

UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
INSTITUTUL DE ZOOLOGIE

Materialele Simpozionului

**STAREA ECOSISTEMELOR ACVATICE
ÎN CONTEXTUL IMPACTULUI ANTROPIC
ȘI AL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE**

Chișinău, Republica Moldova, 13 noiembrie 2023

Chișinău, 2023
Editura USM

CZU 574:551.583(082)

M 47

Culegerea recenzată este aprobată și recomandată spre editare de către Consiliul Științific al Institutului de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova.

Ediția apare cu suportul financiar al Agenției Naționale pentru Cercetare și Dezvoltare din Republica Moldova în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 “Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor” AQUABIO, realizat în cadrul Programului de Stat 2020-2023.

Recenzent: Ion Toderaș, academician, doctor habilitat, profesor universitar

Colegiul de redacție:

Elena Zubcov, membru corespondent al AȘM, doctor habilitat, profesor cercetător

Laurenția Ungureanu, membru-corespondent al AȘM, doctor habilitat, profesor cercetător

Lucia Bilețchi, doctor în științe biologice conferențiar cercetător

Culegerea cuprinde materialele Simpozionului „Starea ecosistemelor acvatice în contextul impactului antropic și al schimbărilor climatice” și reprezintă o generalizare a celor mai recente investigații științifice privind evaluarea funcționării ecosistemelor acvatice prin estimarea stării habitatelor și hidrobiocenozelor ecosistemelor acvatice din Republica Moldova

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA
MOLDOVA

Materialele Simpozionului "Starea ecosistemelor acvatice în contextul impactului antropic și al schimbărilor climatice", Chișinău, 13 noiembrie 2023 / colegiul de redacție: Elena Zubcov [et al.]. – Chișinău : Editura USM, 2023. – 102 p. : fig., tab.

Antetit.: Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art. – Editat cu suportul financiar al Agenției Naționale pentru Cercetare și Dezvoltare din Republica Moldova. – 100 ex.

ISBN 978-9975-62-623-1.

574:551.583(082)

M 47

ISBN 978-9975-62-623-1.

CUPRINS

<i>Olga Jurminskaia, Nina Bagrin, Elena Zubcov</i> Impactul factorilor climatici și antropici asupra stării ecologice a râurilor Nistru și Prut din Republica Moldova în perioada actuală (2020-2023)	4
<i>Anastasia Ivanova, Olga Jurminskaia</i> Estimarea unor indicatori ai funcționării ecosistemului râului Prut în anii 2020-2023.....	22
<i>Nina Bagrin, Elena Zubcov</i> Ionii principali în apele fluviului Nistru.....	27
<i>Petru Ciorba</i> Influența substanțelor biogene asupra ecosistemului râului Prut și fluviului Nistru pe parcursul anilor 2020-2023.....	33
<i>Elena Zubcov, Natalia Zubcov, Nina Bagrin, Lucia Bilețchi, Victor Ciornea, Olga Jurminskaia, Petru Ciorba</i> Studiul metalelor în ecosistemele acvatice ale fluviului Nistru: abordări, evaluări, elaborări.....	38
<i>Igor Șubernetkii, Maria Negru</i> Starea actuală a bacterioplanctonului în fl.Nistru în anii 2020-2023.....	44
<i>Laurenția Ungureanu, Daria Tumanova, Grigore Ungureanu</i> Structura taxonomică și cantitativă a fitoplanctonului – indicator semnificativ al stării actuale a râului Prut.....	51
<i>Liubovi Lebedenco</i> Dezvoltarea zooplanctonului râului Prut în condițiile impactului factorilor de mediu.....	57
<i>Oxana Munjiu</i> Starea macrobentosului fluviului Nistru în anii 2020-2023.....	69
<i>Denis Bulat, Dumitru Bulat, Nicolae Șaptefrați, Ion Gologan, Oleg Crepis, Marin Usatîi, Nina Fulga, Rostislav Chelmenciuc, Ana Dadu</i> Ihtiofauna fluviului Nistru în anii de studiu 2020-2023.....	76
<i>Dumitru Bulat, Denis Bulat, Nicolae Șaptefrați, Nina Fulga, Oleg Crepis, Aurel Cebanu, Rostislav Chelmenciuc, Ana Dadu</i> Ihtiofauna râului Prut în anii de studiu 2020-2023.....	82
<i>Dumitru Bulat, Oleg Crepis, Denis Bulat</i> Optimizarea metodelor de reproducere a speciilor de pești incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova (după exemplul linului - <i>Tinca tinca</i>).....	95
<i>Nina Fulga, Dumitru Bulat, Denis Bulat</i> Rezultatele analizei particularităților reproductive la unele specii reprezentative de pești din fluviul Nistru și râul Prut.....	101

CZU 504.453.06:551.583(478:282)

DOI:<https://doi.org/10.53937/sea2023.01>

IMPACTUL FACTORILOR CLIMATICI ȘI ANTROPICI ASUPRA STĂRII ECOLOGICE A RÂURILOR NISTRU ȘI PRUT DIN REPUBLICA MOLDOVA ÎN PERIOADA ACTUALĂ (2020-2023)

Olga JURMINSKAIA*, Nina BAGRIN, Elena ZUBCOV

*autor corespondent: ojur_aia@mail.ru

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie

Rezumat

Peste 300 de măsurători ale indicatorilor de calitate (temperatura apei, pH-ul și concentrația oxigenului dizolvat) au fost efectuate in situ în fluviul Nistru și aproape la fel de multe în râul Prut în perioada 2020-2023. Peste 400 sute de determinări ale oxigenului dizolvat și ale consumului biochimic de oxigen au fost realizate în condiții de laborator. La unele stații au fost înregistrate depășiri semnificative ale valorilor-limită nu numai pentru clasa de calitate I, ci și pentru clasele de calitate II și III. În cazul în care astfel de excese se echilibrează deja la următoarea stație de observare, se consideră că ecosistemul are un bun potențial de auto-restaurare.

Cuvinte-cheie: *fluviul Nistru, râul Prut, calitatea apei, intervalul modal al indicatorilor de calitate*

INTRODUCERE

Funcționarea ecosistemelor naturale are loc într-o interacțiune constantă cu mediul ambiant. Structura internă a unui ecosistem se poate modifica în timp și spațiu ca urmare a modificării factorilor de mediu atât naturali, cât și antropici (Alimov et al., 2013). În ecosistemele lotice, astfel de factori sunt regimul hidrologic, viteza curgerii, structura substratului și variațiile acestuia, regimul de temperatură și de oxigen, conținutul de elemente biogene, poluanți organici și substanțe toxice. Modificările pe termen lung ale oricărui factor conduc la succesiuni în comunitățile biotice și la formarea de noi biocenoze, adaptate condițiilor de habitat schimbate.

Schimbările climatice constituie una dintre cele mai grave probleme de mediu ale sec. XXI, deoarece ele provoacă schimbări în funcționarea ecosistemelor și pierderea biodiversității (Ozbayram et al., 2022). Multe râuri mici din Republica Moldova (RM) seacă parțial sau complet în timpul verii, iar nivelul principalelor artere de apă – râurile Nistru și Prut – scade uneori până la nivelul de la care se pompează apa pentru alimentarea centralizată cu apă potabilă. Trebuie precizat că secetele hidrologice au devenit un fenomen obișnuit în țară nu doar vara și toamna, ci și iarna și chiar primăvara (Jurminskaia et al., 2020).

O problemă la fel de semnificativă pentru ecosistemele fluviale sunt și construcțiile hidro-energetice, care presupun blocarea cursului de apă, construirea barajelor și lacurilor de tampon sau a lacurilor de acumulare prin pompare, cu fluctuații zilnice ale nivelului apei. Un exemplu elocvent este impactul Complexului Hidroenergetic Nistrean (CHEN, amplasat în zona de frontieră dintre Ucraina și Moldova) asupra tronsonului moldovenesc al fluviului Nistru. Rezultatele studiilor pe termen lung ale stării ecologice a fl. Nistru, efectuate de Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie, demonstrează că perturbarea dinamicii sezoniere naturale a regimului de temperatură afectează, de asemenea, regimul gazos al fluviului și ciclurile sezoniere de dezvoltare a hidrobionților, inclusiv a peștilor, ceea ce duce, în cele din urmă, la o scădere a potențialului producțional al Nistrului (Zubcov et al., 2020).

Funcționarea ecosistemului unui curs de apă transfrontalier este determinată nu numai de condițiile climatice ale ecoregiunii, dar și de tipul de servicii ecosistemice prevăzute de Planul de Gestionare al Bazinului Hidrografic. Râurile Nistru și Prut sunt cursuri de apă transfrontaliere pentru Republica Moldova, România și Ucraina. Astfel, starea lor pe teritoriul RM depinde în mare măsură de serviciile ecosistemice oferite de aceste râuri și utilizate de către România și Ucraina.

Scopul acestei lucrări este de a evalua schimbările în componența chimică și calitatea apei fluviului Nistru și râului Prut prin analiza dinamicii sezoniere și spațiale a unor parametri fizico-chimici precum temperatura și reacția activă a apei, conținutul de oxigen dizolvat și materia organică biodegradabilă. Analiza variabilității sezoniere pe termen lung a acestor parametri permite evaluarea rezistenței ecosistemului fluvial la presiunea antropică și schimbările climatice.

MATERIALE ȘI METODE

În cadrul a 16 expediții complexe în bazinul fl. Nistru și 14 – în bazinul r. Prut (în limitele teritoriale ale Republicii Moldova), au fost colectate probe de apă pentru a fi prelucrate în condiții de laborator, iar unii parametri hidrochimici au fost măsurați *in situ*, utilizând echipamentul portabil.

În bazinul Nistrului, probele au fost prelevate la următoarele stații: Naslavcea, Vălcineț, Soroca, Camenca (sectorul mijlociu), Hârjău, Goian, Cocieri (lacul de acumulare Dubăsari), Vadul lui Vodă, Varnița, Palanca (sectorul inferior). Stația Naslavcea este situată la granița dintre Ucraina și Republica Moldova, pe malul drept al Nistrului, în aval de CHE-2, care face parte din CHEN. Specificitatea acestei secțiuni de râu constă în faptul că apa ajunge aici din orizonturile inferioare ale lacului de acumulare Dnestrovsc, de la o adâncime de cca 27 m, după ce a trecut printr-un ciclu complet de producere a energiei electrice (CHE-1, rezervorul de tampon, Centrala Hidroelectrică de Acumulare prin Pompare cu rezervorul superior etc.), cu toate consecințele menționate mai sus (Zubcov et al., 2021). Localitățile Soroca, Camenca, Hârjău, Goian, Cocieri, Varnița, Palanca deversează apele uzate în fl. Nistru fără nici o tratare. Stații de epurare funcționează doar în Râbnița (deversează apele epurate în lacul de acumulare Dubăsari), Vadul lui Vodă, Chișinău și Tiraspol (apele epurate sunt deversate în sectorul inferior al Nistrului).

În bazinul Prutului, probele au fost prelevate la stațiile Costești, Braniște, Sculeni, Leușeni, Cahul, Câșlița-Prut și Giurgiulești. Tronsonul transfrontalier moldo-român al râului Prut include diferite zone ecologice, cum ar fi lacul de acumulare Costești-Stânca, gura de vărsare a râului Jijia, lunca inundabilă a Prutului cu lacul relict Beleu, unde se efectuează extracția de petrol în pofida faptului că este o zonă protejată a rezervației științifice "Prutul de Jos", precum și gura de vărsare a Prutului, cu Portul Internațional Liber Giurgiulești.

Temperatura apei a fost măsurată la o adâncime de 80-100 cm a stratului de apă, folosind termometrul hidrologic cu gradarea de 0,1°C. În paralel, temperatura apei a fost controlată cu echipamentele portabile CONSORT C5030 și MS 08.

Rezultatul măsurării pH-ului prin metoda electrometrică nu este afectat de culoare, turbiditate, clor liber, prezența de substanțe reducătoare sau oxidante în probă, dar depinde de temperatura apei. Prin urmare, măsurarea pH-ului în programele de monitorizare a ecosistemelor acvatice se realizează *in situ*. A fost utilizat echipamentul portabil CONSORT C5030.

Concentrația oxigenului dizolvat a fost determinată în conformitate cu standardul național (SM SR EN 25813, 2012) prin metoda Winkler în condiții de laborator, dar etapa de sedimentare a fost efectuată la locul de prelevare. În paralel, concentrația oxigenului în apă a fost măsurată *in situ*, folosind dispozitivul de măsurare Multi-Sensor MS 08.

Conținutul de materie organică biodegradabilă din probele de apă poate fi apreciat prin determinarea consumului biochimic de oxigen (CBO_n) după *n* zile de incubare a probelor în condiții standardizate: flacoane închise ermetic, la întuneric, la temperatura 20°C (SM SR EN 1899-2, 2007). Determinarea CBO₅ se realizează, în majoritatea cazurilor, în probe naturale prin sifonarea apei printr-o plasă cu dimensiunea ochiului de 0,45 mm pentru a reține zooplanctonul. Influența interferenței activității fotosintetice a fitoplanctonului asupra rezultatului consumului de oxigen este eliminată prin incubarea probelor în întuneric. S-a folosit incubatorul refrigerat FOC 120E.

Dinamica sezonieră și spațială a parametrilor luați în considerare a fost analizată statistic și grafic folosind softul MS Excel.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Perioada 2020-2023 a fost marcată de 3 tipuri de provocări: secete hidrologice, pandemia COVID 19 și războiul în Ucraina. Introducerea stării de urgență în primăvara 2020 din cauza pandemiei COVID-19 a perturbat graficul expedițiilor de primăvară pe râurile Nistru și Prut. Acestea au fost realizate doar în a doua jumătate a lunii mai. În bazinul Nistrului, probele au fost prelevate de pe malul drept, fără a traversa punctele de frontieră transnistrene, din cauza situației de carantină. Și totuși, au fost efectuate șase expediții, ceea ce a făcut posibilă evaluarea stării fluviului pe întreg sezonul hidrologic (iarnă, primăvară, vară și toamnă).

Pe parcursul anului 2021 au fost realizate 4 expediții complexe în iarnă, primăvară, vară și toamnă pe fl. Nistru, inclusiv lacul de acumulare Dubăsari, și 3 expediții pe r. Prut, inclusiv lacul de acumulare Costești-Stânca. În 2022 au fost planificate 6 expediții (primăvară, vară și toamnă) pentru colectarea probelor în bazinele Nistrului și Prutului. Declanșarea ostilităților în februarie 2022 pe teritoriul Ucrainei a împiedicat desfășurarea expediției de primăvară pe fl. Nistru, care servește drept graniță între Republica Moldova și Ucraina. Expediția a fost realizată la începutul lunii iunie. În 2023, programul de cercetare a acoperit toate anotimpurile hidrologice: 4 expediții au fost efectuate pe Nistru, Prut și lacurile de acumulare menționate mai sus.

Condițiile climatice și regimul hidrologic determină în mod natural dinamica sezonieră a funcționării ecosistemelor acvatice. Conform sistemului A (ecoregiuni pentru râuri și lacuri) din Anexa XI a Directivei 2000/60/CE, Republica Moldova este situată în două regiuni: 16 – Câmpiile estice și 12 – Regiunea pontică. Granița dintre ele se întinde între E28° și E29° (Fig. 1). Aceste ecoregiuni pe teritoriul Moldovei sunt caracterizate de 4 anotimpuri hidrologice: iarnă (cu scăderea temperaturii apei sub 0°C), primăvară (cu fenomenul apelor mari de primăvară), vară (cu precipitații abundente la începutul sezonului și secetă hidrologică la sfârșitul acestuia) și toamnă (cu scăderea treptată a temperaturii apei până la 10-8°C).

