (B – Branițte, S – Sculeni, L – Leușeni, C – Cahul, C-P – Câșlița-Prut, G – Giurgiulești, * - /2)

Zooplanctonul s-a dovedit a fi mai productiv la stațiunile Câșlița-Prut, Giurgiulești, înregistrând un efectiv de 22,76 și, respectiv, 15,36 mii ind./m^3 și o biomasă de 84,61 și, respectiv, 48,22 mg/m^3. Dezvoltarea nesemnificativă a zooplanctonului se evidențiază la stațiile cu încărcătură antropică pronunțată, în special, în sectorul Sculeni – Cahul (Lebedenco, 2020).

În ecosistemul r. Prut, în majoritatea anilor investigați, dezvoltarea numerică maximă a zooplanctonului a fost atestată în perioada de primăvară-începutul verii și în perioada de toamnă, iar cea minimă – în perioada estivală și iarnă, cu unele excepții, de exemplu, în iarna cu temperaturi sporite ale anului 2020 valorile efectivului (12,55 mii ind./m^3) și ale biomasei (34,56 mg/m^3) organismelor planctonice au fost foarte înalte pentru perioada rece. Analiza valorilor efectivului zooplanctonului pentru diferite perioade ale anului 2013 a demonstrat existența unei similitudini puternice ($r > 0,931$) între lunile aprilie și noiembrie – luni în care se atestă valorile maxime ale dezvoltării zooplanctonului r. Prut (Lebedenco ș.a., 2017).

Efectivul zooplanctonului ecosistemului r. Prut s-a caracterizat printr-o neuniformitate a dezvoltării lui în timp. Valorile efectivului comunităților zooplanctonice în sezonul de iarnă a variat în limitele 0,36-12,55 mii ind./m^3, de primăvară – 1,05-203,70 mii ind./m^3, de vară– 0,036-73,96 mii ind./m^3 și de toamnă – în limitele 0,16-30,61 mii ind./m^3, maximul dezvoltării zooplanctonului revenind perioadei de primăvară-vară.

Biomasa totală a comunităților zooplanctonice din r. Prut a fost maximă în perioada de primăvară, înregistrând valori cuprinse în limitele 8,75-413,31 mg/m^3, în limitele 0,56-355,99 mg/m^3 în perioada de vară și în limitele 0,71-24,21 mg/m^3 în perioada de toamna. Contribuția principală în formarea biomasei zooplanctonului aparține copepodelor, acestea fiind înregistrate permanent în eșantioanele zooplanctonice investigate, indiferent de anotimp.

Producția comunităților zooplanctonice reprezintă funcția biomasei comunității, având aceeași dinamică în aspect multianual, sezonier și spațial. Unul din factorii importanți care determină o rată mai mare de producție este regimul termic al ecosistemului acvatic. Așa dar, producția zooplanctonului ecosistemului r. Prut s-a caracterizat prin valori scăzute, constituind mai puțin de 0,1 g/m^3 în 24 ore. În perioada de vegetație producția zooplanctonică în r. Prut în anii 2011, 2013-2015 și 2018 a constituit mai puțin de 0,5 g/m^3, în anul 2009 și anul 2012 – 0,8 g/m^3, în anul 2016 – 1,2 g/m^3, în anii 2010, 2017 și 2019 a fost în limitele 2,3-2,9 g/m^3, iar în anul 2020 a atins 9,6 g/m^3.

3.3. Structura taxonomică a zooplanctonului în ecosistemul fluviului Nistru

În decursul perioadei de investigație (2008-2020) structura taxonomică a zooplanctonului ecosistemului fl. Nistru (Tabelul 3.2) a fost reprezentată de 289 de specii și varietăți taxonomice din 88 de genuri, 34 familii și 12 ordine. Zooplanctonul fl. Nistru este format din trei grupe

principale: Rotatoria – cu 182 de specii și varietăți, Cladocera – cu 57 și Copepoda – cu 50 de specii.

Tabelul 3.2. Componența taxonomică a comunităților zooplanctonice din ecosistemul fl. Nistru, anii 2008-2020

Unitatea taxonomică	Rotatoria	Cladocera	Copepoda	Total
Specie și varietate	182	57	50	289
Gen	37	27	24	88
Familie	19	10	5	34
Ordin	6	3	3	12

În componența zooplanctonului ecosistemului fl. Nistru spectrul speciilor frecvente pe tot cursul fluviului și în aspect temporal este destul de larg și, în mare parte, include specii cosmopolite. Prin urmare, în ecosistemul fl. Nistru diversitatea taxonomică a zooplanctonului a fost mai bogată comparativ cu cea din ecosistemul r. Prut. Concomitent, între ecosistemele fl. Nistru și r. Prut au fost remarcate unele divergențe în componența zooplanctonului la nivel de familie, gen și, respectiv, specie. A fost constatat că condițiile ecosistemului fl. Nistru sunt mai favorabile pentru dezvoltarea crustaceelor inferioare (Шубернецкий, Лебеденко, 2008; Jurminskaia et al., 2016; Lebedenco, 2018), în special, a cladocerelor care au fost reprezentate de 27 de genuri – cu 8 genuri mai mult comparativ cu ecosistemul r. Prut. De menționat că genul *Hexarthra*, cu specia *Hexarthra oxyuris* (Zernov, 1903) care a fost înregistrat în r. Prut la stația Câșlița-Prut, nu a fost semnalat în ecosistemul fl. Nistru. Trebuie de accentuat că genurile *Camptocercus, Graptoleberis, Kurzia, Leydigia, Picripleuroxus*, determinate în ecosistemul fl. Nistru în anii 2008-2020, nu au fost înregistrate în ecosistemul r. Prut în anii 2009-2020.

Diversitatea speciilor a zooplanctonului în ecosistemul fl. Nistru prezintă o variație mare a numărului de specii pe cursul fluviului – de la 72 (Erjovo) până la 130 specii (Palanca). Diversitatea speciilor a sectorului mijlociu al fl. Nistru – stațiile Naslavcea, Vălcineț, Soroca, Camenca – s-a remarcat prin variații moderate ale numărului de specii înregistrate, în limitele 85-90, cu excepția stației Soroca, unde diversitatea speciilor a scăzut până la 76 de specii. În lacul de acumulare Dubăsari (stațiunile Erjovo, Goieni, Cocieri) numărul maxim de specii a fost înregistrat la stațiunea Goieni (116), urmată de stațiunea Cocieri (108) și stațiunea Erjovo (72 specii). Sectorul inferior al fl. Nistru (stațiunile Vadul lui Vodă, Varnița, Sucleia, Palanca) este mai bogat în specii înregistrate, comparativ cu sectorul mijlociu al fluviului. Numărul maxim al speciilor zooplanctonice a fost înregistrat la stațiunea Palanca – 130 specii, urmată de stațiunea Varnița cu 108 specii. La Vadul lui Vodă și Sucleia diversitatea speciilor a zooplanctonului constituie 95 și, respectiv, 94 de specii. Conform datelor obținute, pe cursul fl. Nistru aportul principal în formarea diversității specifice, la majoritatea stațiilor,

le-a aparținut rotiferelor care au constituit de la 48% (Naslavcea) până la 68% (stațiile Soroca și Palanca) și au fost caracteristice ecosistemului fl. Nistru în toate perioadele de studiu ale ecosistemului.

Indicele de similitudine între habitatele ecosistemului fl. Nistru a pus în evidență habitatele apropiate între ele, cu indicele de similitudine maxim de 0,64 între stațiile Varnița și Sucleia, ceea ce poate fi caracterizat ca o asemănare medie. Dendrograma de similitudine a diversității specifice a zooplanctonului pe cursul fl. Nistru a evidențiat divizarea în două clustere mari, unul fiind sectorul mijlociu al fl. Nistru (stațiunile Naslavcea, Vălcineț, Soroca, Camenca) și altul cuprinzând lacul de acumulare Dubăsari și sectorul inferior al Nistrului. Indicele Jakkard (IJ) al comunităților zooplanctonice din principalele ecosisteme ale Republicii Moldova – fl. Nistru și r. Prut a constituit 0,67. Numărul speciilor care au fost caracteristice ambelor ecosisteme investigate a fost egal cu 165, iar valoarea IJ a reflectat gradul de asemănare semnificativă între componența speciilor a zooplanctonului din aceste ecosisteme.

Indicele diversității Shannon pe cursul fl. Nistru a oscilat în diapazonul 1,12-2,24 bit/ind. (H_N) și 0,97-1,92 bit/ind. (H_B), încadrând marea majoritate a habitatelor pe cursul fluviului în tipul eutrofic de ecosistem, cu excepția st. Goieni, care s-a atribuit tipului mezotrofic, iar habitatul st. Palanca a prezentat elemente de eutrofizare care au fost reflectate în valorile indicelui diversității – 0,97 bit/ind. (H_B).

3.4. Dinamica parametrilor cantitativi ai zooplanctonului în fluviul Nistru în aspect multianual, sezonier și spațial

Efectivul zooplanctonului din ecosistemul fl. Nistru s-a caracterizat printr-o dezvoltare neuniformă în aspect multianual, prezentând o sporire în ultimii 5 ani de studiu. Dezvoltarea cantitativă a zooplanctonului (Figura 3.6) a atestat valorile minime în anul 2013 (media anuală – 1,99 mii ind./m^3), iar cele maxime – în anul 2016 (media anuală – 27,86 mii ind./m^3).

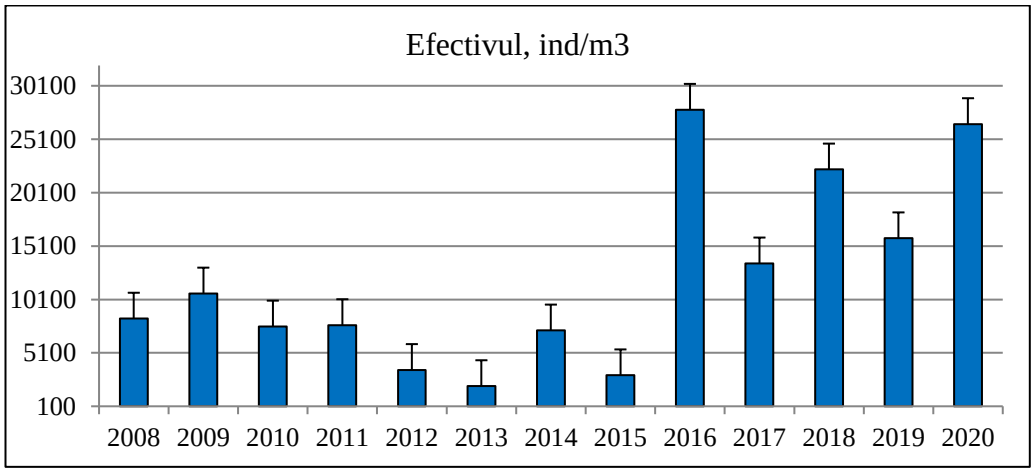


Fig. 3.6.Dinamica multianuală a efectivului (ind./m^3) zooplanctonului în ecosistemul fl. Nistru (valorile medii anuale pentru anii 2008-2020, n=33 pentru fiecare an)

În anii 2018 și 2020 în fl. Nistru a fost observată o dezvoltare semnificativă a zooplanctonului, mediile anuale constituind 22,27 mii ind./m^3 și, respectiv, 26,52 mii ind./m^3.

Dinamica multianuală a biomasei zooplanctonului a înregistrat valori mai înalte în anul 2009 (139,26 mg/m^3) și în anul 2016 (170,49 mg/m^3) și vizibil mai mici în anii 2012-2015, când a oscilat în limitele 16,19-69,64 mg/m^3 (Figura 3.7).

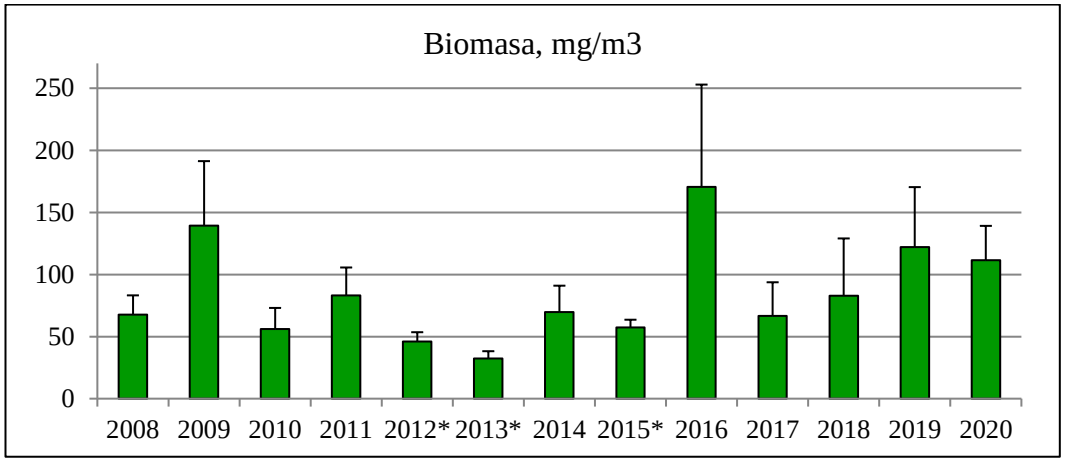


Fig. 3.7.Dinamica multianuală a biomasei (mg/m^3) zooplanctonului în ecosistemul fl. Nistru (valorile medii anuale pentru anii 2008-2020, n=33 pentru fiecare an, * - x2)

Analiza abundenței multianuale a grupelor principale zooplanctonice denotă creșterea aportului rotiferelor și reducerea esențială a contribuției cladocerelor în efectivul fl. Nistru în anii 2018 și 2020. În procesul de formare a biomasei rolul prioritar aparține crustaceelor inferioare care în decursul perioadei anilor 2008-2017 au depășit în sumă 90% din biomasa totală a zooplanctonului, iar în anii 2018 și 2020 aportul lor a scăzut semnificativ.

Parametrii cantitativi ai zooplanctonului pe cursul fl. Nistru depind de condițiile ecologice în punctele de prelevare a eșantioanelor biologice. De cele mai multe ori, efectivul zooplanctonului a fost vizibil mai mare în sectorul mijlociu și cel inferior al lacului de baraj Dubăsari și în fl. Nistru în aval de stația Palanca, unde condițiile hidrologice sunt favorabile pentru organismele planctonice (viteza lentă a apei, existența depunerilor subacvatice nămoloase, a macrofitelor) și în aval de st. Soroca, unde apele conțin cantități sporite de substanțe organice și valorile efectivului bacterioplanctonului sunt înalte, în rezultatul deversării apelor menajere neepurate. Limitele de variație a valorilor efectivului au fost destul de mari. De exemplu, în aval de barajul CHE-2 al CHEN, la stațiunea Naslavcea valorile efectivului au oscilat între 0,0 și 62,50 mii ind./m^3, iar la stațiunea Palanca între 0,27 și 405,50 mii ind./m^3 în decursul anilor 2008-2020. Cea mai înaltă valoare a efectivului mediu pentru anii 2008-2020 a fost stabilită în lacul de baraj Dubăsari la stațiunea Goieni: aici este evidentă influența golfului Goieni, cu ape stagnante, o diversitate bogată și abundență înaltă

a comunităților de hidrobionți și a rezervației Iagorlîc. În medie, valorile efectivului au fost minime la st. Camenca, la intrarea fl. Nistru în lacul de baraj Dubăsari (Figura 3.8).

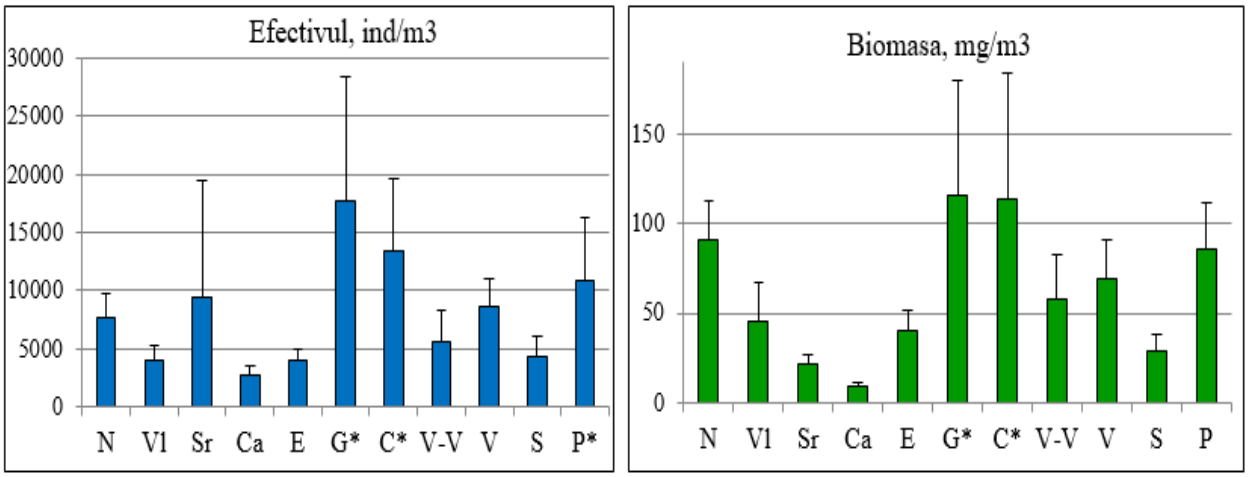


Fig. 3.8. Dinamica valorilor efectivului zooplanctonului (ind./m^3) și biomasei (mg/m^3) pe cursul fl. Nistru, anii 2008-2020 (N –Naslavcea, Vl – Vălcineț, Sr – Soroca, Ca – Camenca, E – Erjovo, G – Goieni, C – Cocieri, V-V – Vadul lui Vodă, V – Varnița, S – Sucleia, P – Palanca, n= 39 pentru fiecare stațiune, * - /2)

De menționat că pe sectorul fluviului Naslavcea-Vălcineț funcționarea CHEN (viteza și debitul apei cu salturi mari, regimul termic și gazos specific ș.a.) a constituit un factor major al diminuării efectivului zooplanctonului – fenomen care s-a resimțit până la st. Camenca. Deja în sectorul superior al lacului de acumulare, la st. Erjovo, a fost observată creșterea valorilor efectivului și biomasei zooplanctonului (Figura 3.8). În avalul barajului hidrocentralei Dubăsari a fost observată o descreștere a efectivului și biomasei în comparație cu valorile acestor parametri în amonte de baraj. Astfel, este evidentă influența funcționării hidrocentralei, dar de menționat și vărsarea afluentului Răut în amonte de Vadul lui Vodă, cu cantități înalte de suspensii solide în apă. Diminuarea parametrilor cantitativi ai zooplanctonului la st. Sucleia, probabil, se explică prin deversarea în fluviu a apelor industriale din orașele Tighina și Tiraspol.

La st. Soroca crește brusc efectivul rotiferelor care și formează efectivul total, dar descrește cantitatea copepodelor și cladocerelor, în rezultat, biomasa totală este, la fel, în scădere vizibilă, factorul de mediu determinant fiind deversarea apelor menajere. Efectivul rotiferelor a atins valorile maxime în lacul de baraj Dubăsari sectorul mijlociu, în fl. Nistru la Soroca și Palanca, a cladocerelor – la Goieni, Cocieri și Palanca și a copepodelor – la Cocieri. Biomasa fiecărei dintre cele 3 grupe investigate a fost maximă în lacul de baraj Dubăsari, iar copepodele au avut o biomasă mare și la Naslavcea (Figura 3.9).