În perioada luată în considerare (2020-2023), caracteristicile naturale ale anotimpurilor hidrologice au fost perturbate: fl. Nistru și r. Prut nu îngheață iarna; din cauza precipitațiilor reduse de primăvară în Carpați, fenomenul apelor mari de primăvară este slab exprimat; seceta hidrologică începe deja primăvara și continuă pe tot parcursul anului.

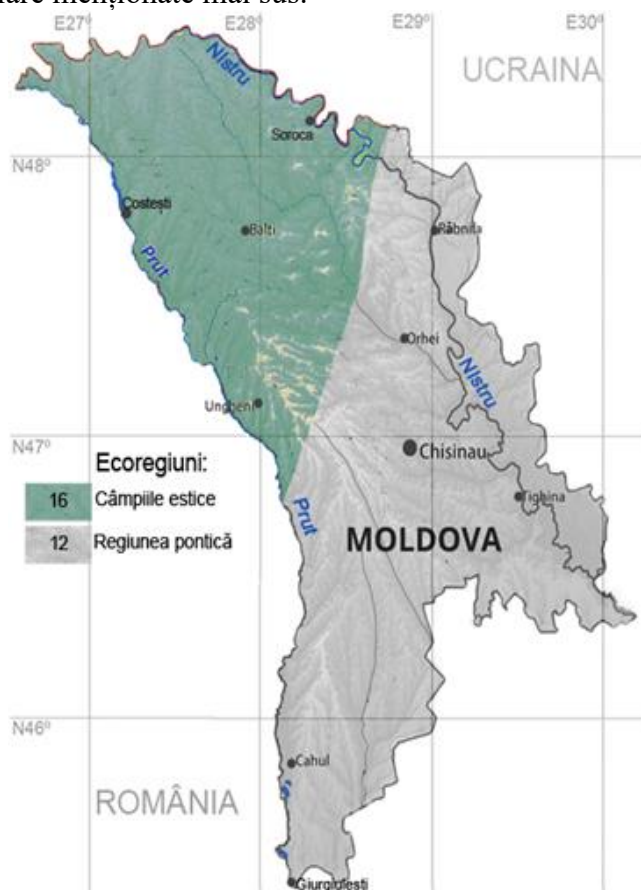


Fig. 1. Ecoregiuni ale Directivei-cadru a apei (DCA) pe teritoriul Republicii Moldova

Temperatura apei este unul dintre principalii factori limitativi ai habitatului, adaptarea la care determină supraviețuirea comunităților biotice prin reglarea ciclurilor de dezvoltare a hidrobionților poichilotermi. Regimul de temperatură determină condițiile metabolismului acestora în habitatul acvatic și, prin urmare, joacă un rol important în funcționarea hidrobiocenozelor.

Râurile Nistru și Prut au caracteristici geografice destul de asemănătoare: izvoarele sunt situate în Munții Carpați, cursurile lor mijlocii sunt amplasate în aceleași ecoregiuni (Figura 1) și gurile ambelor râuri aparțin regiunii de nord a Mării Negre. Astfel, condițiile climatice ale acestor ecosisteme acvatice sunt, de asemenea, foarte similare.

Analiza statistică a dinamicii sezoniere a temperaturii apei **fluviului Nistru** în tronsonul Naslavcea – Palanca a fost efectuată pe baza a 3 sezoane de vegetație (primăvară, vară și toamnă). Setul de date procesate a constat din 120 de rezultate ale măsurării temperaturii apei la locurile de prelevare.

Pentru fiecare stație de observare, au fost luate în considerare următoarele caracteristici statistice: valoarea minimă (*min*), valoarea maximă (*max*), valoarea medie, abaterea standard (*SD*) și coeficientul de variație (*CV*, %). Valoarea medie cu eroarea standard a mediei (*SEM*) a fost calculată pentru întregul tronson (Tabelul 1).

Tab. 1. Caracteristici statistice (CS) ale variabilității temperaturii apei fl. Nistru, detaliate pe sezoanele hidrologice 2020-2023

CS, °C	Ns	Vc	Sr	Cm	Hr	Gn	Cr	VIV	Vn	Pl	Per tronson
primăvara											
<i>min</i>	3,2	4,4	4,4	5,2	5,4	6,6	7,8	8,2	7,6	8,4	10,09±0,48* n = 30**
<i>max</i>	10,8	13,0	16,0	18,6	16,8	15,6	15,0	15,8	17,4	17,6	
<i>medie</i>	6,6	8,3	10,4	10,9	10,1	10,4	10,6	10,8	11,2	11,7	
<i>SD</i>	3,9	4,4	5,8	6,9	6,0	4,7	3,9	4,3	5,4	5,1	
<i>CV (%)</i>	59	53	56	64	59	45	36	40	48	44	
vara											
<i>min</i>	11,9	14,5	21,2	19,8	20,5	22,0	24,2	22,4	23,0	24,8	22,27±1,15 n = 50
<i>max</i>	19,4	20,0	22,9	24,0	23,9	25,6	26,5	25,6	25,6	27,0	
<i>medie</i>	15,0	16,6	22,4	22,3	22,5	23,9	25,1	24,3	24,6	26,0	
<i>SD</i>	3,1	2,4	0,8	1,9	1,5	1,5	1,1	1,4	1,1	1,1	
<i>CV (%)</i>	21	14	4	8	7	6	4	6	5	4	
toamna											
<i>min</i>	13,2	13,5	13,9	13,0	11,2	13,0	14,6	14,2	12,8	12,6	14,63±0,28 n = 40
<i>max</i>	17,3	16,6	15,0	13,8	14,8	15,6	16,4	15,2	14,8	16,8	
<i>medie</i>	15,8	15,4	14,6	13,4	13,4	14,5	15,6	14,6	13,9	15,3	
<i>SD</i>	1,8	1,4	0,5	0,4	1,5	1,3	0,8	0,4	1,1	1,9	
<i>CV (%)</i>	11	9	3	3	12	9	5	3	8	13	

*Valoare medie (pentru sectorul Naslavcea – Palanca) ± *SEM* (Standard Error of the Mean)

**Numărul probelor prelucrate

Ns – Naslavcea, Vc – Vălcineț, Sr – Soroca, Cm – Camenca, Hr – Hârjău, Gn – Goian, Cr – Cocieri, VIV – Vadul lui Vodă, Vn – Varnița, Pl – Palanca

Conform datelor prezentate, variabilitatea temperaturii apei pe toată lungimea Nistrului în Republica Moldova, considerată în ansamblu, are o dinamică sezonieră clară: 10,1±0,5°C primăvara, 22,3±1,2°C vara și 14,6±0,3°C toamna. Cu toate acestea, în tronsonul Naslavcea – Vălcineț, temperaturile apei sunt cu 3-5°C mai înalte în primele luni de primăvară și toamna, însă cu 7-10 (°C) mai scăzute vara decât pe fluviu în aval.

Valoarea medie este o caracteristică a poziției. Coeficientul de variație caracterizează dispersia rezultatelor în raport cu valoarea medie și permite compararea parametrilor exprimați în unități de măsură diferite. Dinamica spațială a ambelor caracteristici pentru fl. Nistru este prezentată în Figura 2.

Diferiți parametri sunt caracterizați de coeficienți de variație diferiți. Dar pentru același parametru, valoarea coeficientului de variație rămâne destul de stabilă și de obicei (cu o distribuție normală) nu depășește 50 % (Lakin, 1980). Analiza statistică a diferitor parametri biologici și a factorilor abiotici are o interpretare similară: cu cât este mai mare gradul de variație al unui factor limitativ, cu atât este mai mare presiunea asupra potențialului de adaptare a comunităților biotice.

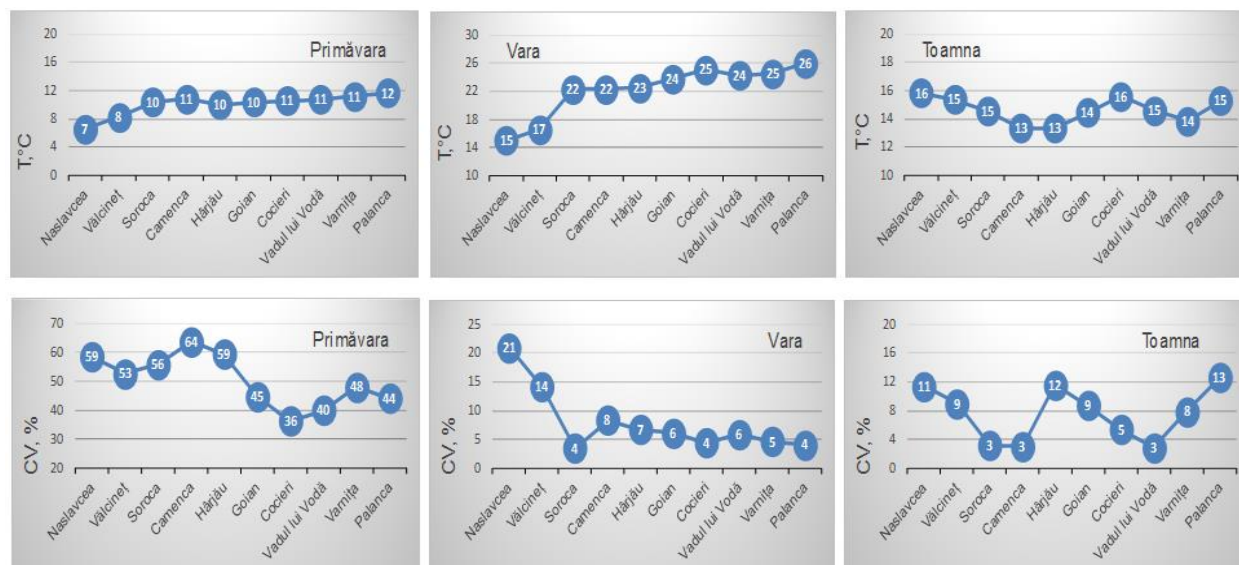


Fig. 2. Fluviul Nistru: dinamica spațială a valorii medii ($T, ^\circ\text{C}$) și a coeficientului de variație ($CV, \%$) pentru parametrul "Temperatura apei", detaliată pe sezoanele hidrologice 2020-2023

Astfel, pe parcursul perioadei de vegetație (primăvară – toamnă), temperatura apei în tronsonul Naslavcea – Vălcineț nu este una caracteristică pentru această regiune. Variabilitatea maximă a parametrului se înregistrează primăvara ($CV = 40-60 \%$), care este asociată cu apele mari de primăvară. Variabilitatea de vară este scăzută ($CV = 4-8 \%$), cu excepția tronsonului Naslavcea – Vălcineț ($CV = 14-20 \%$). De-a lungul profilului longitudinal al fluviului, cele mai mari fluctuații ale temperaturii apei într-un sezon se înregistrează la stațiile Naslavcea, Vălcineț (vara, toamna), Camenca (primăvara), Hârjău și Palanca (toamna).

Analiza dinamicii sezoniere a temperaturii apei râului Prut a fost efectuată pe baza a 84 de rezultate obținute în perioada de vegetație a anilor 2020-2023. Pentru fiecare stație de observare au fost calculate caracteristicile statistice *min*, *max*, *medie*, *abatere standard* și *coeficientul de variație* (Tabelul 2).

Tab. 2. Caracteristici statistice (CS) ale variabilității temperaturii apei râului Prut, detaliată pe sezoane hidrologice 2020-2023

CS, °C	Cs	Br	Sc	Lș	Ch	C-P	Gg	Per tronson
primăvara								
<i>min</i>	7,4	4,6	6,6	6,5	6,0	5,9	6,3	12,48±0,62 n = 28
<i>max</i>	15,8	14,8	16,0	17,8	18,0	18,6	20,8	
<i>medie</i>	11,4	9,9	11,4	13,1	13,4	13,7	14,5	
<i>SD</i>	4,55	4,86	4,35	5,64	5,59	5,75	6,67	
<i>CV (%)</i>	40	49	38	43	42	42	46	
vara								
<i>min</i>	22,4	20,3	20,8	21,2	23,5	24,2	22,8	23,62±0,45 n = 28
<i>max</i>	26,3	23,4	23,8	25,2	26,2	25,2	25,6	
<i>medie</i>	23,7	21,7	22,4	23,8	24,8	24,7	24,4	
<i>SD</i>	1,78	1,28	1,32	1,80	1,21	0,41	1,16	
<i>CV (%)</i>	8	6	6	8	5	2	5	
toamna								
<i>min</i>	13,0	13,6	12,2	11,2	11,4	11,8	12,4	16,53±0,27 n = 28
<i>max</i>	22,2	22,1	23,1	20,0	20,0	21,3	22,0	
<i>medie</i>	17,1	17,1	16,7	15,5	15,7	16,5	17,3	
<i>SD</i>	4,40	4,21	5,23	4,59	4,63	4,82	4,64	
<i>CV (%)</i>	26	25	31	30	30	29	27	

Cs – Costești, Br – Braniște, Sc – Sculeni, Lș – Leușeni, Ch – Cahul, C-P – Cășlița-Prut, Gg – Giurgiulești

Temperatura apei în tronsonul Costești – Giurgiulești, considerat în ansamblu, are o dinamică sezonieră clară: $12,5 \pm 0,6^\circ\text{C}$ primăvara, $23,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ vara și $16,5 \pm 0,3^\circ\text{C}$ toamna. Diferența de temperatură între stațiile Costești și Giurgiulești este minimă în toate anotimpurile: $11,4\text{-}14,5^\circ\text{C}$ primăvara, $23,7\text{-}24,4^\circ\text{C}$ vara și $17,1\text{-}17,3^\circ\text{C}$ toamna. Ca și în cazul fl. Nistru, variabilitatea parametrului este cea mai înaltă primăvara (CV = 39-49 %) și cea mai scăzută vara (CV = 2-8 %). Dinamica spațială a valorii medii și a coeficienților de variație a temperaturii apei râului Prut pentru perioada analizată este prezentată în Figura 3.