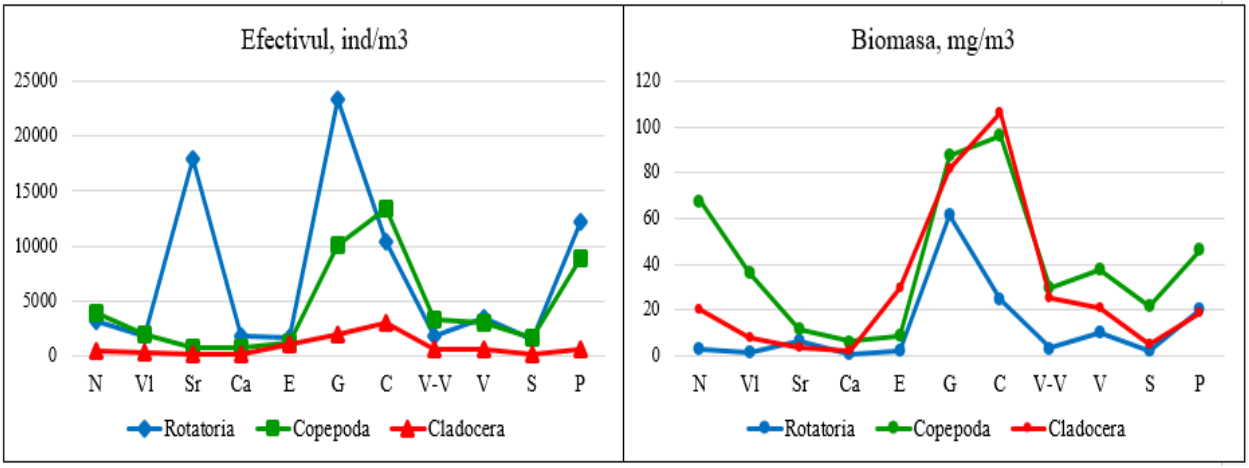


Fig. 3.9. Dinamica efectivului (ind./m^3) și biomasei (mg/m^3) rotiferelor, copepodelor și cladocerelor în ecosistemul fl. Nistru în anii 2008-2020

Analiza raportului dintre grupele principale în formarea efectivului și biomasei zooplanctonului pe cursul fl. Nistru relevă că cota parte a rotiferelor în efectivul zooplanctonului a oscilat de la 35% (Vadul lui Vodă) până la 98%, în majoritatea sa fiind peste 40%. Aportul copepodelor în formarea efectivului constituie 2% la Soroca, 65% – la Vadul lui Vodă, în lacul de baraj fiind în mediu de 35%, iar în fluviu – de peste 55%. Ponderea cladocerelor oscilează între 1-2% (st. Soroca) și 28% (st. Erjovo). Copepodelor le revine cota parte prioritară în biomasa zooplanctonului – 22-78%, fiind urmate de cladocere – 8-78% și rotifere – 2-25%.

Dinamica efectivului și biomasei zooplanctonului în aspect sezonier este determinată de proprietățile biologice ale speciilor și starea mediului de trai. Limitele de variație sunt destul de mari, fiind de cele mai multe ori în descreștere din perioada de vară-primăvară spre toamnă.

Complexul dominant al speciilor zooplanctonice s-a caracterizat prin modificări semnificative în aspect sezonier. Bunăoară, unele specii fiind eudominante (D5) într-un anotimp, au cedat poziția de dominanță sau au devenit subdominante, recedente în alt anotimp. Astfel, în anul 2016 în perioada de primăvară au dominat speciile *Keratella quadrata* (Müller, 1786) (D5 – 30%), *Notholca squamula* (Müller, 1786) (D4 – 7,8%), *Rotaria neptunia* (Ehrenberg, 1832) (D4 – 5,7%) și *Notholca acuminata* (Ehrenberg, 1832) (D3 – 2,6%) din grupul rotiferelor, stadiile preadulte din grupul copepodelor – nauplii Cyclopoida (D5 –26,9%), nauplii Copepoda (D4 – 6,9%) și *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785) (D3 – 3,3%) din grupul cladocerelor.

În anotimpul de vară poziția de dominanță le-a revenit speciilor *Rotaria rotatoria* (Pallas, 1766) (D5 – 20,2%), *Brachionus quadridentatus* Herman, 1783 (D2 – 1,5%), *K. quadrata* (D2 – 1,3%), *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832 (D1 – 0,9%) din rotifere, stadiilor preadulte ale copepodelor – nauplii Cyclopoida (D5 – 23,3%), copepodiți Cyclopoida (D2 – 1,3%), *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853) (D2 – 1,2%) și cladocerei *Moina brachiata* (Jurine, 1820) (D5 – 42,3%).

În sezonul de toamnă complexul dominant al zooplanctonului a fost alcătuit din *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832 (D4 – 6,7%), *E. dilatata* (D4 – 5,7%), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, 1925 (D2 – 1,9%), nauplii Cyclopoida (D5 – 19,5%), nauplii Copepoda (D4 – 5,8%), copepodiți Cyclopoida (D3 – 4,4%), *Th. crassus* (D2 – 1,6%), *Alona costata* Sars, 1862 (D5 – 14,1%), *Pleuroxus aduncus* (Jurine, 1820) (D3 – 3,3%) și *Alona rectangula* Sars, 1862 (D2 – 1,9%).

Producția zooplanctonului în sezonul de vară în fl. Nistru a constituit 50-95% din producția totală a zooplanctonului în perioada de vegetație a anilor 2008-2020. Productivitatea zooplanctonului în ecosistemele fluviale se caracterizează prin valori mai reduse în comparație cu cele lacustre, fiind influențată de condițiile de mediu, precum viteza apei, temperatura, acoperirea cu macrofite și altele. Producția zilnică a comunității zooplanctonului în ecosistemul fl. Nistru în decursul anilor 2008-2020 a oscilat între 0,1 și 3,6 g/m^3/24 de ore. Valorile producției zooplanctonului ecosistemului fl. Nistru în perioada de vegetație (210 zile) a anilor 2008-2020 s-au plasat în limitele 3,03 g/m^3 (anul 2010) – 317,8 g/m^3 (anul 2019). Grupul taxonomic care a determinat dinamica producției ecosistemului a fost cel al copepodelor, rolul secundar le-a revenit cladocerelor, iar rotiferele au jucat un rol neînsemnat în formarea producției.

4. ZOOPLANCTONUL – INDICATOR AL TROFICITĂȚII, CALITĂȚII APEI ȘI FUNCȚIONĂRII ECOSISTEMELOR ACVATICE

Starea ecosistemelor acvatice ale fl. Nistru și r. Prut este puternic influențată atât de modificările factorilor climaterici (secetă, inundații etc.), cât și de factorii antropici, cum ar fi îndiguirea albiei râurilor, scurgerile de pe câmpurile agricole, deversarea apelor neepurate și depozitarea deșeurilor pe malurile afluenților, care contribuie la poluarea și colmatarea râurilor, influențând negativ componenții principali și afectând în general funcționarea ecosistemelor acvatice. Indicii comunităților de zooplancton (Guidance, 2021; Haberman, Haldna, 2014; Андроникова, 1996 și alții) sunt utilizați pe scară largă în evaluarea gradului de poluare și diagnosticarea stării trofice a ecosistemelor acvatice, precum și pentru identificarea direcției transformării unui ecosistem.

4.1 Statutul trofic al ecosistemelor investigate

Statutul trofic reprezintă una dintre caracteristicile de bază ale funcționării ecosistemelor acvatice, reflectând cel mai adecvat nivelul de eutrofizare a apelor naturale. În baza parametrilor cantitativi și funcționali ai comunităților de zooplancton a fost efectuată clasificarea ecosistemelor acvatice în diferite categorii de troficitate. Estimarea dinamicii troficității ecosistemelor investigate (fl. Nistru și r. Prut) a fost efectuată în baza valorilor biomasei zooplanctonului, ca indice reprezentativ și prioritar în estimarea statutului trofic al ecosistemului acvatic (Оксиюк и др., 1994).

În cadrul investigațiilor multianuale (2009-2020) a fost stabilit că în ecosistemul r. Prut biomasa totală a zooplanctonului a oscilat în limitele 0,04-0,42 g/m^3, cu valori diferite în dependență de dezvoltarea comunităților zooplanctonice în anul investigării și ponderea grupului crustaceelor inferioare (Tabelul 4.1). Conform valorilor biomasei zooplanctonului, ecosistemul r. Prut s-a referit la următoarele categorii de troficitate: oligotrof – în anii 2011-2015, 2018, oligomezotrof – în anii 2009-2010, 2016, 2019, mezotrof – în anii 2017, 2020.

Conform valorilor efectivului zooplanctonului, ecosistemul r. Prut a fost: oligomezotrof în anii 2012, 2013, mezotrof în anii 2009-2011, 2014-2015, 2018-2019 și mezoeutrof în anii 2016, 2017, 2020. Conform indicelui Bi/Bv, statutul trofic al ecosistemul r. Prut în perioada 2013-2015 corespunde categoriei ecosistemului oligotrof, în perioada 2019-2020 – ecosistemului mezotrof (Tabelul 4.1).

Tabelul 4.1. Raportul dintre biomasa (mg/m^3) de iarnă (Bi) și de vară (Bv) a zooplanctonului și troficitatea ecosistemului r. Prut

Parametru	**Anul**				
	2013	**2014**	**2015**	**2019**	**2020**
Bi – iarna	1,26	6,86	11,18	0,94	34,56
Bv – vară	8,59	11,11	11,95	11,10	355,99
Bi/Bv	1:6,8	1:1,6	1:1	1:11,8	1:10
Statutul trofic	oligotrof 1:(1-9)	oligotrof 1:(1-9)	oligotrof 1:(1-9)	mezotrof 1:(10-90)	mezotrof 1:(10-90)

Valorile biomasei zooplanctonului în fl. Nistru în aspect multianual a oscilat în limitele 0,05-0,54 g/m^3, care încadrează ecosistemul Nistrului în categoriile de troficitate oligotrof-mezotrof. În perioada anilor 2012-2013 și în anul 2015 biomasa zooplanctonului era mai scăzută (0,05-0,09 g/m^3), fl. Nistru fiind clasificat ca ecosistem oligotrof. În anii 2016-2020, în comparație cu anii 2012-2015, parametrii cantitativi ai zooplanctonului au avut valori mai înalte, atribuind fl. Nistru la categoriile de ecosistem oligomezotrof-mezotrof.

Per ansamblu, valorile maxime ale biomasei zooplanctonului au fost înregistrate în lacul de acumulare Dubăsari (498,35 mg/m^3) și în sectoarele inferioare ale fl. Nistru (242,0 mg/m^3) și r. Prut (147,16 mg/m^3). De regulă, eutrofizarea ecosistemelor acvatice favorizează creșterea biomasei zooplanctonului, drept dovadă fiind ecosistemul lacului de acumulare Dubăsari. În baza valorilor biomasei a fost constatat că lacul de acumulare Dubăsari s-a atribuit la categoria ecosistemului mezotrof, iar sectorul mijlociu și inferior al fl. Nistru – la categoria ecosistemului oligomezotrof. Ecosistemul r. Prut în sectorul mijlociu s-a referit la categoria ecosistemului oligotrof, iar în sectorul inferior – la cea a ecosistemului oligomezotrof (Tabelul 4.2).

Tabelul 4.2. Modificarea statutului trofic pe cursul fl. Nistru și r.Prut în baza valorilor biomasei și efectivului zooplanctonului, anii 2008-2020

Parametru	Nistru, sectorul mijlociu	Lacul de acumulare Dubăsari	Nistru, sectorul inferior	Prut, sectorul mijlociu	Prut, sectorul inferior
Biomasă, mg/m^3 /categorie de troficitatea	167,79/ oligo-mezotrof	498,35/ mezotrof	242,00/ oligo-mezotrof	90,12/ oligotrof	147,16/ oligo-mezotrof
Efectiv, mii ind./m^3 /categoria de troficitatea	33,21/mezotrof	66,31/ mezo-eutrof	40,24/ mezotrof	15,89/ mezotrof	42,48/ mezotrof

Valorile biomasei zooplanctonului în lacul de acumulare Dubăsari au fost în limita normei, ceea ce denotă asigurarea hranei pentru peștii planctonofagi și a alte specii de pești la diferite etape ontogenetice.

4.2. Calitatea apei în ecosistemele râului Prut și fluviului Nistru

Clasificarea calității apelor de suprafață în Republica Moldova este reglementată de Regulamentul privind cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață (2013).

Din numărul total de 200 de specii zooplanctonice înregistrate în ecosistemul **r. Prut** în decursul perioadei 2009-2020, 183 de specii sau 92% au constituit specii indicatoare ale saprobității apei. S-a constatat că speciile o-saprobe au constituit 36%, o-β-mezosaprobe – 28% și β-mezosaprobe – 28% din diversitatea speciilor a speciilor indicatoare de zooplancton din r. Prut. Cât privește speciile, care sunt indicatori ai altor zone de saprobitate (α-saprobe, β-α-saprobe, x-o-saprobe și ρ-saprobe), numărul total al acestora nu a depăşit 8%. A fost observată sporirea prezenței speciilor β-α-mezosaprobe și α-mezosaprobe pe cursul r. Prut în sectorul inferior (Cahul – Giurgiulești), dintre care: *B. angularis* Gosse, 1851, *B. calyciflorus* Pallas, 1776, *R. rotatoria*, *Epiphanes senta* (Müller, 1773) – din rotifere, *Cyclops strennus* Fischer, 1851 – din copepode și *Moina macrocopa* (Straus, 1820), *M. rectirostris* Leydig, 1860, *Daphnia (D) pulex* Leydig, 1860 – reprezentanți ai cladocerelor.

În dinamică multianuală valorile medii ale indicelui saprobic nu au depășit limitele caracteristice pentru zona β-mezosaprobă, fiind maxime în anul 2015 (1,82) și minime în anii 2017 (1,46) și 2018 (1,47). Calitatea apei r. Prut, conform speciilor indicatoare de zooplancton, s-a atribuit clasei a II–a de calitate, caracterizată ca „bună”, cu excepția anilor 2017-2018, când calitatea apei a fost atribuită clasei I-a de calitate și caracterizată ca „foarte bună”.

Starea ecosistemului r. Prut în aspect spațial s-a caracterizat prin creșterea nivelului de poluare organică din sectorul mijlociu spre cel inferior al râului. Astfel, calitatea apei, conform valorilor indicelui de saprobitate a organismelor zooplanctonice, s-a atribuit clasei I-a de calitate („foarte bună”) la Branişte (1,46) și clasei a II-a („bună”) la Sculeni (1,55), Leușeni (1,70), Cahul

(1,76), Câșlița-Prut (1,75) și Giurgiulești (1,65). Deși calitatea apelor r. Prut este prielnică pentru dezvoltarea hidrobionților, totuși, mai poluat este sectorul de râu Cahul-Câșlița-Prut (Figura 4.1).

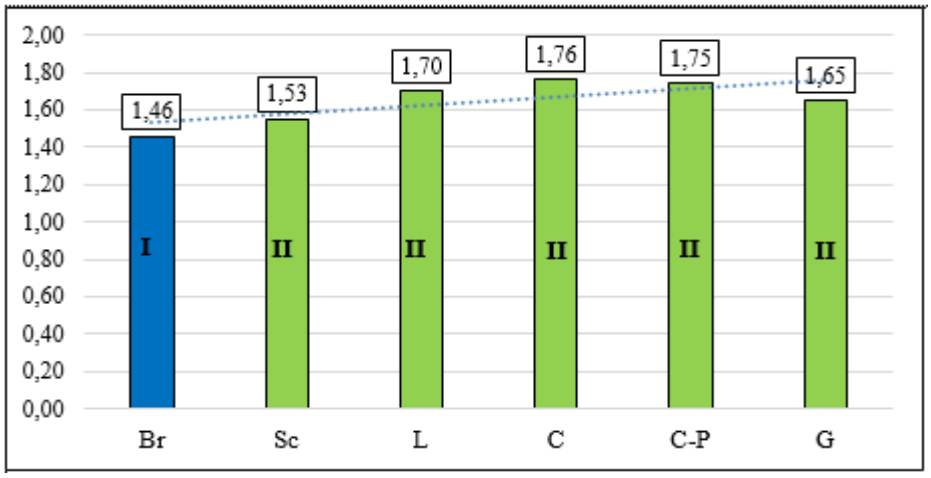


Fig. 4.1. Clasa de calitate a apei și valoarea indicelui saprobic pe cursul r. Prut în anii 2009-2020

Valoarea indicelui saprobic este determinată de componența speciilor și parametrii cantitativi ai comunității zooplanctonice care, la rândul lor, depind de condițiile climaterice, inclusiv schimbările vizibile pe cursul anului sau pe anotimpuri. Analiza datelor relevă că, în funcție de anotimp, valorile indicelui saprobic au oscilat între 1,2 și 2,2, atribuind apa la clasele I-III-a de calitate sau de la „foarte bună" până la „moderat poluată".

Din numărul total de 289 de specii zooplanctonice înregistrate în ecosistemul **fl. Nistru** în decursul anilor 2008-2020, 254 de specii, sau 88%, au constituit specii indicatoare ale saprobității apei. În comunitatea zooplanctonică a fl. Nistru speciilor o-saprobe le revine 36%, o-β-mezosaprobe – 34% și β-mezosaprobe – 24% din diversitatea speciilor. Cât privește restul speciilor, care sunt indicatori ai altor zone, numărul cumulativ al acestora nu a depășit 6%.

Mărimea indicelui saprobic în fl. Nistru variază în dependență de parametrii morfologici, hidrologici, de calitatea apei fluviului și condițiile climaterice. Pe cursul fl. Nistru în aval de or. Soroca, din cauza poluării cu apele menajere, de facto – neepurate, valoarea medie multianuală a indicelui saprobic a constituit 1,87, cele mai înalte valori fiind înregistrate în anii 2012 (2,63), 2014-2016 (2,11-2,52) și 2019 (2,37), ceea ce corespunde clasei a III-a de calitate a apei sau „moderat-poluată".

În ultimii ani pe cursul fl. Nistru a fost înregistrată creșterea moderată a poluării organice (Lebedenco, 2016; Lebedenco, 2021). De exemplu, în anul 2008 pe tot cursul fluviului a fost atestată clasa I-a de calitate a apei, cu excepția stației Soroca și stației Vadul lui Vodă, la care a fost stabilită clasa a II-a de calitate a apei. Însă în anul 2016 pe cursul fl. Nistru, în mare parte, calitatea apei s-a atribuit clasei a II-a de calitate. Clasa I-a de calitatea a apei a fost înregistrată

doar la Vălcineț (1,35), iar la Soroca (2,52) și Camenca (2,11) apa s-a atribuit clasei a III-a de calitate. Valorile medii anuale ale indicelui saprobic în fl. Nistru denotă sporirea poluării ecosistemului în aspect temporal, evidențiindu-se anii 2012 și 2016, când indicele saprobic a constituit 1,86 și 1,76, corespunzător.

Printre sursele de poluare a ecosistemului fl. Nistru se numără deversările apelor reziduale și menajere care nu sunt tratate corespunzător sau sunt deversate direct în fluviu. Activitatea ineficientă a instalațiilor de epurare sau lipsa lor are efecte imediate asupra calității apei ecosistemului. În amonte de or. Soroca a fost înregistrată valoarea maximă a mediei multianuale a indicelui saprobic – 2,24 (Figura 4.2), cu o variație în dinamica sezonieră în limitele 1,79-3,25.

În lacul de acumulare Dubăsari valorile indicelui saprobic au avut o dinamică moderată atât în aspect sezonier, cât și în aspect multianual, cu o mică creștere a acestora din sectorul superior (Erjovo) spre cel inferior (Cocieri), calitatea apei fiind de clasa I-a sau „foarte bună” la Erjova și de clasa a II-a sau „bună” – la Goieni și Cocieri.