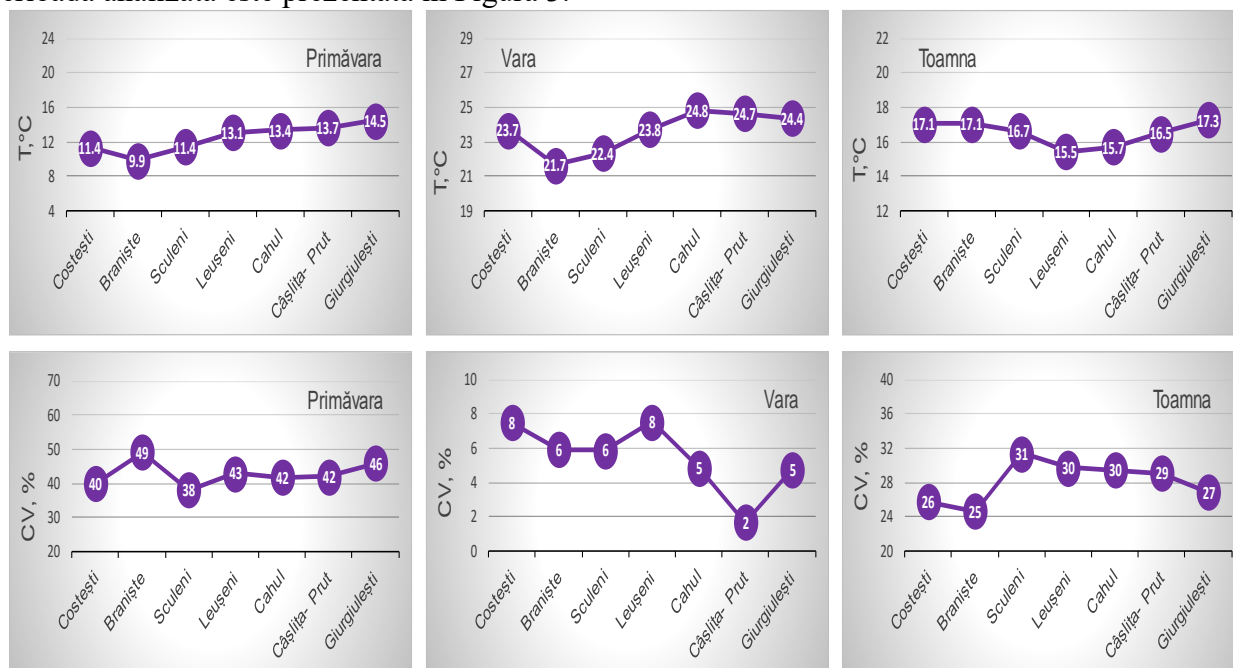


Fig. 3. Râul Prut: dinamica spațială a valorii medii ($T, ^\circ\text{C}$) și a coeficientului de variație (CV, %) pentru parametrul "Temperatura apei", detaliată pe sezoanele hidrologice 2020-2023

Prin urmare, în perioada analizată, temperatura apei din tronsonul Costești – Giurgiulești a variat în mod normal, în conformitate cu sezonul hidrologic. Variabilitatea mai înaltă este asociată cu apele mari de primăvara, iar mai scăzută – cu seceta hidrologică a sezonului estival. Dinamica spațială a parametrului (în funcție de valoarea medie) variază nesemnificativ în cadrul unui sezon, dar există câteva "puncte de inflexiune" în care linia de tendință schimbă direcția: acestea sunt stațiile Branîște (primăvara, vara) și Leușeni (toamna). Variațiile locale ale temperaturii apei nu au un caracter sezonier, ci sunt aparent cauzate de o combinație de factori hidrologici și antropici la fiecare stație de observare. Primăvara cele mai mari variații de temperatura se înregistrează la stația Branîște, vara se stabilizează la stația Cășlița-Prut, iar toamna temperatura apei în tronsonul Costești – Branîște are o dinamica proprie, diferita de tronsonul râului în aval.

Reacția activă a apei. În perioada 2020-2023, în tronsonul Naslavcea – Palanca au fost efectuate *in situ* 143 de măsurări ale pH-ului apei **fluviului Nistru** în diferite sezoane hidrologice, inclusiv iarna. Intervalul de variație al parametrului a fost 7,09-9,21 (unități pH). Cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață ale Republicii Moldova (Regulamentul, 2013) reglementează valorile-limită ale reacției active a apei pentru 5 clase de calitate:

Clasa de	I	II	III	IV	V
Unități pH-ului:	6,5 - 8,5	6,5 - 9,0	6,5 - 9,0	6,5 - 9,0	< 6,5 / > 9,0

În funcție de această clasificare, valoarea minimă 7,09 (un. pH) corespunde clasei de calitate I, iar valoarea maximă 9,21 (un. pH) poate fi plasată în oricare dintre următoarele clase. Valorile pH-ului > 9,0 au fost înregistrate în lacul de acumulare Dubăsari într-un loc cu curent lent, fitoplancton și macrofite submerse abundente (malul drept, st. Goian, primăvara 2022). Procesele de fotosinteză se activează în zona fotică a corpului de apă pe vreme însorită, rezultând o scădere a concentrației CO_2 , suprasaturarea apei cu oxigen și alcalinizarea habitatului. În cazul în care acest fenomen are o

dinamică naturală diurnă, ecosistemul restabilește echilibrul de oxigen în funcție de temperatura apei. Cu toate acestea, din cauza schimbărilor climatice și a reglementării debitului fluviului de către Ucraina, nivelul apei Nistrului în Republica Moldova scade, viteza de curgere încetinește, iar transparența apei este în creștere. Prin urmare, nu numai la nivel local, ci și la scară largă, albia râului este acoperită cu macrofite (Zubcov et al., 2021), iar compoziția fitoplanctonului se modifică: diatomeele sunt înlocuite de algele albastre-verzi (Zvezdina et al., 2019). În astfel de condiții, autoregenerarea ecosistemului poate depăși limitele rezistenței sale, se va produce o alcalinizare constantă a habitatului, ceea ce va duce la moartea în masă a hidrobionților și la poluarea secundară a râului.

În afară de factorii biotici, există și factori antropici care provoacă alcalinizarea apei în râurile-receptoare de ape utilizate. Stațiile municipale de epurare biologică din Moldova se confruntă cu această problemă în sezonul prelucrării în masă a produselor agricole. Apele uzate de la întreprinderile din industria alimentară (fabrici de conserve, fabrici de bere etc.) inhibă microflora bioreactoarelor, ceea ce duce la destabilizarea procesului de epurare biologică. Instalațiile locale de epurare ale acestor întreprinderi, puse în funcțiune în anii '90 ai secolului trecut, nu funcționează în majoritatea cazurilor. Biodegradarea și recuperarea acestor ape uzate este realizată în prezent de ecosistemul fl. Nistru.

Pentru analiza statistică a dinamicii sezoniere a pH-ului apei fl. Nistru în tronsonul Naslavcea – Palanca, au fost procesate 120 de rezultate de măsurare, obținute în perioada de vegetație a anilor 2020-2023 (Tabelul 3).

Tab. 3. Caracteristici statistice (CS) ale variabilității parametrului pH în apa fl. Nistru, detaliate pe sezoane hidrologice 2020-2023

CS, un. pH	Ns	Vc	Sr	Cm	Hr	Gn	Cr	VIV	Vn	Pl	Per tronson
primăvara											
<i>min</i>	8,16	8,37	8,19	8,26	8,20	8,18	8,14	7,98	7,97	7,88	8,33±0,03 n = 30
<i>max</i>	8,36	8,45	8,49	8,49	8,49	8,40	8,70	8,65	8,56	8,65	
<i>medie</i>	8,28	8,41	8,38	8,41	8,34	8,27	8,42	8,33	8,26	8,17	
<i>SD</i>	0,11	0,04	0,16	0,13	0,15	0,12	0,40	0,34	0,29	0,42	
<i>CV (%)</i>	1,3	0,5	1,9	1,5	1,7	1,4	4,7	4,0	3,6	5,2	
vara											
<i>min</i>	7,71	7,82	8,24	8,04	8,19	8,25	8,22	7,09	7,94	7,52	8,22±0,08 n = 50
<i>max</i>	8,11	8,20	8,99	8,96	8,62	8,91	8,57	8,85	8,36	8,07	
<i>medie</i>	7,96	8,05	8,51	8,45	8,42	8,47	8,39	8,08	8,10	7,82	
<i>SD</i>	0,18	0,16	0,34	0,39	0,22	0,30	0,16	0,75	0,20	0,24	
<i>CV (%)</i>	2,2	2,0	4,0	4,6	2,6	3,5	1,9	9,3	2,5	3,1	
toamna											
<i>min</i>	7,67	7,83	7,74	8,28	8,14	8,23	8,05	7,37	8,10	7,92	8,25±0,09 n = 40
<i>max</i>	8,01	8,23	8,19	9,15	8,88	8,74	8,82	8,69	8,48	8,27	
<i>medie</i>	7,83	7,99	7,98	8,65	8,59	8,46	8,48	8,16	8,26	8,07	
<i>SD</i>	0,14	0,17	0,24	0,39	0,32	0,22	0,32	0,57	0,16	0,16	
<i>CV (%)</i>	1,8	2,1	3,1	4,5	3,7	2,6	3,8	6,9	1,9	2,0	

Ns – Naslavcea, Vc – Vălciueț, Sr – Soroca, Cm – Camenca, Hr – Hârjău, Gn – Goian, Cr – Cocieri, VIV – Vadul lui Vodă, Vn – Varnița, Pl – Palanca

Nu a fost evidențiată careva dinamică sezonieră a pH-ului apei din fl. Nistru pe tronsonul Naslavcea – Palanca, considerat în ansamblu: 8,33±0,03 primăvara, 8,22±0,08 vara și 8,25±0,09 toamna. Valorile medii ale pH-ului pentru fiecare sezon se încadrează în clasa de calitate I. Astfel, se poate constata că la scara sectorului considerat, limita de sustenabilitate a ecosistemului Nistrului din punct de vedere al indicatorului de acidificare nu a fost încă depășită. Dinamica spațială a valorii medii și a coeficienților de variație a acestui parametru este prezentată în Figura 4.

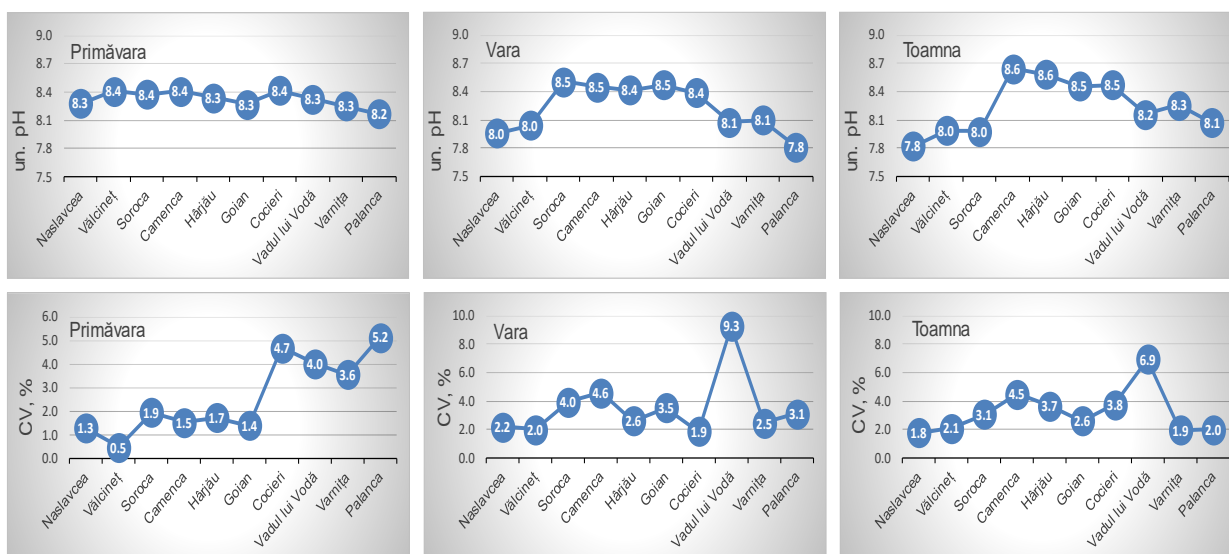


Fig. 4. Fluviul Nistru: dinamica spațială a valorii medii (un. pH) și a coeficientului de variație (CV,%) pentru parametrul "Acidificare", detaliată pe sezoanele hidrologice 2020-2023

În funcție de valorile medii, reacția activă a apei variază cel mai puțin primăvara (8,17-8,41). În timpul verii, combinația de factori biotici și abiotici provoacă o variabilitate semnificativă a pH-ului apei. Se diferențiază clar 3 sectoare cu dinamici diferite ale pH-ului: Naslavcea – Vălcineț (7,96-8,05), Soroca – Cocieri (8,51-8,39) și Vadul lui Vodă – Palanca (8,08-7,82). Toamna, ecosistemul Nistrului restabilește pH-ul după Complexul Hidroenergetic Nistrea de la 7,83 (st. Naslavcea) la 8,65 (st. Camenca). Această valoare rămâne stabilă pe tot parcursul lacului de acumulare Dubăsari (8,59-8,48). Cele mai semnificative fluctuații ale parametrului au fost înregistrate la stația Vadul lui Vodă. Cauza acestor fluctuații poate fi o combinație a doi factori: evacuarea apei de la stația de epurare din Vadul lui Vodă și captarea apei (6500-8500 m³/oră) de către stația de captare pentru sistemul de alimentare cu apă Chișinău (<https://www.acc.md/news/2433>). În general, calitatea apei fluviului Nistru în ceea ce privește parametrul "Acidificare" corespunde clasei I, cu excepția cazurilor de alcalinizare locală a apei în perioadele de secetă hidrologică până la clasa II, provocată atât de factori biotici, cât și antropici.

În ceea ce privește tronsonul Costești – Giurgiulești al râului Prut, au fost efectuate *in situ* 94 de măsurători ale pH-ului apei în diferite sezoane hidrologice din perioada 2020-2023, inclusiv iarna. Intervalul de variație a parametrului a constituit între 7,40 și 8,95 (un. pH), ceea ce este practic în limitele clasei de calitate I pentru corpurile de apă de suprafață. Valoarea maximă a fost înregistrată la stația Leușeni (februarie 2020), valoarea minimă – în tronsonul Cășlița-Prut – Giurgiulești (iulie 2020) (Tabelul 4).

Tab. 4. Caracteristici statistice (CS) ale variabilității reacției active a apei râului Prut, detaliată pe sezoane hidrologice 2020-2023

CS, un. pH	Cs	Br	Sc	Lș	Ch	C-P	Gg	Per tronson
primăvara								
<i>min</i>	8,45	8,39	8,26	8,20	8,22	8,09	8,09	8,39±0,04 n = 28
<i>max</i>	8,55	8,60	8,65	8,51	8,46	8,54	8,46	
<i>medie</i>	8,50	8,50	8,45	8,37	8,35	8,29	8,28	
<i>SD</i>	0,05	0,10	0,18	0,16	0,12	0,21	0,16	
<i>CV (%)</i>	0,6	1,2	2,1	2,0	1,4	2,5	1,9	

vara								
<i>min</i>	8,30	7,98	8,05	7,84	7,95	7,40	7,41	8,16±0,10 n = 28
<i>max</i>	8,85	8,35	8,40	8,30	8,80	8,18	8,17	
<i>medie</i>	8,57	8,14	8,23	8,13	8,36	7,85	7,84	
<i>SD</i>	0,23	0,16	0,14	0,20	0,35	0,33	0,32	
<i>CV (%)</i>	2,6	2,0	1,7	2,5	4,2	4,2	4,1	
toamna								
<i>min</i>	8,22	8,06	8,15	8,10	8,04	8,03	8,00	8,29±0,03 n = 28
<i>max</i>	8,41	8,36	8,52	8,45	8,50	8,32	8,32	
<i>medie</i>	8,35	8,23	8,38	8,32	8,33	8,23	8,21	
<i>SD</i>	0,09	0,13	0,16	0,16	0,20	0,13	0,15	
<i>CV (%)</i>	1,1	1,6	1,9	1,9	2,4	1,6	1,8	

Cs – Costești, Br – Branîște, Sc – Sculeni, Lș – Leușeni, Ch – Cahul, C-P – Cășlița-Prut, Gg - Giurgiulești

În tronsonul Costești – Giurgiulești, per ansamblu, nu se manifestă o dinamică sezonieră clară a pH-ului apei, valorile medii fiind următoarele: 8,39±0,04 primăvara, 8,16±0,10 vara și 8,29±0,03 toamna. Variabilitatea locală a parametrului, de asemenea, nu demonstrează o dependență sezonieră, dar, cel mai probabil, se datorează combinației mai multor factori (Fig. 5).

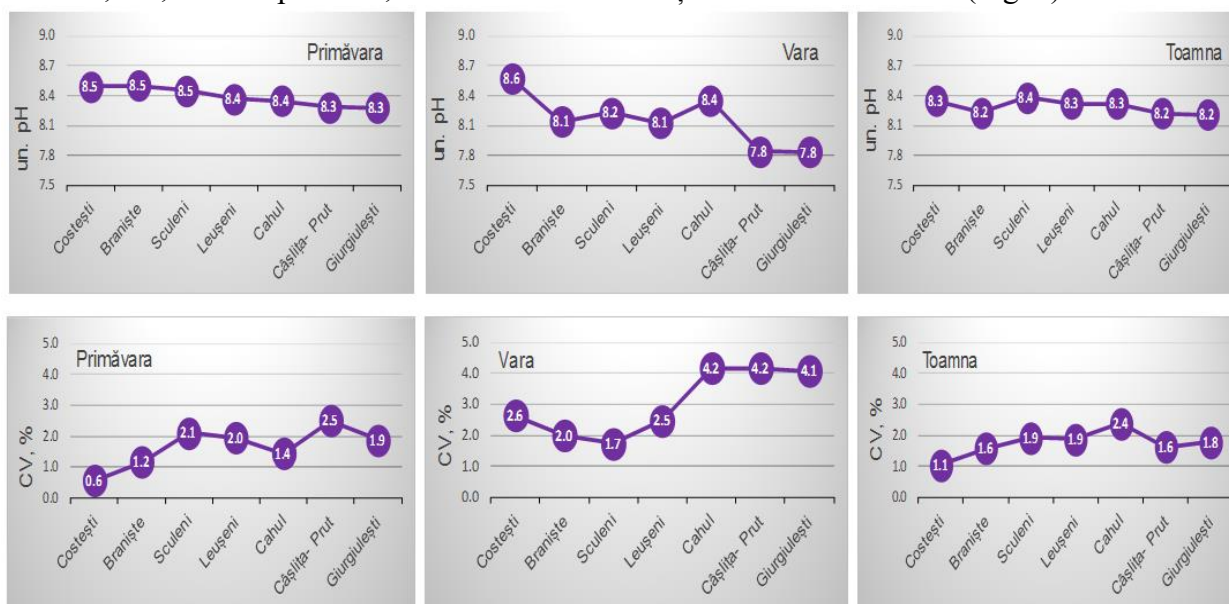


Fig. 5. Râul Prut: dinamica spațială a valorii medii (un. pH) și a coeficientului de variație (CV,%) pentru parametrul "Acidificare", detaliată pe sezoanele hidrologice 2020-2023

Astfel cum rezultă din datele prezentate, și în cazul r. Prut, perioada cea mai stabilă din punct de vedere al reacției active a apei este primăvara (8,28-8,50) și toamna (8,21-8,38). Vara este, ca întotdeauna, o perioadă de instabilitate: zona barajului lacului de acumulare Costești-Stânca are condiții favorabile pentru dezvoltarea fitoplanctonului (8,6 un. pH), iar în tronsonul Cășlița-Prut – Giurgiulești se înregistrează refluxul de apă din Dunărea (7,8 un. pH). Cea mai mare variabilitate a parametrului de-a lungul profilului longitudinal al Prutului are loc în sectorul Cahul – Giurgiulești vara. Sectorul este navigabil, iar vara, când nivelul apei este scăzut, chiar și o poluare minoră poate perturba echilibrul reacției active a habitatului acvatic. În perioada analizată, calitatea apei râului Prut, în funcție de starea de acidificare, corespunde clasei I, uneori clasei II.

Oxigen dizolvat. În cursurile și corpurile de apă de suprafață, concentrația oxigenului dizolvat corelează invers cu temperatura apei, în timp ce temperatura nu depinde de concentrația oxigenului, iar solubilitatea oxigenului în apă depinde de temperatură acesteia. Prin urmare, dinamica sezonieră a oxigenului dizolvat în apă este bine exprimată, dar există factori (biotici și antropici) care

influențează această dinamică. Regulamentul (2013) a stabilit următoarele valori-limită ale claselor de calitate pentru parametrul "Oxigen dizolvat":

Clasa de calitate:	I	II	III	IV	V
Oxigen dizolvat, mg/L:	> 8	> 7	> 5,5	> 4	< 4
Saturația oxigenului, %:	> 90	≥ 80	≥ 60	≥ 40	< 40

Conținutul oxigenului în apa **fluviului Nistru** în diferite anotimpuri ale perioadei analizate a variat de la 4,18 la 12,20 (mg/L), ceea ce, în funcție de temperatura apei și presiunea atmosferică la momentul prelevării, a corespuns la o saturație de la 40 la 119 (%). Valorile minime au fost înregistrate la stațiile Sorocea (4,18 mg/L, octombrie 2022) și Naslavcea (4,68 mg/L, august 2020), în timp ce valoarea maximă a fost înregistrată la stația Goian din lacul de acumulare Dubăsari (12,2 mg/L, februarie 2023). Astfel, calitatea apei Nistrului în funcție de saturația oxigenului a variat de la clasa I la clasa IV.

Pe parcursul anilor 2020-2023, au fost efectuate *in situ* 139 de măsurări ale conținutului de oxigen dizolvat în apa Nistrului în diferite anotimpuri, inclusiv iarna. În paralel, au fost colectate probe pentru determinarea oxigenului dizolvat în condiții de laborator. Pentru analiza statistică, au fost utilizate rezultatele obținute în perioada de vegetație (Tabelul 5).

Tab. 5. Caracteristici statistice (CS) ale variabilității concentrației oxigenului dizolvat în apa fl. Nistru, detaliate pe sezoane hidrologice 2020-2023

CS, mg/L	Ns	Vc	Sr	Cm	Hr	Gn	Cr	VIV	Vn	Pl	Per tronson
primăvara											
<i>min</i>	10,69	11,04	9,07	9,30	9,50	8,50	9,26	7,96	7,63	5,30	10,54±0,31 n = 30
<i>max</i>	12,14	12,84	12,69	11,92	12,33	10,76	11,78	11,33	10,98	10,90	
<i>medie</i>	11,24	12,24	10,99	10,75	10,99	9,67	10,78	10,21	9,80	8,75	
<i>SD</i>	0,79	1,04	1,82	1,33	1,42	1,13	1,34	1,95	1,88	3,02	
<i>CV (%)</i>	7	8	17	12	13	12	12	19	19	34	
vara											
<i>min</i>	4,68	6,50	6,77	7,21	8,04	9,33	9,24	6,28	6,57	6,30	8,32±0,32 n = 50
<i>max</i>	10,26	9,50	8,97	9,60	9,50	10,00	10,92	8,85	8,78	7,50	
<i>medie</i>	8,07	8,35	7,98	8,63	9,03	9,67	9,84	7,13	7,75	6,71	
<i>SD</i>	2,39	1,29	1,00	1,03	0,67	0,34	0,76	1,16	0,92	0,54	
<i>CV (%)</i>	30	15	13	12	7	3	8	16	12	8	
toamna											
<i>min</i>	5,35	6,38	4,18	8,61	8,28	8,65	7,16	7,19	8,13	7,08	8,46±0,44 n = 40
<i>max</i>	7,64	8,50	8,02	12,69	10,50	11,61	12,11	10,56	9,72	10,90	
<i>medie</i>	6,29	7,45	6,18	9,92	9,62	9,60	9,71	8,62	8,89	8,36	
<i>SD</i>	0,97	0,91	1,65	1,88	0,95	1,35	2,17	1,43	0,66	1,75	
<i>CV (%)</i>	15	12	27	19	10	14	22	17	7	21	

Ns – Naslavcea, Vc – Vălcineț, Sr – Sorocea, Cm – Camenca, Hr – Hârjău, Gn – Goian, Cr – Cocieri, VIV – Vadul lui Vodă, Vn – Varnița, Pl - Palanca

Dinamică sezonieră a oxigenului dizolvat în tronsonul Naslavcea – Palanca, considerat în ansamblu, este exprimată doar pentru două anotimpuri, respectiv primăvara și vara-toamna: 10,5±0,3 (mg/L) primăvara, 8,3±0,3 (mg/L) vara și 8,5±0,4 (mg/L) toamna. Având în vedere dependența solubilității oxigenului de dinamica sezonieră a temperaturii apei, trebuie remarcat faptul că fenomenul nu este unul obișnuit pentru această regiune. Cel mai simplu este să explicăm situația prin schimbări climatice (ștergerea diferenței dintre vară și toamnă), dar, după cum se va arăta mai jos, în r. Prut, situat în aceeași regiune, dinamica analizată este reprezentată de 3 anotimpuri: primăvara, vara și toamna. Vom înțelege cauzele fenomenului cu ajutorul analizei grafice (Figura 6).

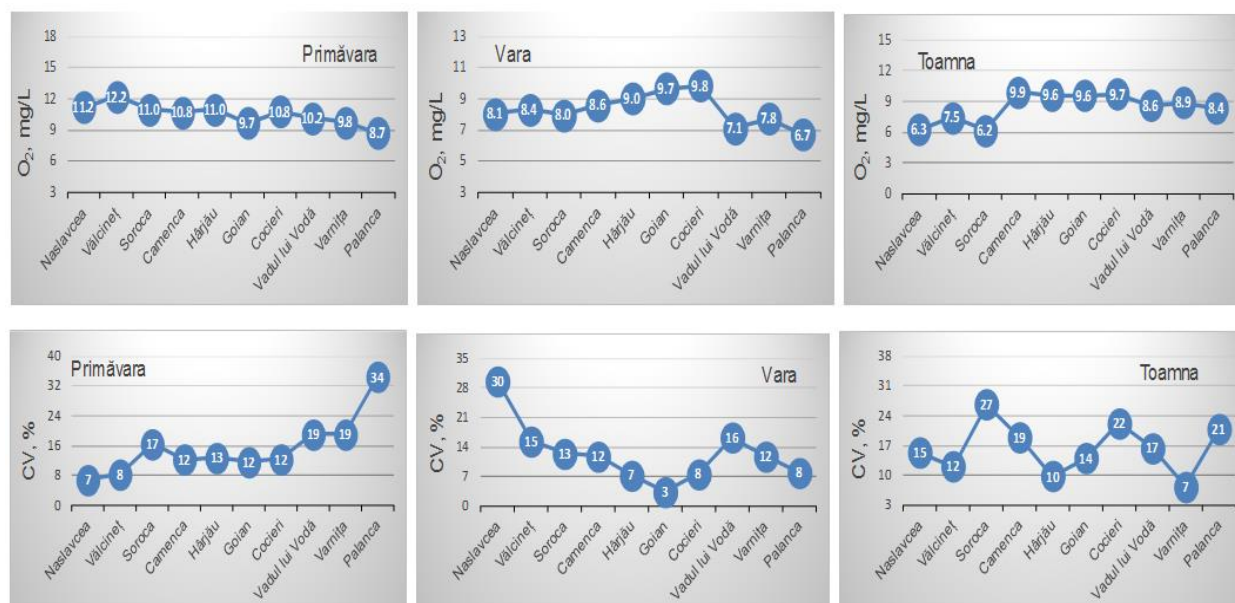


Fig. 6. Fluviul Nistru: dinamica spațială a valorii medii (O₂, mg/L) și a coeficientului de variație (CV, %) pentru parametrul "Oxigen dizolvat", detaliată pe sezoanele hidrologice 2020-2023

O estimare completă a regimului de oxigen al unui curs de apă în sistemele de clasificare a apelor de suprafață include 3 parametri: oxigenul dizolvat propriu-zis (O₂), consumul chimic al acestuia (CCO) și consumul biochimic al acestuia în procesele metabolice ale biotei acvatice (CBO). Această abordare este logică, deoarece concentrația oxigenului într-un anumit biotop este rezultatul proceselor simultane de saturare a apei cu oxigen și de consumare a acestuia prin respirația hidrobionților și oxidarea chimică și biochimică. Atunci când analizăm unul dintre parametrii regimului de oxigen, trebuie să luăm în considerare simultaneitatea acestor procese.

Dinamica de primăvară a oxigenului dizolvat de-a lungul profilului longitudinal al fl. Nistru poate fi acceptată ca fiind destul de naturală cu corespunderea clasei de calitate I. Analiza valorilor de vară ale oxigenului dizolvat relevă 2 zone cu dinamică diferită: în aval de CHE-2, inclusiv lacul de acumulare Dubăsari (8,1-9,8 mg/L) și sectorul inferior Vadul lui Vodă – Palanca (7,1-6,7 mg/L). Pentru temperaturile de vară ale apei, considerăm conținutul de oxigen în sectorul inferior ca fiind unul natural. Conținutul mai mare în tronsonul Naslavcea – Cocieri îl explicăm prin temperatura scăzută de vară a apei care provine de la Complexul Hidroenergetic Nistrean (CHEN). În lacul de acumulare propriu-zis, concentrațiile locale ridicate sunt observate în zonele de activitate fotosintetică a fitoplanctonului și a macrofitelor. Pentru temperatura apei de toamnă, considerăm concentrația oxigenului în aval de Camenca ca fiind naturală (9,9-8,4 mg/L). Dinamica parametrului în tronsonul Naslavcea – Soroca (6,3-6,2 mg/L) este o consecință a încălzirii regimului natural de temperatură a apei Nistrului de către CHEN. Cea mai mare variabilitate locală a conținutului de oxigen dizolvat se înregistrează la stațiile: Palanca primăvara și toamna (factori biotici și antropici), Naslavcea vara (CHEN), Soroca toamna (apele uzate neepurate) și Cocieri toamna (factorul biotic).

Pe tronsonul Costești – Giurgiulești al râului Prut, au fost efectuate 95 de măsurători ale concentrației oxigenului dizolvat la stațiile de prelevare a probelor și tot același număr de probe a fost transportat în laborator pentru determinarea oxigenului prin metoda Winkler. Conținutul oxigenului în aceste probe a variat de la 3,17 la 13,32 (mg/L), ceea ce a corespuns la o saturație de la 35 la 107 (%). Valorile minime au fost înregistrate la stațiile Cășlița-Prut și Giurgiulești (3,43 și 3,17 mg/L, iulie 2020), în timp ce valorile maxime – la stația Braniște (13,25 și 13,32 mg/L, februarie 2020 și 2023). Pentru analiza statistică, au fost utilizate rezultatele obținute în perioada de vegetație 2020-2023 (Tabelul 6).

Tab. 6. Caracteristici statistice (CS) ale variabilității concentrației oxigenului dizolvat în apa r. Prut, detaliate pe sezoane hidrologice 2020-2023

CS, mg/L	Cs	Br	Sc	Lș	Ch	C-P	Gg	Per tronson
primăvara								
min	9,1	9,3	8,9	8,3	8,0	7,6	7,6	9,72±0,23 n = 28
max	11,8	11,5	10,9	10,8	10,6	10,6	10,5	
medie	10,5	10,5	10,0	9,5	9,3	9,1	9,1	
SD	1,16	1,10	1,07	1,25	1,27	1,67	1,40	
CV (%)	11	10	11	13	14	18	15	
vara								
min	7,6	6,3	6,7	6,4	6,1	3,4	3,2	6,72±0,35 n = 28
max	9,0	7,7	7,6	7,7	7,4	7,0	7,1	
medie	8,0	7,0	7,2	7,0	6,8	5,6	5,5	
SD	0,68	0,56	0,41	0,54	0,56	1,51	1,65	
CV (%)	8	8	6	8	8	27	30	
toamna								
min	7,7	7,2	7,9	7,5	7,3	6,5	7,0	8,72±0,14 n = 28
max	10,0	9,6	10,7	10,5	10,9	9,5	10,3	
medie	9,0	8,4	9,2	8,9	8,9	8,2	8,5	
SD	1,14	1,33	1,43	1,48	1,72	1,48	1,67	
CV (%)	13	16	15	17	19	18	20	

Cs – Costești, Br – Branîște, Sc – Sculeni, Lș – Leușeni, Ch – Cahul, C-P – Cășlița-Prut, Gg - Giurgiulești

Conținutul de oxigen dizolvat în apa r. Prut pe tronsonul Costești – Giurgiulești, considerat în ansamblu, are o dinamică sezonieră clară și destul de obișnuită pentru regiune: 9,7±0,2 mg/L primăvara, 6,7±0,4 mg/L vara și 8,7±0,1 mg/L toamna. De-a lungul profilului longitudinal al râului în direcția Costești – Giurgiulești, se observă dinamica descendentă a concentrației oxigenului în apă: 10,5-9,1 (mg/L) primăvara, 8,0-5,5 (mg/L) vara și 9,0-8,5 (mg/L) toamna (Figura 7).