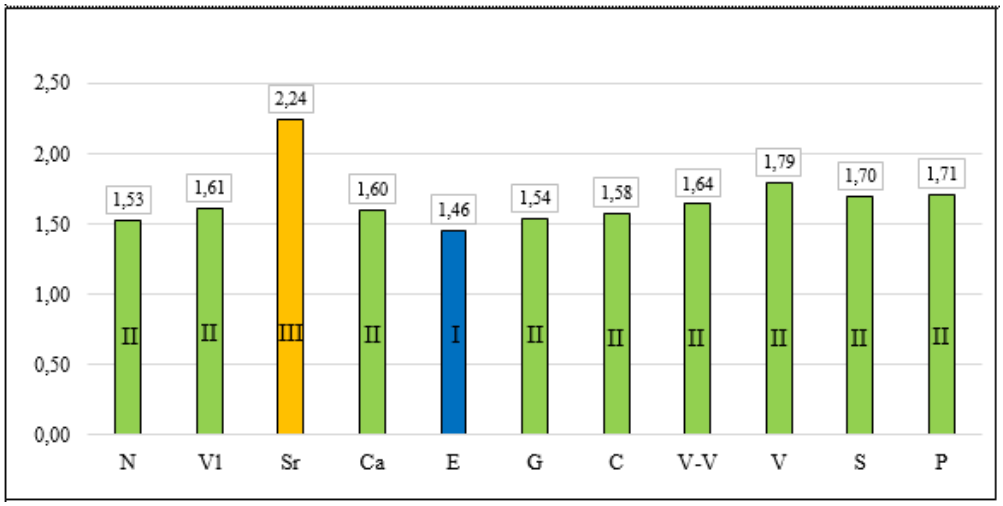


Fig. 4.2.Clasa de calitate a apei și valoarea indicelui saprobic pe cursul fl.Nistru în anii 2008-2020

De constatat faptul că poluarea apelor fl. Nistru în aval de Soroca se manifestă prin modificarea componenței comunităților zooplanctonului și parametrilor lui cantitativi. Reacția comunităților de zooplancton la substanțele toxice este diferită în comparație cu acțiunea substanțelor nutritive sau a celor organice în exces, care cauzează eutrofizarea ecosistemelor acvatice (Lebedenco, 2020; Андроникова, 1996). O reflectare vizibilă a efectului toxic este tabloul modificărilor compoziției speciilor, abundenței și biomasei planctonice, structurii biocenozei planctonice. Toate acestea trebuie luate în considerare atunci când se efectuează investigații privind monitorizarea și evaluarea calității apei în baza speciilor indicatoare de zooplancton sau a altor hidrobionți. Este necesar de a evalua indicatorii hidrobiologici concomitent cu parametrii fizico-chimici ai apelor, suspensiile, depunerile subacvatice, parametrii hidrologici

și morfologici ai ecosistemelor acvatice, care sunt temeiul genezei stării ecologice a habitatelor și înțelegerii proceselor care se petrec în aceste ecosisteme.

4.3 Rolul zooplanctonului în procesele de autoepurare a ecosistemelor acvatice

Rolul principal al zooplanctonului în transformarea substanțelor nutritive este asociat cu procesele de mineralizare a substanței organice, crustaceele fiind capabile să transforme aproximativ 11-14% din substanțele nutritive. Rotifere filtratoare, în pofida dimensiunilor lor mici, sunt capabile să filtreze de la zecimi de microlitru până la câțiva microlitri pe oră, în funcție de concentrația hranei în apă, astfel, rolul acestora fiind semnificativ în fluxul de substanțe organice și autoepurarea ecosistemelor. Este bine cunoscut și rolul zooplanctonului în heleștiele întreprinderilor piscicole, unde reducerea numărului de bacterii poate atinge până la 99,5% datorită activității de filtrare a cladocerelor (de exemplu, *Daphnia magna* Straus, 1820, *D. pulex*).

Cantitatea și calitatea nutriției afectează starea comunităților zooplanctonice și principalii ei parametri. Când se face referință la substanțele organice în suspensie ca resursă de hrană, este important de avut în vedere nu doar conținutul cantitativ al acestora, ci și compoziția lor calitativă.

În cercetările efectuate a fost atestată dependență directă a parametrilor zooplanctonului de cantitatea substanțelor organice în perioada de vegetație al anului 2017 în ecosistemul fl. Nistru (Figura 4.3). Este evident că odată cu creșterea conținutului substanțelor organice supuse oxidării biochimice are loc și creșterea valorilor biomasei totale a zooplanctonului (r=0,994, n=33).

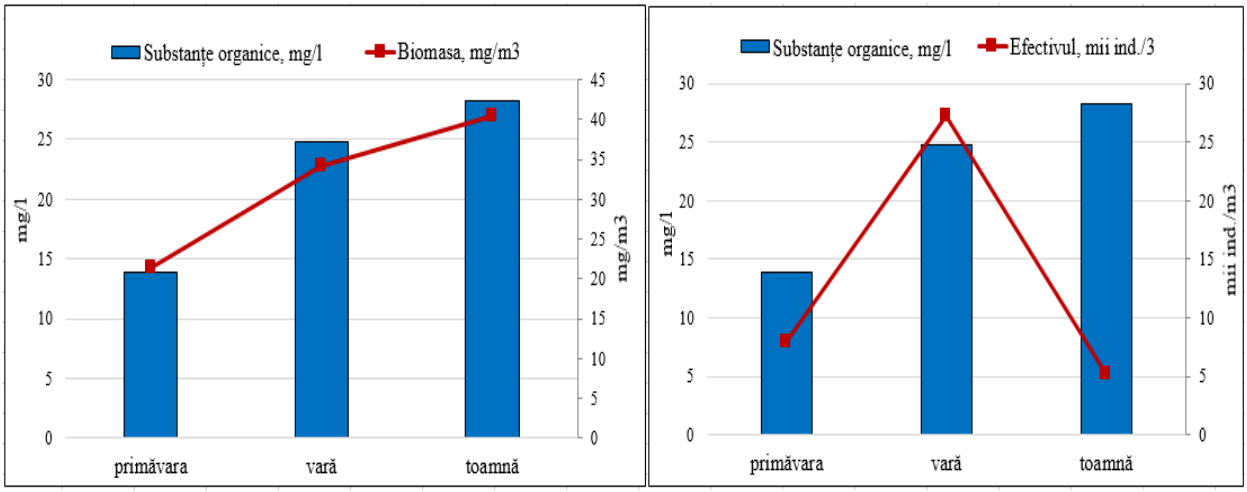


Fig. 4.3. Dependența biomasei (mg/m^3) și efectivului (mii ind./m^3) zooplanctonului de concentrația substanțelor organice (mg/l) în fl. Nistru, anul 2017

Această corelație pozitivă a fost înregistrată și pentru efectivul organismelor zooplanctonice în perioada de primăvară și vară, însă toamnă această relație nu a fost semnalată, din cauza temperaturilor (< 15 ˚C) scăzute în timpul colectării eșantioanelor biologice, care, probabil, au dus la pierea mai multor organisme planctonice și, ulterior, la sporirea cantității de substanțe organice în perioada când efectivul hidrobionților planctonici s-a diminuat.

4.4 Zooplanctonul în circuitul microelementelor-metale

Determinarea nivelului de acumulare și a rolului nevertebratelor planctonice în circuitul microelementelor-metale, fiind o abordare importantă în procesele funcționării ecosistemelor acvatice. Rezultatele demonstrează o corelație liniară pentru toate metalele (Figura 4.4). De menționat și faptul că în acvariile cu adaus de zinc, cobalt și mangan biomasa *D. magna* a fost vizibil mai mare comparativ cu cea din acvariile cu adaos de cupru și, îndeosebi, cu plumb.

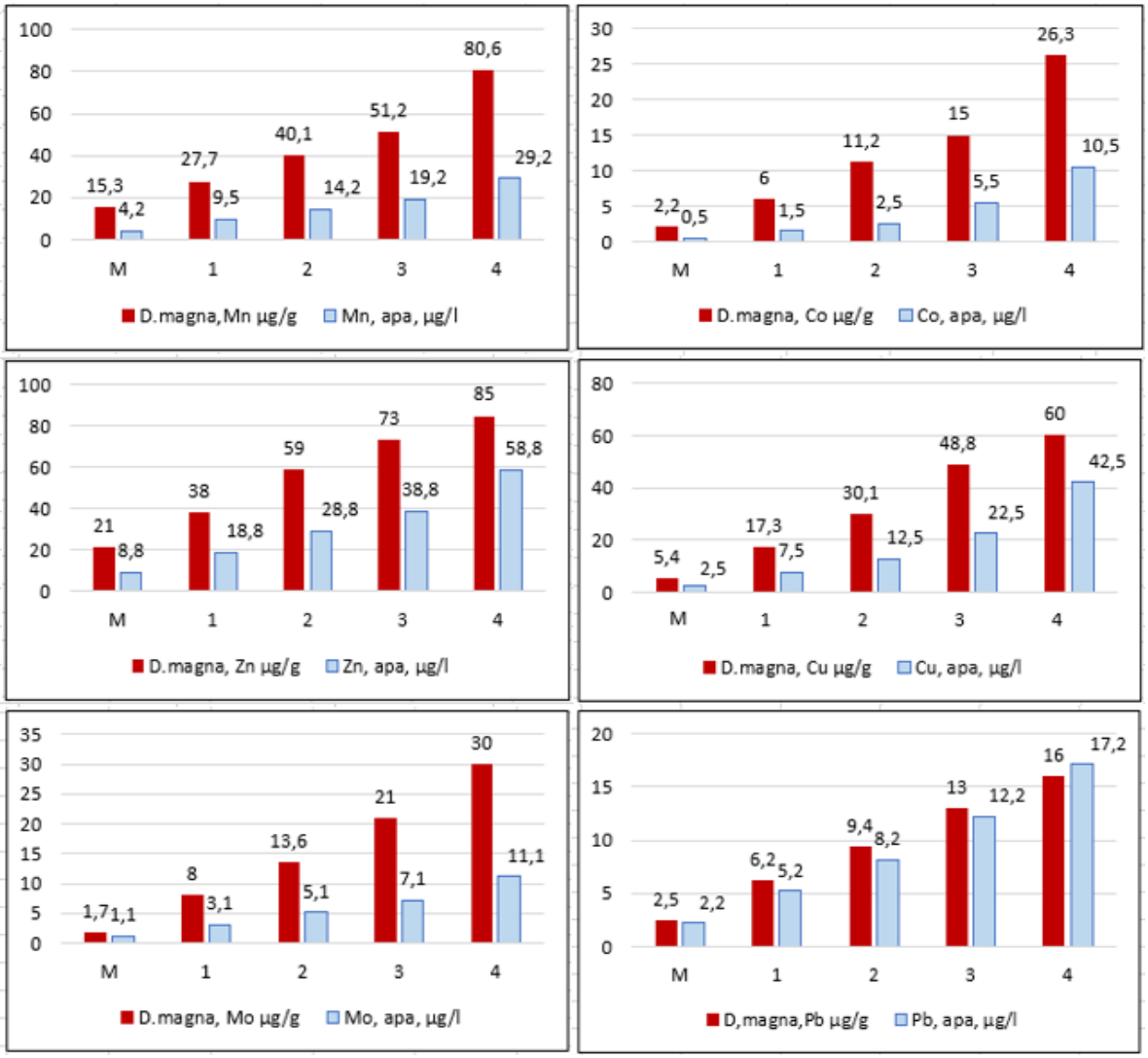


Fig. 4.4. Dependența nivelului de acumulare a metalelor în *D. magna* (µg/g) de concentrația lor în apă (µg/l) în condiții experimentale de laborator cu adaosul microelementelor-metale în apă din fl. Nistru

Au fost calculate ecuațiile și coeficientul de corelație dintre nivelul de acumulare a metalelor în *D. magna* (CMe, µg/g) de concentrația acestor 6 metale în apă (Capă, µg/l):

CCo = 2,8408+2,2681*Capă, r = 0,98,

CMn = 3,2545+2,6032* Capă, r =0,99,

CZn = 8,8788+1,3395*Capă, r=0,97,

CMo = -0,08856+2,8628*Capă, r= 0,99,

CCu = 8,8788+1,3395*Capă, r=0,91,

CPb = 1,333+0,8986*Capă, r=0,98.