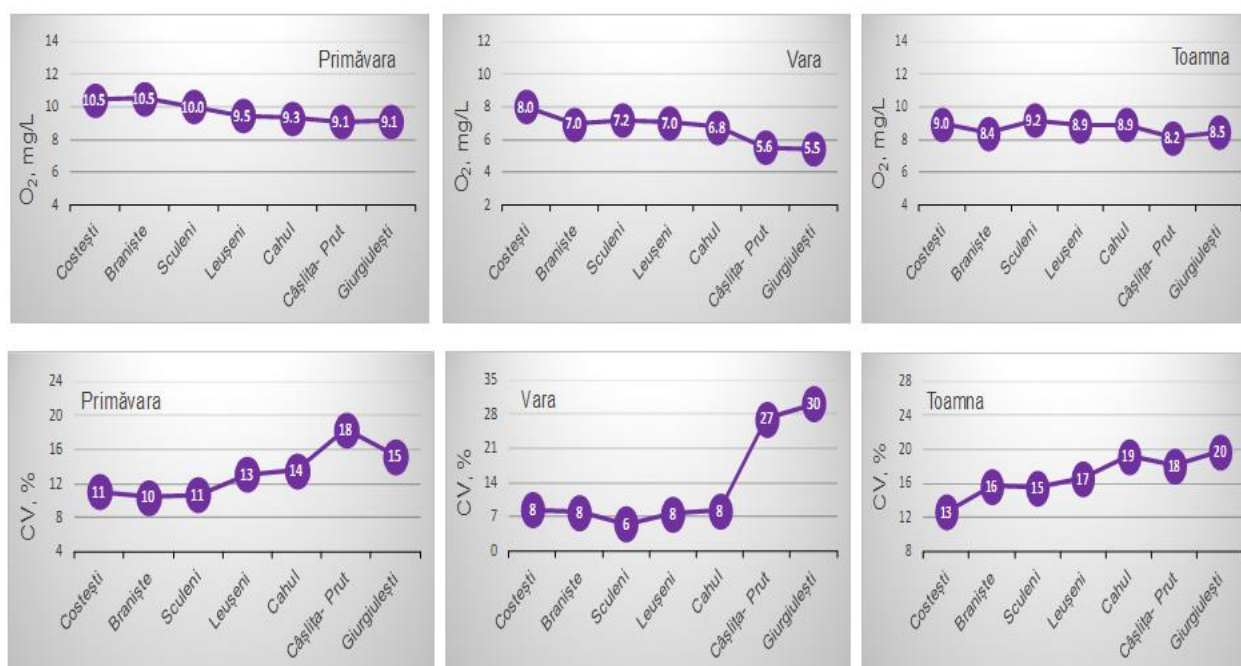


Fig. 7. Râul Prut: dinamica spațială a valorii medii (O₂, mg/L) și a coeficientului de variație (CV,%) pentru parametrul "Oxigen dizolvat", detaliată pe sezoanele hidrologice 2020-2023

Dinamica spațială a conținutului de oxigen dizolvat în tronsonul Costești – Giurgiulești este slab exprimată atât primăvară, cât și toamna. Valorile medii ale acestui parametru pentru ambele sezoane corespund clasei de calitate I. În timpul verii, clasa de calitate a apei scade de la I în lacul de acumulare Costești-Stânca la III în gura de vărsare a Prutului. Cele mai semnificative fluctuații ale parametrului au fost remarcate în tronsonul Cășlița-Prut – Giurgiulești. Portul Internațional Giurgiulești și refluxul apelor Dunării, cu o presiune de navigație și mai mare, fac ca acest tronson al r. Prut să fie cel mai vulnerabil din punct de vedere al funcționării ecosistemului.

Consumul biochimic de oxigen, CBO₅. Parametrul CBO este un alt indicator al stării regimului de oxigen al apelor de suprafață, care este utilizat pentru a evalua conținutul de materie organică biodegradabilă din apă. Materia organică este cel mai important element structural și funcțional al ecosistemelor acvatice, iar fracțiunea biodegradabilă a acesteia asigură necesarul de energie al heterotrofilor osmotrofici (majoritatea bacteriilor și ciupercilor acvatice) și joacă un rol principal în funcționarea componentei bacteriene din aceste ecosisteme (Veres & Ostapenya, 2011).

Scopul determinării CBO este de a modela procesul de oxidare biologică a substanțelor organice din proba analizată în condiții de laborator. CBO₅ (5 zile de incubare) este un parametru standard în toate sistemele de clasificare a corpurilor de apă de suprafață. Valorile-limită pentru cele 5 clase de calitate din Regulamentul național (2013) sunt următoarele:

Clasa de calitate:	I	II	III	IV	V
Consumul biochimic de oxigen (CBO ₅), mg O/L:	3	5	6	7	>7

Au fost efectuate 139 de determinări ale CBO₅ în apa **fluviului Nistru** în diferite sezoane hidrologice, inclusiv iarna. Valorile parametrului au variat între 0,31 și 4,38 (mg O/L), ceea ce corespunde claselor de calitate I-II. Valoarea minimă a fost înregistrată la stația Vălcineț (0,31 mg O/L, octombrie 2022), în timp ce valorile maxime au fost asociate cu stațiile Goian din lacul de acumulare Dubăsari (4,15 mg O/L, iunie 2022), Varnița (4,27 mg O/L, octombrie 2022) și Soroca (4,38 mg O/L, februarie 2023). Rezultatele analizei statistice a 120 de date procesate sunt prezentate în Tabelul 7.

Tab. 7. Caracteristici statistice (CS) ale variabilității parametrului CBO₅ în apa fl. Nistru, detaliate pe sezoane hidrologice 2020-2023

CS, mg O/L	Ns	Vc	Sr	Cm	Hr	Gn	Cr	VIV	Vn	PI	Per tronson
primăvara											
<i>min</i>	1,18	0,94	1,35	1,08	1,25	1,75	1,75	1,59	1,50	1,84	1,91±0,11 n = 30
<i>max</i>	1,78	2,02	4,38	2,04	2,23	2,69	2,33	2,29	2,40	2,29	
<i>medie</i>	1,49	1,63	2,67	1,61	1,66	2,09	2,06	1,95	1,82	2,08	
<i>SD</i>	0,30	0,60	1,55	0,49	0,51	0,52	0,29	0,35	0,50	0,23	
<i>CV (%)</i>	20	37	58	30	31	25	14	18	28	11	
vara											
<i>min</i>	0,62	0,75	0,99	1,23	1,10	1,14	1,24	1,04	1,59	1,26	1,58±0,12 n = 50
<i>max</i>	1,83	1,60	3,52	1,62	1,86	3,40	2,00	1,57	1,75	1,83	
<i>medie</i>	1,25	1,20	2,48	1,43	1,50	1,91	1,57	1,27	1,63	1,53	
<i>SD</i>	0,52	0,39	1,08	0,16	0,38	1,05	0,35	0,24	0,08	0,24	
<i>CV (%)</i>	42	32	44	12	26	55	22	19	5	16	
toamna											
<i>min</i>	0,56	0,31	0,84	1,25	1,18	1,38	0,74	0,70	0,77	1,11	1,50±0,18 n = 40
<i>max</i>	1,05	0,99	3,92	1,99	1,79	2,31	2,92	1,66	4,27	2,02	
<i>medie</i>	0,80	0,74	2,56	1,48	1,36	1,66	1,61	1,07	2,27	1,49	
<i>SD</i>	0,23	0,30	1,35	0,34	0,29	0,44	0,93	0,41	1,65	0,39	
<i>CV (%)</i>	29	41	53	23	22	26	58	39	73	26	

Ns – Naslavcea, Vc – Vălcineț, Sr – Soroca, Cm – Camenca, Hr – Hârjău, Gn – Goian, Cr – Cocieri, VIV – Vadul lui Vodă, Vn – Varnița, PI – Palanca

După cum rezultă din datele prezentate, CBO₅ nu are o variație sezonieră clară în tronsonul Naslavcea – Palanca, luat în ansamblu: 1,9±0,1 mg O/L primăvara, 1,6±0,1 mg O/L vara și 1,5±0,2 mg O/L toamna. Prin urmare, în timpul sezonului de vegetație, concentrația substanțelor organice biodegradabile în apa Nistrului pe teritoriul Republicii Moldova corespunde, în general, clasei de calitate I. Dinamica spațială a CBO₅ este prezentată în Figura 8.

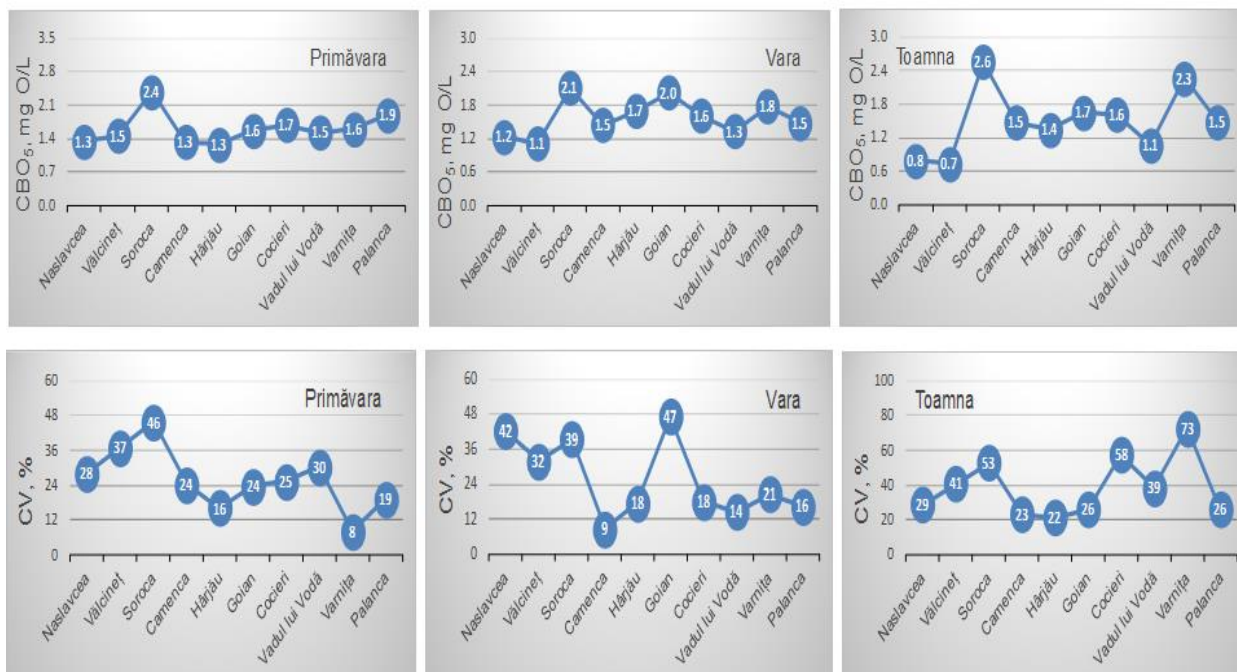


Fig. 8. Fluviul Nistru: dinamica spațială a valorii medii (mg O/L) și a coeficientului de variație (CV, %) pentru parametrul "Consumul biochimic de oxigen" sezoanele hidrologice 2020 -2023

De menționat faptul că fluctuațiile materiei organice autohtone într-un corp de apă au un caracter sezonier asociat cu ciclurile de dezvoltare a hidrobiocenozelor. Absența unei dinamici sezoniere a parametrului CBO₅ ne permite să concluzionăm că în apa Nistrului predomină materia organică de origine alohtonă. Analiza dinamicii spațiale indică locurile unde poluarea organică pătrunde în apa Nistrului pe tot parcursul anului: stațiile Soroca și Varnița (ape uzate insuficient epurate). La stația Goian, din lacul de acumulare Dubăsari, variația sporită a consumului de oxigen în timpul verii este asociată cu dezvoltarea abundentă a vegetației acvatice.

În probele de apă din r. Prut au fost efectuate 95 de determinări ale CBO₅ în diferite sezoane hidrologice din perioada 2020-2023, inclusiv iarna. Intervalul de variație a parametrului a fost 0,43-6,07 (mg O/L), ceea ce corespunde claselor I-III de calitate a apelor de suprafață. Valoarea minimă a fost înregistrată la stația Braniște (octombrie 2022), în timp ce valoarea maximă – la stația Giurgiulești (februarie 2020). Rezultatele analizei statistice a determinării CBO₅ în apa r. Prut, detaliate pe sezoane hidrologice, sunt prezentate în Tabelul 8.

Tab. 8. Caracteristici statistice (CS) ale variabilității parametrului CBO₅ în apa r.Prut, detaliate pe sezoane hidrologice 2020-2023

CS, mg O/L	Cs	Br	Sc	Lș	Ch	C-P	Gg	Per tronson
primăvara								
min	0,82	0,78	0,86	1,09	1,05	1,12	1,07	1,53±0,05 n = 28
max	2,86	2,41	1,75	1,82	2,53	2,31	2,37	
medie	1,49	1,61	1,28	1,44	1,65	1,67	1,57	
SD	0,94	0,70	0,44	0,38	0,67	0,54	0,57	
CV (%)	63	44	34	27	41	32	37	

vara								
min	1,10	0,72	0,64	0,83	0,85	1,24	1,16	1,32±0,11 n = 28
max	1,80	1,15	1,43	1,35	1,60	2,42	2,19	
medie	1,47	1,00	0,98	1,11	1,32	1,64	1,71	
SD	0,30	0,19	0,36	0,21	0,33	0,53	0,53	
CV (%)	20	19	37	19	25	32	31	
toamna								
min	0,86	0,43	0,69	0,92	0,49	0,66	0,49	1,13±0,08 n = 28
max	1,73	0,98	2,69	1,99	2,45	1,40	1,65	
medie	1,16	0,74	1,45	1,27	1,21	1,01	1,09	
SD	0,39	0,23	0,87	0,49	0,90	0,32	0,51	
CV (%)	34	31	60	39	75	32	47	

Cs – Costești, Br – Braniște, Sc – Sculeni, Lș – Leușeni, Ch – Cahul, C-P – Cășlița-Prut, Gg - Giurgiulești

Intervalul larg al valorilor CBO_5 în probele instantanee de apă din r. Prut nu a influențat semnificativ rezultatul statistic al acestui parametru pentru întregul tronson Costești – Giurgiulești, variind în limitele clasei I de calitate, fără o dinamică sezonieră distinctă: $1,5\pm 0,1$ mg O/L primăvara, $1,3\pm 0,1$ mg O/L vara și $1,1\pm 0,1$ mg O/L toamna. Analiza grafică ne permite să evaluăm variabilitatea parametrului CBO_5 în fiecare stație (Figura 9).

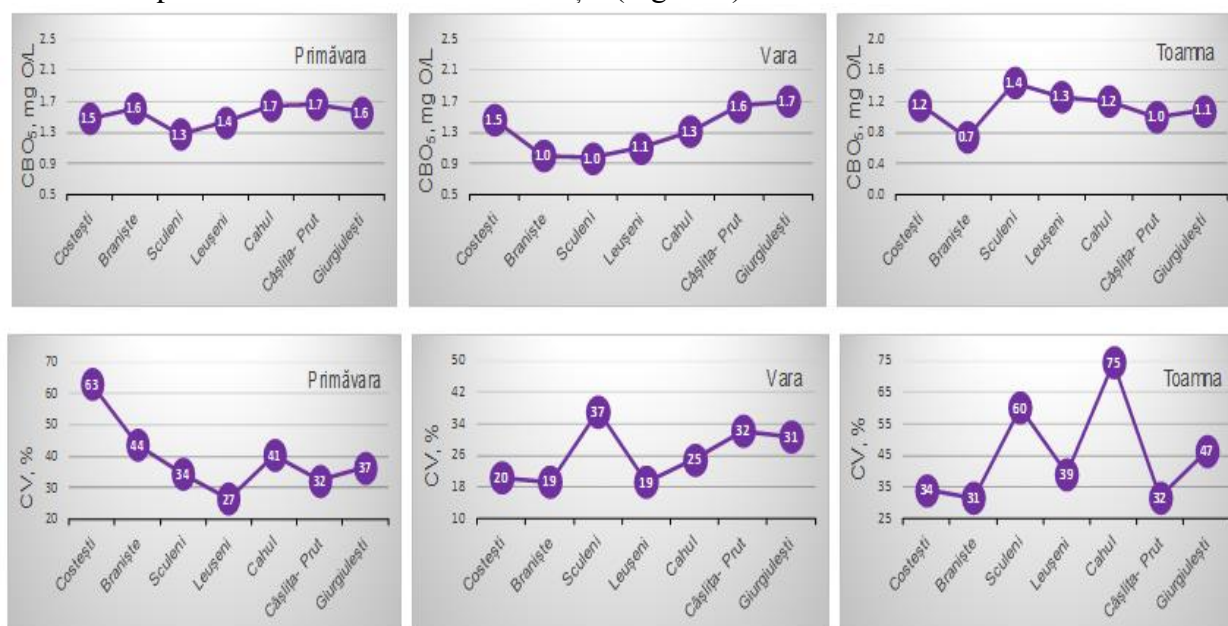


Fig. 9. Râul Prut: dinamica spațială a valorii medii (mg O/L) și a coeficientului de variație (CV,%) pentru parametrul "Consumul biochimic de oxigen", sezoanele hidrologice 2020-2023

De menționat că dinamica spațială a conținutului de materie organică biodegradabilă în tronsonul Costești – Giurgiulești este eterogenă, și, prin urmare, poate fi rezultatul impactului simultan al mai multor factori. Locația mai instabilă este stația Braniște, în care valorile CBO_5 au variat în probele instantanee de la 0,43 la 2,41 (mg O/L). Studiile noastre pe termen lung asupra ecosistemului r. Prut arată că tronsonul din avalul Centralei Hidroelectrice Costești este o zonă de adaptare a microbiotei râului la hidrocarburi (Jurminskaia et al., 2023). Stațiile de transformare situate direct în lunca râului sunt o componentă necesară a sistemului de energie electrică și un potențial poluant al râului cu hidrocarburi. Uleiul de transformator este un substrat organic greu degradabil, dar acumularea sa pe termen lung în sedimentele de fund formează cenoze bacteriene care influențează rezultatul determinării CBO în probe. Stațiile cu o variabilitate semnificativă a

conținutului de materie organică biodegradabilă în apa r. Prut sunt Sculeni și Cahul (factorul antropic), precum și Costești (factorul biotic).

Identificarea intervalului modal al indicatorilor de calitate. Pentru a evalua starea actuală a calității apei râurilor Nistru și Prut, pe baza rezultatelor obținute în perioada 2020-2023, a fost utilizată o metoda de identificare a intervalelor modale ale indicatorilor de stare ecologică a ecosistemului acvatic (R 52.24.862-2017). Metoda include: 1) formarea bazei de date; 2) selectarea indicatorilor hidrochimici ai stării ecosistemului fluvial ținând cont de particularitățile funcționării acestuia; 3) prelucrarea statistică a datelor și 4) construirea unei histogramme cu intervale de frecvență a distribuției datelor procesate. Intervalul cu cel mai mare număr de valori este intervalul modal. În funcție de limitele intervalului modal, evaluăm clasa de calitate a apei pentru un corp de apă sau un sector luat în considerare. Pentru a identifica intervalele modale, au fost selectați indicatorii de calitate (reacția activă a apei, conținutul de oxigen dizolvat și consumul biochimic de oxigen), valorile-limită ale claselor de calitate care sunt definite în Regulamentul (2013). Pentru fl. Nistru, histogrammele cu intervalele modale identificate sunt prezentate în Figurile 10 - 12, iar pentru r. Prut – în Figurile 13 - 15.

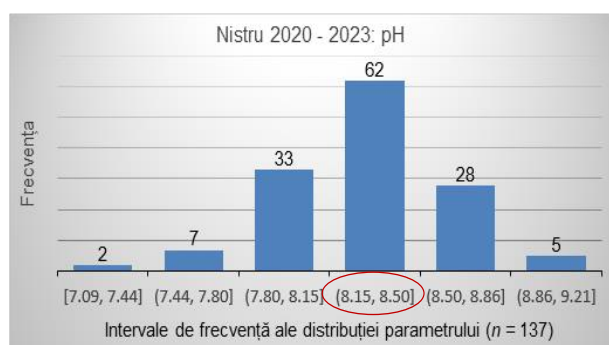


Fig. 10. Identificarea intervalului modal pentru pH-ul apei fl. Nistru

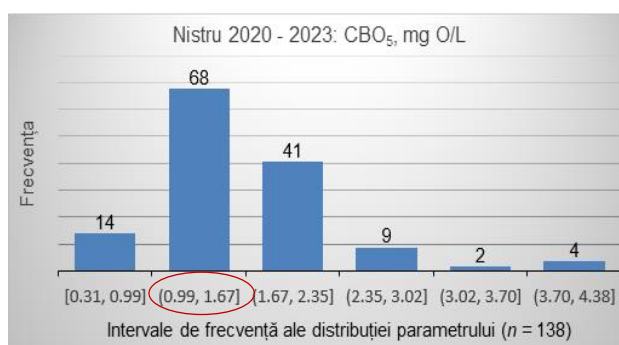


Fig. 11. Identificarea intervalului modal pentru oxigenul dizolvat în apa fl. Nistru

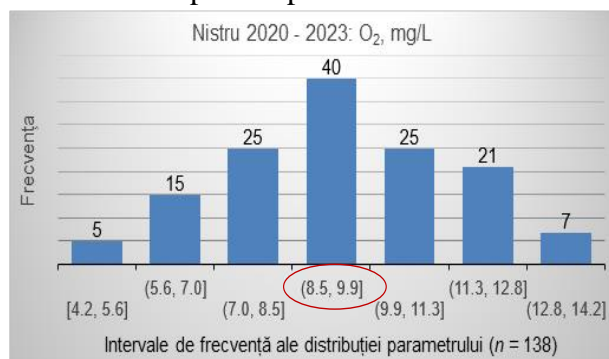


Fig. 12. Identificarea intervalului modal pentru CBO₅ în apa fl. Nistru

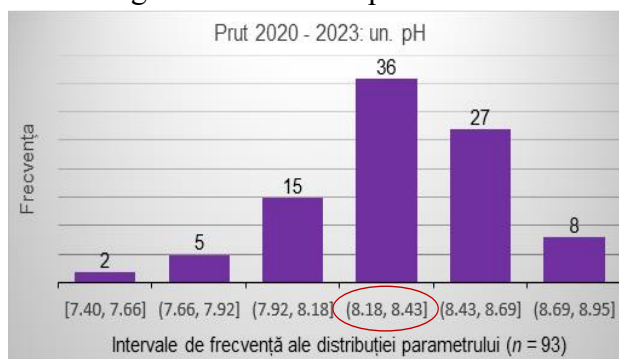


Fig. 13. Identificarea intervalului modal pentru oxigenul dizolvat în apa r. Prut

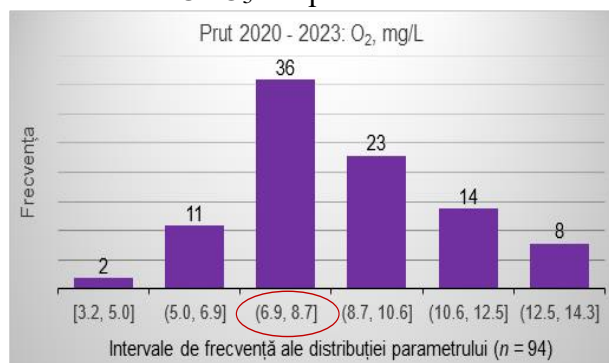


Fig. 14. Identificarea intervalului modal pentru oxigenul dizolvat în apa r. Prut

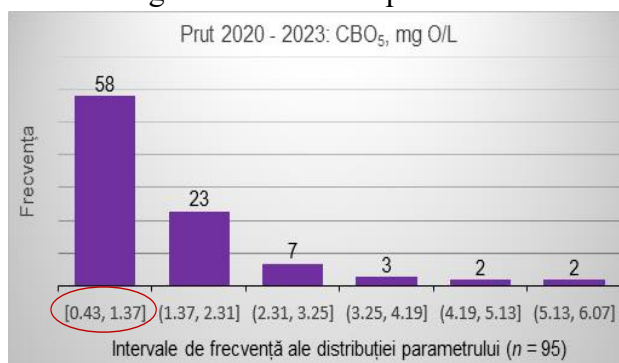


Fig. 15. Identificarea intervalului modal pentru CBO₅ în apa r. Prut

Calitatea apei în tronsonul Naslavcea – Palanca, per total, și în tronsonul Costești – Giurgiulești, per total, evaluată în funcție de intervalul modal al indicatorilor fizico-chimici analizați, este prezentată în Tabelul 9.

Tab. 9. Calitatea apei râurilor Nistru și Prut în perioada 2020-2023

	Intervalul modal pH, un. pH	Clasa de calitate	Intervalul modal O ₂ , mg/L	Clasa de calitate	Intervalul modal CBO ₅ , mg O/L	Clasa de calitate
Nistru	8,15 – 8,50	I	8,5 – 9,9	I	0,99 – 1,67	I
Prut	8,18 – 8,43	I	6,9 – 8,7	III – I	0,43 – 1,37	I

CONCLUZII

Analiza intervalului de variație a indicatorilor de calitate a apei atât în aspect sezonier, cât și spațial, face posibilă elucidarea potențialului de rezistență a ecosistemului fluvial în condiții de încărcare antropogenă și schimbări climatice. Modul în care se utilizează datele poate influența rezultatul cercetării. Rezultatele unor indicatori de calitate în probele instantanee nu ar trebui să fie considerate ca un dezastru ecologic, deoarece acestea pot fi rezultatul unei combinații de factori pe termen scurt. Astfel de indicatori sunt, printre altele, indicele de hidrogen, concentrația oxigenului dizolvat, consumul chimic și biochimic de oxigen. O evaluare obiectivă poate fi obținută prin analizarea datelor pentru o anumită perioadă, aleasă în funcție de scopul cercetării.

Peste 300 de măsurători ale temperaturii apei, pH-ului și concentrației oxigenului dizolvat – indicatori de calitate – au fost efectuate *in situ* în fluviul Nistru și aproape la fel de multe în râul Prut în perioada 2020-2023. Peste 400 de determinări ale oxigenului dizolvat și ale consumului biochimic de oxigen au fost realizate în condiții de laborator. La unele stații au fost înregistrate depășiri semnificative ale valorilor-limită nu numai pentru clasa de calitate I, ci și pentru clasele de calitate II și III. În cazul în care astfel de excese se echilibrează deja la următoarea stație de observare, considerăm că ecosistemul are un bun potențial de auto-restaurare. Problemele persistente ale ecosistemelor studiate sunt următoarele:

Pentru fl. Nistru este caracteristic:

- alterarea regimului natural de temperatură (tronsonul afectat este Naslavcea – Soroca);
- scurgerea apelor menajere direct în fl. Nistru (stațiile afectate sunt Soroca, Camenca, Varnița) sau cu afluenții lui – Răut, Ichel (Vadul lui Vodă), Bâc (și în acest caz – Varnița);
- reglarea debitului și captarea neîngrădită pentru alimentarea cu apă a populației și a sectorului industrial, drept consecință – micșorarea adâncimii Nistrului pe teritoriul RM, reducerea vitezei de curgere, dezvoltarea excesivă a hidrofitelor și algelor, rezultând o poluare secundară.

Pentru r. Prut este caracteristic:

- poluarea industrială a apei de la posturile de transformare amplasate în lunca râului în aval de CHE Costești (stația afectată – Braniște), navigația (tronsonul afectat Cahul – Giurgiulești), funcționarea portului (stația afectată – Giurgiulești) și refluxul apei Dunării (sectorul afectat Cășlița-Prut – Giurgiulești);
- scurgerea apelor menajere insuficient epurate direct în r. Prut (Sculeni, Leușeni, Cahul) și cu afluentul lui Jijia (tronsonul afectat – în aval de stația Leușeni);
- reglarea debitului și captarea pentru alimentarea cu apă a populației și a sectorului industrial, ca o consecință – reducerea nivelului apei, agravată de secetele hidrologice.

În ceea ce privește pH-ul, conținutul de oxigen dizolvat și CBO₅, calitatea apei Nistrului la diferite stații de observare și în diferite sezoane hidrologice a variat între clasele I și IV. Dacă luăm în considerare tronsonul Naslavcea – Palanca ca un tot întreg, rezultatul echilibrat ar corespunde clasei de calitate I. În ceea ce privește temperatura apei, starea tronsonului Naslavcea – Soroca ar trebui să fie clasificată ca fiind poluată termic.

Temperatura apei r. Prut în tronsonul Costești – Giurgiulești variază în mod obișnuit, în conformitate cu sezonul hidrologic. Reacția activă a apei, în majoritatea cazurilor, corespunde clasei de calitate I. Conținutul oxigenului în apă variază mai semnificativ în tronsonul Cășlița-Prut – Giurgiulești. În timpul verii, clasa de calitate a apei în funcție de oxigenul dizolvat scade de la I în lacul de acumulare Costești-Stânca la clasa III în gura de vărsare a Prutului. Calitatea apei în funcție de CBO₅ corespunde, în majoritatea cazurilor, clasei I, dar în timpul sezoanelor de secetă hidrologică (nu numai vara, ci și iarna) poate ajunge la clasa III.

Lucrarea este realizată în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor – AQUABIO (Program de Stat 2020-2023).