Cunoașterea existenței unei asemenea corelații puternice liniare între CMe și Capă și posedarea datelor privind biomasa zooplanctonului, dar mai bine – privind producția zooplanctonului, permite determinarea volumului metalelor inclus de zooplancton în procesele de migrație și circuit a metalelor în ecosistemele acvatice și autoepurare a apelor de metale.

Este cunoscut faptul că rolul microelementelor în dezvoltarea organismelor acvatice și terestre, deseori, este determinant. În baza acestor cunoștințe a fost elaborat și implementat un brevet necesar pentru piscicultori care permite, prin utilizarea cobaltului și manganului, sporirea creșterii puietului de ciprinide prin sporirea potențialului nutriției vii în helești. Utilizarea compușilor de cobalt și mangan s-a reflectat asupra dinamicii biomasei zooplanctonului în 2 helești piscicole de creștere intensivă a puietului de crap și peşti fitofagi de diferită vârstă, fără utilizarea hranei adăugătoare la cea naturală vie de fito- și zooplancton. Efectul economic a constat în sporirea producției piscicole cu 20-25% și economia altor îngrășăminte și nutriții (Zubcov ș.a., 2011).

CONCLUZII GENERALE

Rezultatele obținute în corelație cu scopul și obiectivele formulate în cadrul tezei de doctorat „Zooplanctonul ecosistemelor acvatice ale Republicii Moldova – diversitatea, structura și funcționarea în dependență de factorii de mediu”, au condus la formularea următoarelor concluzii generale:

1. Structura taxonomică a zooplanctonului fl. Nistru a constituit 289 de specii incluse în 88 de genuri, 34 familii și 12 ordine, iar în r. Prut a constituit 200 de specii care fac parte din 77 de genuri, 32 de familii și 12 ordine.

2. Diversitatea comunităților zooplanctonice a ecosistemelor acvatice transfrontaliere – fl. Nistru și r. Prut – în total a însumat 321 de specii, dintre care 157 sunt comune, cu un coeficient de similitudine ecologică de 0,64, reflectând un grad de asemănare medie în componența speciilor. Diversitatea maximă pe cursul râurilor a fost constatată în sectoarele inferioare ale râurilor, constituind la stațiunea Palanca 130 de specii zooplanctonice și 109 – la stațiunea Câșlița-Prut.

3. Investigațiile efectuate în ecosistemele transfrontaliere – r. Prut și fl. Nistru – asupra dezvoltării zooplanctonului au evidențiat importanța parametrilor abiotici (debitul, viteza, transparența, temperatura apei) și biotici (dezvoltarea bacterio- și fitoplanctonului, plantelor superioare și consumatorilor) care și sunt determinanți pentru stabilirea porțiunilor de râu vulnerabile și prielnice pentru organismele zooplanctonice. Pe cursul r. Prut porțiunea cea mai

vulnerabilă pentru zooplancton este în aval de confluența cu afluentul Jijia, iar pe cursul fl. Nistru o porțiune vulnerabilă a fost evidențiată pe sectorul Naslavcea-Vălcineț în aval de barajul CHE-2 al CHEN, următoarea porțiune în amonte de lacul de acumulare Dubăsari, unde se manifestă influența apelor menajere deversate din or. Soroca, și în sectorul inferior al fluviului, în regiunea stațiunii Sucleia, unde sunt deversate ape reziduale menajere și industriale.

4. Rotiferul *Rhinoglena frontalis* Ehrenberg, 1853 este o specie nouă pentru fauna organismelor planctonice din Republica Moldova; el a prezentat o dependență negativă de conținutul suspensiilor în apă, limitele de toleranță ale speciei constituind 35-60 mg/l de suspensii.

5. Din numărul total de specii zooplanctonice înregistrate în ecosistemele fl. Nistru și r. Prut 88 de specii sau 92% sunt indicatoare ale gradului saprobității apei. Calitatea apei ecosistemelor r. Prut și fl. Nistru, conform speciilor indicatoare de zooplancton, s-a atribuit clasei a II-a de calitate, caracterizată ca „bună", cu unele excepții în aspect temporal, când calitatea apei a fost atribuită clasei I-a de calitate și caracterizată ca „foarte bună". Sporirea poluării în aspect spațial a fost atestată la stațiunile Soroca (fl. Nistru) și Leușeni (r. Prut).

6. Conform statutului trofic determinat în baza zooplanctonului, ecosistemele fl. Nistru și r. Prut au oscilat de la ecosisteme oligotrofe până la mezotrofe. În baza valorilor biomasei, lacul de acumulare Dubăsari a fost atribuit la categoria de ecosistem mezotrof, iar sectorul mijlociu și inferior al fl. Nistru – la categoria de ecosistem oligomezotrof. Ecosistemul r. Prut în sectorul mijlociu s-a referit la categoria de ecosistem oligotrof, iar în sectorul inferior – la cel oligomezotrof.

RECOMANDĂRI

1.Diversitatea, structura cantitativă, indicii funcționali ai comunităților de zooplancton, fluctuațiile lor sezoniere și multianuale sub influența factorilor de mediu sunt indicatori relevanți ai stării ecosistemelor acvatice, pot fi utilizați în monitoringul ecologic integrat și la elaborarea măsurilor de remediere a acestora.

2. Pentru remedierea și menținerea calității apei în fluviul Nistru și râul Prut, se recomandă diminuarea deversărilor de ape reziduale industriale şi menajere neepurate în bazinele hidrografice ale acestora.

3. Remedierea stării ecologice a ecosistemelor acvatice situate în bazinele hidrografice ale fl. Nistru şi r. Prut poate fi realizată prin coordonarea acţiunilor ţărilor riverane – Republica Moldova, Ucraina şi România în domeniul protecţiei mediului şi valorificării durabile a resurselor de apă.

4. Rezultatele cercetării comunităților zooplanctonice pot fi utilizate la susținerea cursurilor de zoologie a nevertebratelor, hidrobiologie, protecție a mediului, acvacultură ș.a. în instituțiile de învățământ superior și colegii.

5. În perspectivă, se recomandă aprofundarea cercetărilor orientate spre estimarea rolului zooplanctonului în bilanțul biotic și transferul de energie în structura trofică, în contextul eficienței energetice a întregului ecosistem acvatic.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. ALMEIDA, R., FORMIGO, N., SOUSA-PINTO, I., ANTUNES, S. Contribution of zooplankton as a biological element in the assessment of reservoir water quality. In: *Limnetica.* 2020, vol. 39, pp. 245–261. ISSN: 0213-8409, DOI: 10.23818/limn.39.16
2. CLIMENCO, V., NABEREJNÂI, A. Species structure and abundance of zooplankton in the Dubasary reservoir and the adjacent Dniester stretches under human impacts. În: *Diversitatea, valorificarea rațională și protecția lumii animale:* materialele conf. a 5-a a Zoologilor din Republica Moldova, Ch.: CEP USM, 2006, pp. 302-305. ISBN 978-9975-70-664-3.
3. EJSMONT-KARABIN, J., ZIELINSKI, P. Impact of river current on the uniformity of littoral communities of Rotifera. In: *Limnological Review journal*. 2012, vol. 13, nr. 1, pp. 13-19.
4. ESPINOSA-RODRÍGUEZ, C., SARMA, S., NANDINI, S. Zooplankton community changes in relation to different macrophyte species: Effects of *Egeria densa* removal. In: *Ecohydrology and Hydrobiology.* 2021, vol.21, pp.153–163.
5. Ghid de prelevare a problelor hidrochimice şi hidrobiologice = Hydrochimical and hydrobiological sampling guidance. Progr. Operaţional Comun România UcrainaRepublica Moldova 2007-2013; ed.: Toderaş Ion, Zubcov Elena, Bileţchi Lucia, Chişinău: S. n., Tipogr. “Elan Poligraf ”. 2015. 64 p. Graniţe comune. Soluţii comune. ISBN 978-9975-128- 28-5. Disponibil:.
6. GOMES, L. et al. Zooplankton functional-approach studies in continental aquatic environments: a systematic review. In: *Aquatic Ecology*. 2019, vol. 53, nr. 2, pp. 191-203.
7. Guidance on the Monitoring of Water Quality and Assessment of the Ecological Status of Aquatic Ecosystems. Editors: Bileţchi Lucia, Zubcov Elena. Chişinău: S. n., 2021 (Î. S. F.E.-P. „Tipografia Centrală”), 92 p. ISBN 978-9975-157-05-6.
8. HABERMAN, J., HALDNA, M. Indices of zooplankton community as valuable tools in assessing the trophic state and water quality of eutrophic lakes: Long term study of Lake Võrtsjärv. In: *Journal of Limnology*. 2014, vol. 73, nr.2, pp. 263–273. Disponibil: https://doi.org/10.4081/jlimnol.2014.828
9. JURMINSKAIA, O.; **LEBEDENCO, L**.; ȘUBERNEȚKII, I. Species diversity of the Dnister river zooplancton communities in 2013-2015. In: *Sustainable use, protection of animal world and forest management in the context of climate change,* 12-13 octombrie 2016, Chișinău. Chișinău: Institutul de Zoologie, 2016, Ediția 9, pp. 207-208. ISBN 978-9975-3022-7-2. DOI: 10.53937/9789975302272.103
10. JURMINSKAIA, O., ȘUBERNEȚKII, I., **LEBEDENCO, L**., MIRON, A. Evaluarea stării ecologice a râului Prut pe baza comunităților de zooplancton. In: *Sustainable use and protection of animal world diversity*. International Symposium dedicated to 75-th anniversary of Professor Andrei Munteanu, Chisinau, 2014, p. 218-219. ISBN 978-9975-62-379-7.
11. KOTOV, A., ŠTIFTER, P. Cladocera: family Ilyocryptidae (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda). *In*: *Guides to the identification of the microivertebrates of the Continental*

Waters of the world, Kenobi Productions, Ghent & Backhuys Publishers, Leiden, 2006, *vol. 22*.172 p.