REFERINȚE

1. ALIMOV, A.; BOGATOV, V.; GOLUBKOV, S. Hidrobiologia productivă. SPb.: Nauka, 2013, p. 6 (în limba rusă).
2. JURMINSKAIA, O.; ZUBCOV, E.; NEGRU, M.; BAGRIN, N.; ENE, A. Study of the hydrocarbon-oxidizing activity of bacterioplankton in the Moldavian section of the Prut River. In: Annals of "Dunărea de Jos" University of Galati mathematics, physics, theoretical mechanics fascicle II, 2023, pp. (în print).
3. JURMINSKAIA, O.; BAGRIN, N.; ZUBCOV, E. Evaluarea schimbărilor componenței chimice și calității apei în bazinul hidrografic al fluviului Nistru. În: Materiale simpozionului "Modificări funcționale ale ecosistemelor acvatice în contextul impactului antropic și al schimbărilor climatice". Chișinău, 2020, pp. 10 – 17.
4. LAKIN, G. Biometrie. Moscova: Vysshaya Shkola, 1980, p. 53 (în limba rusă).
5. OZBAYRAM, E.; CAMUR, D.; KOKER, L.; OGUZ, A.; AKCAALAN, R.; ALBAY, M. The effects of climate change on aquatic ecosystems in relation to human health. In: Aquatic Sciences and Engineering. 37(3), 2022, pp. 123. DOI: <https://doi.org/10.26650/ASE20221057160>.
6. R 52.24.862-2017 Selectarea limitelor admisibile ale fluctuațiilor indicatorilor hidrochimici informativi ai stării ecosistemelor fluviale situate în diferite condiții naturale și climatice. Rostov-on-Don, 2017, pp. 1 – 19 (în limba rusă).
7. REGULAMENTUL cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață. HG RM nr. 890 din 12.11.2013. În: Monitorul Oficial nr. 262 – 267, 22 noiembrie 2013.
8. SM SR EN 1899-2:2007 Calitatea apei. Determinarea consumului biochimic de oxigen după n zile (CBO_n). Partea 2: Metoda pentru probe nediluate. Chișinău, INSM, 2007.
9. SM SR EN 25813:2011/C91:2012 Calitatea apei. Determinarea conținutului de oxigen dizolvat. Metoda iodometrică. Chișinău, INSM, 2012.
10. VERES, K.; OSTAPENYA, A. Conținutul de materie organică labilă în apa lacurilor din regiunea Narochansky. În: Vestnik BSU, seria 2, nr. 2, 2011, pp. 45 – 49 (în limba rusă).
11. ZUBCOV, E.; ANDREEV, N.; BULAT, D. Modificările ecosistemelor acvatice și indicatorii ecologici de monitorizare a impactului complexelor hidroenergetice asupra ecosistemelor acvatice transfrontaliere. În: Materiale simpozionului "Modificări funcționale ale ecosistemelor acvatice în contextul impactului antropic și al schimbărilor climatice". Chișinău, 2020, pp. 4 – 9.
12. ZUBCOV, E.; UNGUREANU, L.; BILEȚCHI, L.; BAGRIN, N.; ANDREEV, N.; ZUBCOV, N.; JURMINSKAIA, O.; CIORNEA, V. Modificările ecosistemelor acvatice și indicatorii ecologici de monitorizare a impactului complexelor hidroenergetice asupra ecosistemelor acvatice transfrontaliere. În: Ghid metodologic pentru monitorizarea impactului hidroenergetic asupra ecosistemelor fluviale transfrontaliere. Chișinău, 2021, pp. 6 – 11.
13. ZVEZDINA, T.; PHILIPENKO, S. Hidroconstrucția ca factor de impact antropogen asupra ecosistemelor. În: Proceedings of the International Conference «Hydropower impact on river ecosystem functioning». Tiraspol: Eco-Tiras, 2019, pp. 123 – 127 (în limba rusă).

ESTIMAREA UNOR INDICATORI AI FUNCȚIONĂRII ECOSISTEMULUI RÂULUI PRUT ÎN ANII 2020-2023

Anastasia IVANOVA*, Olga JURMINSKAIA

*autor corespondent: ivanova.asm@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie

Rezumat

Funcționarea biocenozelor acvatice este legată direct de condițiile climatice ale unei anumite ecoregiuni. Schimbările climatice din ultimele decenii au dus la estomparea granițelor dintre anotimpuri. Indiferent de factorii care au determinat modificarea regimului de temperatură al unui ecosistem acvatic (climatici sau tehnogeni), aceasta va avea ca rezultat perturbarea ciclurilor sezoniere naturale de dezvoltare și reproducere a hidrobionților. Lucrarea de față prezintă o analiză a dinamicii sezoniere a principalilor parametri fizico-chimici ai râurilor Nistru și Prut din Republica Moldova pentru perioada anilor 2020-2023. Conform Regulamentului de calitate pentru apele de suprafață, apa din râul Prut în perioada analizată a fost atribuită clasei de calitate II (bună) în baza parametrului CCO-Mn și claselor de calitate II și III (bună – moderat poluată) – în baza parametrului CCO-Cr, cu unele excepții, când apa era clasificată ca poluată și atribuită la clasa IV. Indicele capacității de autoepurare a râului a fost stabilit ca fiind scăzut ($ICA < 0,2$). Indicele CCO-Mn/CCO-Cr variază în intervalul 0,6-0,1, ceea ce indică prezența unor substanțe organice ușor degradabile (indicator de poluare proaspătă și permanentă) și substanțe greu degradabile în apa Prutului.

Cuvinte-cheie: râul Prut, schimbări climatice, indicatori ai calității apelor de suprafață, indice de autoepurare

INTRODUCERE

Creșterea densității populației în aglomerările urbane creează o presiune extremă asupra corpurilor și cursurilor de apă, a căror calitate se deteriorează în fiecare an. Poluanții organici sunt una dintre principalele grupuri de contaminanți ai mediului, cauzând efecte semnificative atât asupra sănătății umane, cât și asupra ecosistemelor acvatice (Schwarzenbach et al., 2010).

Concentrația substanțelor organice de origine autohtonă și alohtonă are un impact direct asupra regimului de oxigen al corpului de apă, deoarece oxigenul dizolvat în apă este consumat în procesul de oxidare biologică a acestora. În acest sens, controlul indicatorilor regimului de oxigen este inclus în toate sistemele internaționale de monitorizare și clasificare a apelor naturale, inclusiv în sistemul național de calitate a mediului pentru apele de suprafață din Republica Moldova.

Controlul regimului de oxigen al unui ecosistem acvatic include trei indicatori: oxigenul dizolvat, consumul chimic de oxigen (CCO) și consumul biochimic de oxigen (CBO). Metodele clasice de testare a CCO includ metoda cu utilizarea dicromatului de potasiu (CCO-Cr) și determinarea indicelui permanganat (CCO-Mn).

Determinarea consumului biochimic de oxigen în condiții de laborator este o modelare a procesului de oxidare biologică a substanțelor organice într-un corp de apă. Pentru a standardiza metoda, au fost stabilite condiții standarde: incubarea probelor se realizează în întuneric, la 20°C. În cazul în care incubarea este oprită înainte de începerea procesului de nitrificare, aceasta este o determinare a CBO de carbonat. În funcție de contaminarea apei, această etapă durează de la 5 până la 7 zile. Dacă incubarea este continuată, se obține CBO nitrogenat și apoi – CBO total (CBO₂₀). Pentru monitorizarea apelor de suprafață, se determină, de obicei, CBO₅ sau CBO₇. Determinarea CBO₂₀ este utilizată pentru testarea apelor uzate industriale și municipale.

Scopul acestei lucrări este de a evalua indicatorii regimului de oxigen al râului Prut în condițiile actuale ale schimbărilor climatice și ale încărcării organice a ecosistemelor acvatice din Republicii Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Probele de apă au fost colectate în recipiente din plastic de pe malul stâng al r. Prut la următoarele puncte de prelevare: Costești-Stâncă (baraj), Braniște, Sculeni, Leușeni, Cahul, Cășlița și Giurgiulești (port) în perioada expedițiilor sezoniere pe parcursul anilor 2020-2023. Apă a fost colectată la o distanță de 3-5 m de la mal, la adâncimea de 50 cm de la suprafața apei. Prelucrarea probelor colectate a fost efectuată în termen de 24 de ore de la momentul recoltării acestora.

Determinarea CCO-Mn a fost efectuată conform standardului național SM SR EN ISO 8467:2006 *Calitatea apei. Determinarea indicelui de permanganat*. În condițiile Laboratorului de Hidrobiologie și Ecotoxicologie, determinarea CCO-Cr se efectuează conform standardului național SM SR ISO 6060:2006 *Calitatea apei. Determinarea consumului chimic de oxigen*.

Determinarea CBO₅ în apa r. Prut a fost efectuată în probe nediluate prin sifonarea apei printr-o plasă cu dimensiunea ochiului de 0,45 mm pentru a reține zooplanctonul. Influența activității fotosintetice a fitoplanctonului asupra rezultatului de consumare a oxigenului este eliminată prin incubarea probelor în întuneric, utilizând incubatorul FOC 120E. A fost folosit standardul național SM SR EN 1899-2, 2007 *Calitatea apei. Determinarea consumului biochimic de oxigen după n zile (CBO_n)*. *Partea 2: Metoda pentru probe nediluate*.

Estimarea claselor de calitate a apei r. Prut a fost efectuată pe baza cerințelor de calitate a mediului pentru apele de suprafață (Regulamentul, 2013).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Indicele de permanganat (CCO-Mn) este un indice integral care arată prezența în proba analizată a compușilor ușor degradabili de origine alohtonă, precum și a substanțelor autohtone cauzate de descompunerea organismelor acvatice sau a produselor metabolismului acestora.

În dependență de sezon, valorile CCO-Mn în apele r. Prut pe parcursul perioadei de studiu au variat: iarna – de la 4,0 până la 7,4 mg O/L, primăvara – de la 3,6 până la 10,9 mg O/L, vara – de la 3,5 până la 10,1 mg O/L și toamna – de la 3,5 până la 11,4 mg O/L. Valorile medii ale parametrului CCO-Mn sunt prezentate în Figura 1.

Consumul chimic de oxigen cu utilizarea dicromatului de potasiu (CCO-Cr) prezintă un indice integral cu ajutorul căruia se poate determina cantitatea compușilor organici, inclusiv și a celor greu degradabili. Valorile CCO-Cr în apele r. Prut au variat mai puternic în comparație cu valorile CCO-Mn. În dinamica multianuală în perioadă de iarnă valorile au variat între 18 și 45 mg O/L, de primăvară – de la 13,9 și 35, vară – de la 7,3 și 43,1 și toamnă – de la 7,7 până la 46,5 mg O/L, respectiv. Valorile medii ale CCO-Cr sunt prezentate în Figura 2.

În perioada analizată, o creștere a valorilor CCO-Cr a fost înregistrată în probele prelevate pe secțiunea Leușeni – Giurgiulești, atingând valorile maxime în punctele Cahul (44,5 mg O/L) și Cășlița (46,5 mg O/L) pe parcursul anului 2022. Creșterea ușoară a valorilor CCO-Mn pe secțiunea dată în comparație cu creșterea semnificativă a valorilor CCO-Cr indică faptul că în apă sunt prezente în cantitate sporită substanțele organice greu degradabile. Această creștere a valorilor CCO-Cr este influențată de apele râului Jijia – un afluent de dreapta care se varsă în Prut în amonte de punctul de prelevare Leușeni și, de asemenea, de influența apelor uzate. Faptul acesta a fost observat și în cercetările anterioare (Ivanova, 2020; Romanescu et al., 2017).

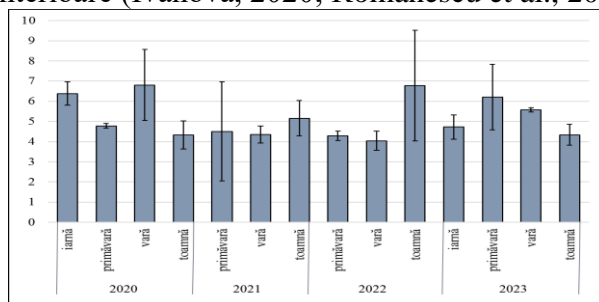


Fig. 1. Valorile medii (mg O/L) cu abaterile standard ale parametrului CCO-Mn în apele r.Prut

Capacitatea de autoepurare a ecosistemelor acvatice are o limită de rezistență. În funcție de caracteristicile proprii ale ecosistemului și de gradul de încărcare antropică, procesele de autoepurare din diferite corpuri de apă se realizează în ritmuri diferite. În condiții de poluare constantă și de depășire a limitei de rezistență, mecanismele de regenerare a ecosistemului sunt distruse, autoepurarea se oprește și ecosistemul „moare”.

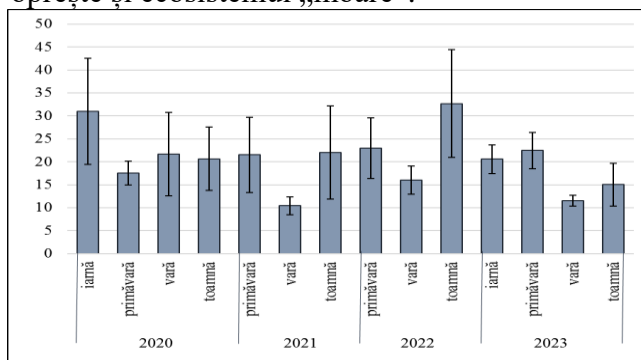


Fig. 2. Valorile medii (mg O/L) cu abaterile standard ale parametrului CCO-Cr în apele r. Prut

Deși se depun multe eforturi pentru a găsi noi metode de determinare credibilă a poluării organice în ecosistemele acvatice, parametrii CBO și CCO sunt încă utilizați pe scară largă în sistemele de clasificare a apelor de suprafață (Tabelul 1).

Tab. 1. Cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață (Regulamentul, 2013)

Parametru/ Index	Unități de măsură	Clasa I (foarte bună)	Clasa II (bună)	Clasa III (moderat poluată)	Clasa IV (poluată)	Clasa V (foarte poluată)
CBO ₅	mg O/L	3	5	6	7	>7
CCO-Mn	mg O/L	<5	7	15	20	>20
CCO-Cr	mg O/L	<10	15	30	90	>90

Astfel, vom calcula limitele indexului:

CCO-Cr/CBO ₅	-	3,3	3,0	5,0	12,9	>12,9
CBO ₅ /CCO-Cr	-	0,3	0,3	0,2	0,1	< 0,1
CCO-Mn/CCO-Cr	-	0,5	0,5	0,5	0,2	< 0,2

Parametrul CBO₅ este un indicator al poluării organice biodegradabile, iar la determinarea CCO are loc oxidarea chimică a majorității compușilor organici ce se conțin în proba analizată. Raportul dintre parametrii CCO și CBO₅ arată cât de eficient va fi procesul de autoepurare a corpului de apă sau procesul de tratare biologică a apelor uzate (Bourgeois et al., 2001).

În apa r. Prut, valorile CCO-Cr depășesc valorile CBO₅, ceea ce înseamnă că există o încărcătură antropogenă semnificativă asupra ecosistemului care se răsfrânge asupra eficienței procesului de autoepurare. Tabelul 2 prezintă rezultatele prelucrării statistice a datelor pentru perioada analizată. Rezultatele evidențiază prezența poluanților greu degradabili în cursul inferior al râului Prut, întrucât cele mai mari valori ale indicelui CCO-Cr/CBO₅ au fost obținute pentru tronsonul Leușeni – Giurgiulești.

Tab. 2. Variabilitatea sezonieră a indexurilor regimului de oxigen al r. Prut, media interanuală (2020-2023)

Indexul	Primăvara	Vara	Toamna
CCO-Cr/CBO ₅	15,2±5,1	12,0±5,0	23,6±15,8
CBO ₅ /CCO-Cr	0,076±0,034	0,094±0,029	0,059±0,036

Indexul CBO₅/CCO-Cr permite, de asemenea, presupunerea naturii materiei organice în apa analizată: în cazul predominării compușilor humici persistenți colorați, acesta depășește 0,5 (50%). Dacă materia organică constă predominant din compuși proaspăt formați, acest raport este, de obicei, mai mic de 50%. Pentru tronsonul r. Prut luat în considerare (Costești – Giurgiulești), acest raport a variat de la 1 până la 19%. Cele mai mari valori ale indicelui au fost obținute pentru tronsonul Cahul – Giurgiulești în primăvara anului 2021. Se mai poate adăuga că indicele CCO-Mn/CCO-Cr a variat în intervalul 0,6-0,1 ceea ce, de asemenea, indică prezența unor substanțe organice ușor degradabile (indicator de poluare proaspătă și permanentă) și substanțe greu degradabile în apa Prutului.