12. **LEBEDENCO, L**. Structura taxonomică a comunităților zooplanctonice în ecosistemele fl. Nistru și r. Prut. In: *Functional ecology of animals.* International symposium dedicated to the 70th anniversary from the birth of academician Ion Toderas, 21 septembrie 2018, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Institutul de Zoologie, 2018, pp. 444-445. ISBN 978-9975-3159-7-5. DOI: 10.53937/9789975315975.78.
13. **LEBEDENCO, L.** Assessment of the pollution level of Prut River according to the structural indices of zooplankton. In: *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle II - Mathematics, physics, theoretical mechanics. Fascicle II*, Year IX (XL), No.1, 2017, p. 61-69. ISSN 2067-2071.
14. **LEBEDENCO, L**. Quality of Dniester River according to zooplankton indices during 2012-2015. In: *Sustainable use, protection of animal world and forest management in the context of climate change*. The IX th International Conference of Zoologists, Chisinau, 12-13 October 2016, Chisinau, p.211. ISBN 978-9975-3022-7-2.
15. **LEBEDENCO, L**. The Diversity of Cladocera (Crustacea) species in the Prut River Ecosystem, Republic of Moldova. In: *Biology and Sustainable Development*. The 20th edition of the scientific symposium, November 24-25, 2022, Bacău, Romania. The programme and abstracts, p. 65.
16. **LEBEDENCO, L**. Evaluarea stării comunităților zooplanctonice în condițiile ecologice actuale. In: *Modificări funcționale ale ecosistemelor acvatice în contextul impactului antropic și al schimbărilor climatice*. Materialele simpozionului, Institutul de Zoologie, Chisinău, Republica Moldova, 6 noiembrie 2020. Chișinău: S.n., 2020, 42-44 p. ISBN 978-9975-151-97-9
17. **LEBEDENCO, L.**Studies on the distribution of zooplanktonic communities in the Prut - Danube ecosystems.*Oltenia. Studii şi comunicări. Ştiinţele Naturii*. Tom. 34, No. 2, 2018, pp. 216-219. ISSN 1454-6914.
18. **LEBEDENCO, L**.; JURMINSKAIA, O.; ȘUBERNEȚKII, I. Diversitatea comunităților de zooplankton în Râul Prut. In: *Actual problems of zoology and parasitology: achievements and prospects*, 13 octombrie 2017, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Institutul de Zoologie, 2017, pp. 458-466. ISBN 978-9975-66-590-2. DOI: 10.53937/9789975665902.110
19. **LEBEDENCO, L.**; NABOKIN M.; ANDREEV, N.; KOVALISHYNA, S. The state of zooplankton communities in the Lower Dniester area under the conditions of river regulation and actual climatic changes. In: *Sustainable use and protection of animal world in the context of climate change: dedicated to the 75th anniversary from the creation of the first research subdivisions and 60th from the foundation of the Institute of Zoology*, Ed. 10, 16-17 septembrie 2021, Chișinău. Chișinău: Institutul de Zoologie, 2021, Ediția 10, pp. 55-64. ISBN 978-9975-157-82-7. DOI: 10.53937/icz10.2021.08
20. Regulament cu privire la cerinţele de calitate pentru apele de suprafaţă. HG RM Nr. 890 din 12.11.2013. In: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova,* Chișinău, 2013, nr. 262-267, art. Nr.1006, p. 32 – 39.
21. SEGERS, H. Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. In: *Hidrobiologia*. 2008, vol. 595, pp. 49-59.
22. TODERAȘ, I. ș.a., Starea actuală și modificările posibile în componența diversității faunistice din Republica Moldova în rezultatul eventualelor schimbări climaterice. În: *Culegere de*

lucrări „Schimbarea climei. Cercetări, Studii, Soluții”. Chișinău, 2000. pp. 53-60. ISBN 9975-9988-9-5.
23. ZUBCOV, E., ZUBCOV, N., UNGUREANU, L., BILEȚCHI, L., BAGRIN, N., BORODIN, N., LEBEDENCO, L. *Procedeu de dezvoltare a bazei trofice naturale în heleșteie*. Brevet de invenție MD-449. BOPI, NR.12, Institutul de Zoologie.Chișinau. 2011.
24. АБАКУМОВ,В. *Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем.* под ред. проф... - СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 320 с.
25. АЛИМОВ, А., БОГАТОВ, В., ГОЛУБКОВ, С. *Продукционная гидробиология.* Издательство Наука, 2013. 340 с. ISBN: 978-5-02-038360-9.
26. АНДРОНИКОВА, И. *Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов.* СПб.: Наука, 1996. 189 с.
27. БОГАТОВ, В., ФЕДОРОВСКИЙ, А. *Основы речной гидрологии и гидробиологии.* Владивосток: Дальнаука, 2017. 384 с. ISBN 978-5-8044-1651-6.
28. ГРИМАЛЬСКИЙ, В. Биология водоемов бассейна реки Прут. В: *Гидробиологические и рыбохозяйственные исследования водоемов Молдавии*. Вып.1 Издательство. Картя Молдовеняскэ,, Кишинев. 1970. с. 3-78.
29. КОРОВЧИНСКИЙ, Н. *Ветвистоусые ракообразные отряда Ctenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография).* Москва: Т-во. науч. изд. КМК, 2004. 410 с.
30. КРЫЛОВ, А. *Зоопланктон равнинных малых рек*. Наука. 2005. 264 с. ISBN 5-02-033297-6.
31. НАБЕРЕЖНЫЙ, А. *Коловратки водоемов Молдавии.* Кишинев: Штиинца, 1984. 328 с.
32. НАБЕРЕЖНЫЙ, А. Экологические паспорта коловраток водоемов Молдовы. Disponibil: HERALD HYDROBIOLOGY http://hydrobiologist.wordpress.com/ 2010 г.
33. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Том 1. Зоопланктон /Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010, 495 с. ISBN 978-587317-684-7.
34. СЕМЕНЧЕНКО, В., РАЗЛУЦКИЙ, В., БУСЕВА, Ж., ПАЛАШ, А. *Зоопланктон литоральной зоны озер разного типа.* Минск: Беларус. навука, 2013. 181 с. ISBN 978-985-08-1608-5.
35. ШУБЕРНЕЦКИЙ, И. **ЛЕБЕДЕНКО, Л.** Современное состояние зоопланктона в экосистеме среднего Днестра. В: *Управление бассейном трансграничной реки Днестр и Водная Рамочная Директива Европейского Союза*. Материалы международной конференции, Кишинев, 2-3 октября 2008. Chisinau: Eco-TIRAS, 2008, с. 293-296.
36. ОКСИЮК, О.и др. Оценка водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. В: *Гидробиологический журнал*, 1994, Т.30, № 3, с.26-31. ISSN 0375-8990.

ADNOTARE

Lebedenco Liubovi „Zooplanctonul ecosistemelor acvatice ale Republicii Moldova – diversitatea, structura și funcționarea în dependență de factorii de mediu". Teză de doctor în științe biologice. Chișinău, 2024.

Structura lucrării: Teza constă din introducere, 4 capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie (246 titluri), 7 anexe, 31 de tabele, 42 de figuri, volumul total al tezei constituie 187 de pagini. Rezultatele obținute sunt publicate în 37 de lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: zooplancton, diversitate, statut trofic, calitatea apei, ecosisteme acvatice, fluviul Nistru, râul Prut.

Domeniu de studii: Ecologie

Scopul lucrării constă în estimarea rolului actual al comunităților zooplanctonice în structura și funcționarea ecosistemelor fluviului Nistru și râului Prut în contextul valorificării durabile a resurselor acvatice.

Obiectivele cercetării: Stabilirea structurii taxonomice sezoniere și multianuale a comunităților zooplanctonice în perioada anilor 2008-2020 în ecosistemele fl. Nistru și r. Prut; evaluarea parametrilor calitativi și cantitativi ai zooplanctonului în ecosistemele fl. Nistru și r. Prut; aprecierea statutului trofic și a calității apei ecosistemelor fluviale conform speciilor indicatoare și parametrilor comunităților zooplanctonice; determinarea rolului zooplanctonului în procesele funcționale ale ecosistemelor fl. Nistru și r. Prut.

Noutatea și originalitatea științifică a lucrării constă în relevarea și completarea cunoștințelor privind diversitatea, dinamica parametrilor cantitativi și funcționali ai comunităților zooplanctonice, evidențierea factorilor principali care influențează dezvoltarea și distribuția zooplanctonului pe cursul fl. Nistru și r. Prut în aspect sezonier și multianual. Este identificată o specie nouă de rotifere pentru fauna Republicii Moldova – *Rhinoglena frontalis* Ehrenberg, 1853 și analizate particularitățile de dezvoltare, distribuție și toleranță a acestei specii. Este argumentată starea ecologică actuală a ecosistemelor acvatice prin prisma calității apei și a statutului trofic, apreciate în funcție de indicii structurali și funcționali ai zooplanctonului.

Rezultatul obținut care contribuie la soluționarea unei probleme ştiinţifice importante constă în *evaluarea* structurii taxonomice, particularităților dezvoltării cantitative și importanței zooplanctonului în procesele de migrație a substanțelor chimice în ecosistemele acvatice, în funcție de complexul de factori abiotici și biotici, *ceea ce a contribuit la* fundamentarea științifică a rolului comunităților zooplanctonice în funcționarea ecosistemelor acvatice ale fl. Nistru și r.Prut, *asigurând teoretic* elaborarea propunerilor de valorificarea durabilă a ecosistemelor acvatice în condițiile schimbărilor climatice și antropice.

Semnificația teoretică: Rezultatele obținute extind cunoștințele privind diversitatea și rolul organismelor planctonice în dinamica nivelului de troficitate și saprobitate, în procesele de autoepurare, biomagnificare și circuit al substanțelor chimice în condițiile impactului antropic și schimbărilor climatice, ceea ce contribuie la dezvoltarea teoriei funcționării ecosistemelor acvatice.

Valoarea aplicativă a lucrării: Cercetarea complexă a organismelor zooplanctonice și utilizarea lor în evaluarea calității apelor de suprafață este parte componentă a monitoringului ecologic. Datele privind dezvoltarea zooplanctonului sunt necesare pentru evaluarea și menținerea potențialului productiv piscicol al ecosistemelor acvatice. Rezultatele au servit drept bază științifică pentru elaborarea și implementarea în acvacultură a 1 brevet de invenție, cât și pentru publicarea a 4 ghiduri metodologice, fiind implementate în procesul didactic și de cercetare.

Implementarea rezultatelor științifice: Rezultatele cercetărilor privind starea ecosistemelor acvatice transfrontaliere prezintă interes pentru autoritățile publice, inclusiv Ministerul Mediului și instituțiile subordonate lui, au constituit parte componentă a rapoartelor privind executarea a 5 proiecte internaționale (BSB 165 HydroEcoNex, BSB27 MONITOX, MIS ETC 1150, MIS ETC 1676, 15.820.18.02.06/B) 6 proiecte instituționale (20.80009.7007.06, 06.411.012F, 15.817.02.27A, 11.817.08.15A, 18.80012.50.21A, 10.819.04.02A) și sunt implementate în procesul didactic din Universitatea „Dunărea de Jos" din Galați, România, Universitatea de Stat din Moldova, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău și utilizate de rețeaua de cercetare IMPOLDE.

ANNOTATION

Lebedenco Liubovi "Zooplankton of the aquatic ecosystems of the Republic of Moldova - diversity, structure and functioning depending on environmental factors". PhD Thesis in biological sciences. Chisinau, 2024.

Structure of the thesis: The thesis consists of introduction, 4 chapters, general conclusions and recommendations, bibliography (246 titles), 7 annexes, 31 tables, 42 figures, the total volume of the thesis is 187 pages. The obtained results are published in 37 scientific papers.

Key words: zooplankton, diversity, trophic status, water quality, aquatic ecosystems, Dniester river, Prut river.

Field of investigation: Ecology

The aim of the thesis consists in estimation of the current role of zooplankton communities in the structure and functioning of the Dniester and Prut river ecosystems in the context of sustainable exploitation of aquatic resources.

Research objectives: Establishing the taxonomic seasonal and multiannual composition of zooplankton communities during 2008-2020 in the Dniester and Prut rivers ecosystems; evaluation of the qualitative and quantitative parameters of zooplankton in the Dniester and Prut river ecosystems; assessment of the trophic status and water quality of river ecosystems according to indicator species and parameters of zooplankton community; determination of the role of zooplankton in the functional processes of Dniester and the Prut river ecosystems.

Scientific novelty and originality consists in reveling and completing of the knowledge regarding diversity, dynamics of quantitative and functional parameters of zooplankton communities, highlighting the main factors that influence development and distribution of zooplankton along the Dniester and Prut rivers in seasonal and perennial aspect. New species of rotifer has been identified for the fauna of the Republic of Moldova - *Rhinoglena frontalis* Ehrenberg, 1853, and particularities of development, distribution and tolerance of this species have been analysed. The current ecological state of aquatic ecosystems has been argued in terms of water quality and trophic status and assessed according to zooplankton structural and functional indices.

The obtained results that contributes to the solution of an important scientific problem consists in *assessment* of the taxonomic structure, the particularities of quantitative development of zooplankton, its importance in the migration processes of chemical substances in aquatic ecosystems, depending on the complex of abiotic and biotic factors, *which contributed* to the scientific substantiation of the role of zooplankton communities in functioning of the Dniester and Prut rivers ecosystems, *theoretically ensuring* the process of developing proposals for the sustainable exploitation of aquatic ecosystems under the conditions of climate and anthropogenic.

Theoretical significance. The obtained results extend the knowledge on the diversity and role of planktonic organisms in the dynamics of the level of trophicity and saprobity, in the processes of self-purification, biomagnification and circuit of chemical substances under the conditions of anthropogenic impact and climate change, which contributes to the development of the theory of the functioning of aquatic ecosystems.

The applicative value of the work. The complex research of zooplankton organisms and their use in the assessment of surface water quality is a component of ecological monitoring. Data on zooplankton development are necessary for evaluating and maintaining the fish productive potential of aquatic ecosystems. The results served as scientific basis for the development of 1 invention patent, as well as for the publishing of 4 methodological guides, implemented in the didactic and research process.

Implementation of scientific results. The results of the research on the state of transboundary aquatic ecosystems are of interest to public authorities, including the Ministry of Environment and its subordinate institutions, they became part of the reports on the execution of 5 international (BSB 165 HydroEcoNex, BSB27 MONITOX, MIS ETC 1150, MIS ETC 1676, 15.820.18.02.06/B), 6 national projects (20.80009.7007.06, 06.411.012F, 15.817.02.27A, 11.817.08.15A, 18.80012.50.21A, 10.819.04.02A) and have been implemented in the didactic process of the „Dunărea de Jos" University of Galati, Romania, Moldova State University, „Ion Creanga" State Pedagogical University of Chisinau and by the INPOLDE research network.

АННОТАЦИЯ

Лебеденко Любовь "Зоопланктон водных экосистем Республики Молдова - разнообразие, структура и функционирование в зависимости от факторов окружающей среды". Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Кишинев, 2024.

Структура работы: Диссертация состоит из введения, 4 глав, общих выводов и рекомендаций, библиографии (246 наименований), 7 приложений, 31 таблиц, 42 рисунков. Общий объем диссертации 187 страниц. Полученные результаты опубликованы в 37 научных статьях.

Ключевые слова: зоопланктон, разнообразие, трофический статус, качество воды, водные экосистемы, река Днестр, река Прут.

Область исследований: Экология

Цель работы: оценить современную роль зоопланктонных сообществ в структуре и функционировании экосистем рек Днестр и Прут в контексте устойчивого использования водных ресурсов.

Задачи исследования: Установление таксономической структуры сезонного и многолетнего состава зоопланктонных сообществ в 2008-2020 гг. в экосистемах реки Днестр и Прут; оценка качественных и количественных показателей зоопланктона экосистем реки Днестр и Прут; определение трофического статуса и качества воды речных экосистем по индикаторным видам и параметрам зоопланктонных сообществ; определение роли зоопланктона в функциональных процессах экосистем реки Днестр и Прут.

Научная новизна и оригинальность: работа заключается в выявлении и дополнении знаний о разнообразии, динамике количественных и функциональных параметров зоопланктонных сообществ, выделении основных факторов, влияющих на развитие и распространение зоопланктона по продольному течению рек Днестр и Прут в сезонной и многолетней динамике. Выявлен новый для фауны Республики Молдова вид коловратки – *Rhinoglena frontalis* Ehrenberg, 1853 и проанализированы особенности его развития, распространения и уровень толерантности. Аргументировано современное экологическое состояние водных экосистем с точки зрения качества воды и трофического статуса, оцениваемого по структурно-функциональным показателям зоопланктона.

Полученный результат, способствующий решению важной научной задачи, заключается в *оценке* таксономической структуры, количественных характеристик развития и значение зоопланктона в процессах миграции химических веществ в водных экосистемах в зависимости от комплекса абиотических и биотических факторов, *что способствовало* научному обоснованию роли зоопланктонных сообществ в функционировании водных экосистем Днестра и Прута, обеспечивая теоретическую разработку предложений по устойчивому использованию водных экосистем в условиях климатических и антропогенных изменений.

Теоретическая значимость: Полученные результаты расширяют знания о разнообразии и роли планктонных организмов в динамике уровня трофности и сапробности, в процессах самоочищения, биомагнификации и круговорота химических веществ в условиях антропогенного воздействия и изменения климата, что служит развитию теории функционирования водных экосистем

Прикладная ценность работы. Комплексные исследования зоопланктона и его использование в оценке качества поверхностных вод являются составной частью экологического мониторинга. Данные о развитии зоопланктона необходимы для оценки и поддержания рыбопродуктивного потенциала водных экосистем. Результаты послужили научной основой для разработки 1 патента на изобретение и его внедрения, публикации 4 методических указаний, которые внедрены в учебный и исследовательский процессы.

Внедрение научных результатов. Результаты исследований о состоянии трансграничных водных экосистем представляют интерес для органов государственной власти, в том числе Министерства окружающей среды и подведомственных ему учреждений, являются составной частью отчетов 5 международных (BSB 165 HydroEcoNex, BSB27 MONITOX, MIS ETC 1150, MIS ETC 1676, 15.820.18.02.06/B), 6 национальных проектов (20.80009.7007.06, 06.411.012F, 15.817.02.27A, 11.817.08.15A, 18.80012.50.21A, 10.819.04.02A) и внедрены в учебный процесс Университета «Dunărea de Jos», г. Галац, Румыния, Государственного университета Молдовы, Кишиневского государственного педагогического университета им. И. Крянгэ и используются международной научной сетью INPOLDE.

LEBEDENCO LIUBOVI

ZOOPLANCTONUL ECOSISTEMELOR ACVATICE ALE REPUBLICII MOLDOVA – DIVERSITATEA, STRUCTURA ȘI FUNCȚIONAREA ÎN DEPENDENȚĂ DE FACTORII DE MEDIU

166.01. ECOLOGIE

Rezumatul tezei de doctor în științe biologice

Aprobat spre tipar:	Formatul hârtiei 60x84 1/16
Hârtie ofset. Tipar ofset.	Tirajul ex.
Coli de tipar: 1,0	Comanda nr.

Tipografia ”REAL PRINT” SRL
Str. Nicolae Dimo 29/2, Chișinău, MD-2004, Republica Moldova