Capacitatea de autoepurare este o proprietate naturală a ecosistemului acvatic care determină procesele de migrație a substanțelor organice și cele producțional-destrucționale. Nivelul de biodegradare demonstrează eficacitatea de descompunere și oxidare a substanțelor organice. Valorile mari ale CBO₅ denotă prezența substanțelor organice biodegradabile (Jurminscaia et al., 2020). Trebuie de menționat că valorile medii ale CBO₅ pe parcursul perioadei de studiu au constituit 1,3±0,54 mg O/L cu valori minime de 0,4 mg O/L înregistrate la stația Braniște și valori maxime de 2,9 mg O/L obținute pentru stația Costești.

Indexul CBO₅/CCO-Cr este adesea folosit pentru a evalua eficiența epurării biologice a apelor uzate industriale: dacă valoarea indicelui este > 0,2, tratarea biologică poate fi eficientă. Pe de altă parte, calcularea indexului CBO₅/CCO-Cr pentru un corp de apă permite evaluarea capacității de autopurificare (ICA) la diferite secțiuni ale râului. O valoare mai mare a indexului caracterizează un potențial mai mare de autopurificare a ecosistemului acvatic. O analiză comparativă a indexului CBO₅/CCO-Cr a fost efectuată pe baza rezultatelor monitoringului r. Prut în perioada anilor 2020 – 2023 (Figura 3).

Valoarea indexului ICA pentru tronsonul considerat al Prutului a variat de la 0,014 până la 0,186, ceea ce denotă eficiența scăzută a procesului de autoepurare. Condiții mai favorabile (ICA ≥ 0,15) pentru acest proces au fost în 2021 la stațiile Braniște și Cahul primăvara, Costești și Cășlița-Prut vara, și la stația Sculeni toamna. Valorile medii interanuale (2020-2023) ale indexului ICA în probele din r. Prut sunt prezentate în Tabelul 2.

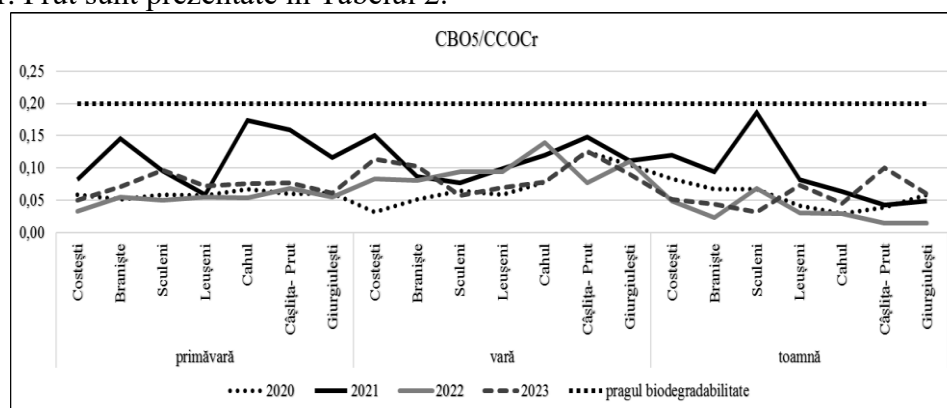


Fig. 3. Analiza comparativă a indicelui de autoepurare în apa r.Prut

Calitatea apei r. Prut estimată pe baza parametrului CCO-Mn pentru perioada analizată conform *Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață* (Tabelul 1) a corespuns claselor I (foarte bună) și II (bună). Calitatea apei r. Prut estimată pe baza parametrului CCO-Cr a corespuns claselor II (bună) și III (moderat poluată).

În probele de toamnă din 2021 și 2022, apa din tronsonul Leușeni – Giurgiulești a fost clasificată ca fiind poluată (clasa de calitate IV). Se presupune că valorile înalte ale parametrului CCO-Cr sunt condiționate de faptul că, în timpul secetelor hidrologice, volumul apei Prutului este insuficient pentru a dilua apele r. Jijia și apele reziduale evacuate în râu.

CONCLUZII

Evaluarea principalilor indicatori ai regimului de oxigen al râului Prut în condițiile actuale de schimbare climatică și încărcare antropică a arătat că parametrul CCO-Mn este destul de stabil. Valorile lui au variat nesemnificativ în anii 2020-2023, alcătuind în medie $5,2 \pm 1,5$ mg O/L. Variabilitatea parametrului CCO-Cr este mai pronunțată și constituie în medie $20 \pm 8,8$ mg O/L. Raportul dintre valorile CCO-Cr și CBO_5 indică predominarea în râu a poluanților organici greu degradabili asupra celor biodegradabili. Indexul capacității de autoepurare a râului a fost stabilit ca fiind scăzut ($\text{ICA} < 0,2$). Indexul CCO-Mn/CCO-Cr a variat în intervalul 0,6-0,1 ceea ce indică prezența în apa r. Prut a substanțelor organice proaspăt formate ușor și greu degradabile. Conform cerințelor de calitate pentru apele de suprafață, apa din r. Prut în perioada analizată a fost atribuită clasei de calitate II (bună) în baza parametrului CCO-Mn și claselor de calitate II și III (bună – moderat poluată) – în baza parametrului CCO-Cr, cu unele excepții, când apa era clasificată ca poluată și atribuită la clasa IV.

Investigațiile sunt realizate în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor – AQUABIO (Program de Stat 2020-2023).

REFERINȚE

1. BOURGEOIS, W.; BURGESS, J.; STUETZ, R. On-line monitoring of wastewater quality a review. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 2001, 76(4), 337 – 348.
2. IVANOVA, A. Consumul chimic de oxigen în apele râului Prut. În: Modificări funcționale ale ecosistemelor acvatice în contextul impactului antropic și al schimbărilor climatice. Chișinău, 2020, pp. 24 - 27. DOI: 10.53937/9789975151979.05
3. JURMINSCAIA, O.; BAGRIN, N.; ZUBCOV, E. Evaluarea schimbărilor componenței chimice și calității apei în bazinul hidrografic al fluviului Nistru. În: Modificări funcționale ale ecosistemelor acvatice în contextul impactului antropic și al schimbărilor climatice. Chișinău, 2020, pp. 10 - 16. DOI: 10.53937/9789975151979.02
4. ROMANESCU, G.; PASCAL, M.; PINTILIE, M.; STOLERIU, C.; SANDU, I.; MOISII, M. Water quality analysis in wetlands freshwater: common floodplain of Jijia-Prut Rivers. Rev. Chim. 68(3), Bucharest, 2017, pp. 553 - 561.
5. REGULAMENTUL cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață. HG RM nr. 890 din 12.11.2013. În: Monitorul Oficial nr. 262 – 267, 22 noiembrie 2013.
6. SCHWARZENBACH, R.; EGLI, T.; HOFSTETTER, T.; VON GUNTEN, U.; WEHRLI, B. Global water pollution and human health. Annual review of environment and resources, 35, 2010, pp. 109 - 136.

IONII PRINCIPALI ÎN APELE FLUVIULUI NISTRU

Nina BAGRIN*, Elena ZUBCOV

*autor corespondent: nina.bagrins327@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie

Rezumat

Lucrarea include rezultatele cercetării ionilor principali (hidrocarbonați și carbonați - $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$, sulfați - SO_4^{2-} , cloruri - Cl^- , calciu - Ca^{2+} , magneziu - Mg^{2+} , sodiu - Na^+ , potasiu - K^+) în apele fl. Nistru (Naslavcea, Vălcineț, Soroca, Camenca, Erjova, Goieni, Cocieri, Vadul lui Vodă, Varnița, Palanca) și a mineralizării acestora în anii 2020-2023.

Cuvinte-cheie: *ioni principali, mineralizare, calitatea apei, fluviul Nistru*

INTRODUCERE

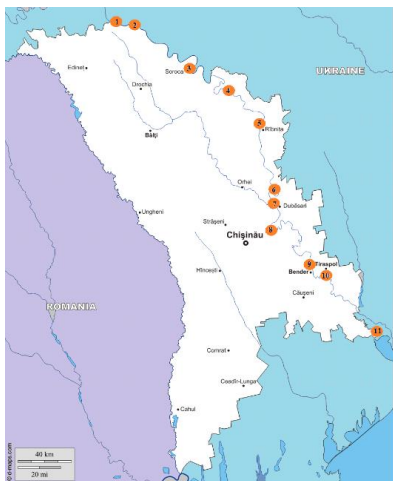
Monitorizarea calității apelor fluviale este o sarcină importantă și strâns legată atât de evaluarea stării ecologice, cât și de studiul legităților naturale în dinamica compoziției chimice a apelor de suprafață. Formarea compoziției chimice a apelor curgătoare este influențată în mod semnificativ de parametrii fizico-geografici, îndeosebi, de volumul și regimul scurgerii apelor, precipitațiilor atmosferice, regimul termic, componența rocilor muntoase, a solului, și de apele subterane provenite din bazinul hidrografic. Este bine cunoscut că ionii principali și, ca urmare, mineralizarea apelor de suprafață, sunt într-o dependență funcțională și de factorii tehnogeni, precum utilizarea irațională a resurselor acvatice, deversarea apelor reziduale, diminuarea zonelor de protecție a râurilor și a suprafeței pădurilor, exploatarea râurilor în scopuri energetice, inclusiv îndiguirea albiei râurilor și construirea lacurilor de acumulare.

Prin urmare, schimbările ecologice în apele curgătoare de suprafață, asociate cu diversitatea condițiilor naturale ale bazinului hidrografic, în combinație cu impactul antropogen, determină conținutul și diferențele spațiale în compoziția și distribuția ionilor principali, conținutul de materie organică și elemente biogene.

Scopul cercetărilor a constat în aprecierea dinamicii sezoniere a concentrațiilor ionilor principali și a raportului dintre aceștia în apele fluviului Nistru în anii 2020-2023, plini de extreme – de la secetă hidrologică până la inundații puternice și invers.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările privind compoziția chimică a apei fluviului Nistru au fost efectuate în anii 2020-2023 în perioada de iarnă (cu excepția anului 2022) și în timpul sezoanelor de vegetație. De regulă, rețeaua de prelevare a fost constituită din stația Naslavcea, situată în aval de barajul de acumulare al hidrocentralei CHE 2 a Complexului Hidroenergetic Nistrean (CHEN), stațiile Vălcineț, Soroca, Camenca, Erjova, Goieni, Cocieri, Vadul lui Vodă, Varnița și Palanca (Figura 1). În perioada de prelevare, au fost colectate în total peste 140 de probe de apă.



Nr	Punct de prelevare	prescurtare	Latitudine (N)	Longitudine (E)
1	Naslavcea	N	48°29'13"	27°34'30"
2	Vălcineț	V	48°26'75"	27°41'85"
3	Soroca	S	48°08'35"	28°18'13"
4	Camenca	C	48°00'45"	28°42'17"
5	Erjova	E	47°50'10"	29°01'17"
6	Goieni	G	47°22'28"	29°09'12"
7	Cocieri	Co	47°16'58"	29°07'31"
8	Vadul lui Vodă	V-V	47°05'19"	29°05'22"
9	Varnița	Va	46°52'53"	29°28'59"
10	Palanca	P	46°24'62"	30°07'92"

Fig. 1. Puncte de prelevarea a eşantioanelor de apă din fl. Nistru, 2020-2023

Colectarea și prelucrarea probelor hidrochimice a fost efectuată utilizând metode și standarde ISO acceptate în hidrochimie [1, 2], precum și echipamente de laborator staționare și portabile.

Concentrațiile ionilor de hidrogen (pH) și oxigenul dizolvat au fost determinate în condiții de câmp, cu ajutorul echipamentului special portativ (Consort C5030 (UK) și Analysenmesstechnik GmbH MS08 (Germania), corespunzător.

Metodele titrimetrice au fost folosite pentru determinarea ionilor principali (hidrocarbonați, cloruri, calciu) și a durtății, ca suma ionilor de calciu și magneziu în condiții de laborator, cu utilizarea biuretelor automate Pellet și digitale Solarus. Metoda gravimetrică a servit ca bază pentru stabilirea concentrației sulfatilor. În cazul ionilor de magneziu, sodiu și potasiu a fost folosită metoda de calcul. Datele obținute au fost prelucrate prin programele Statistica-10 și Excel-10.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În perioada de studiu, cea mai largă gamă de temperaturi ale apei a fost observată primăvara (6,1-15,1°C) și vara (11,8-23,0°C). În sectorul în aval de Naslavcea temperatura apei nu corespunde temperaturilor favorabile sezoniere pentru decurgerea proceselor de oxido-reducere, biochimice, cât și pentru ritmul de creștere și reproducere a hidrobionților, fiind mai joasă vara cu 10-12°C comparativ cu valorile temperaturii mai jos pe cursul fluviului, din cauza poluării termice provocate de funcționarea CHEN în perioada estivală, și mai înaltă toamna-iarna și primăvara [3].

Reacția activă a concentrației ionilor de hidrogen (pH) depinde de procesele de fotosinteză a algelor acvatice și de respirație a hidrobionților, sau de nivelul de saturație a apei cu oxigen dizolvat, conținutul de dioxid de carbon și temperatura apei și, nu în ultimul rând, de echilibrul între ionii de hidrocarbonați-carbonați-calciu și sulfati-magneziu. Valoarea pH-ului în Nistru a variat de la 7,52 la 9,21, iar valoarea medie a constituit 8,28, ceea ce indică faptul că apele fluviului aparțin apelor alcaline. Un pH ridicat a fost observat în lacul de baraj la Goieni în timpul perioadei de „înflorire” a apei sau de dezvoltare abundentă a fitoplanctonului (iunie 2022) și care s-a reflectat asupra conținutului de dioxid de carbon și a echilibrului între hidrocarbonați-carbonați-calciu.

Concentrația oxigenului în ecosistemele acvatice depinde de mai mulți factori, inclusiv de temperatura apei, intensitatea proceselor de fotosinteză, de oxidare-reducere, descompunere a substanțelor, de nivelul de troficitate, parametrii hidrologici ai ecosistemelor acvatice ș.a. În perioada cercetărilor, conținutul de oxigen dizolvat în apă fl. Nistru a oscilat între 4,45 și 12,54 mg/L. Dinamica sezonieră naturală a concentrației de oxigen în Nistru nu este pronunțată, fapt argumentat, pe de o parte, de schimbările climatice, exprimate prin seceta hidrologică care a fost evidentă nu numai în perioada estivală, dar și în restul anotimpurilor, și precipitațiile abundente, iar pe de altă parte, de impactul uman, manifestat de construcțiile hidroenergetice (CHEN) [4],

deversarea apelor menajere și industriale insuficient epurate (Soroca, Varnița), pătrunderea apelor pluviale de pe câmpurile agricole și teritoriile urbanizate.

În ceea ce privește ionii principali, printre anioni au predominat hidrocarbonații și carbonații, iar printre cationi – ionii de calciu.

Pe cursul fl. Nistru, de la Naslavcea până la Palanca, nu a fost observată o dinamică evidentă de creștere a conținutului ionilor principali (Figura 2).

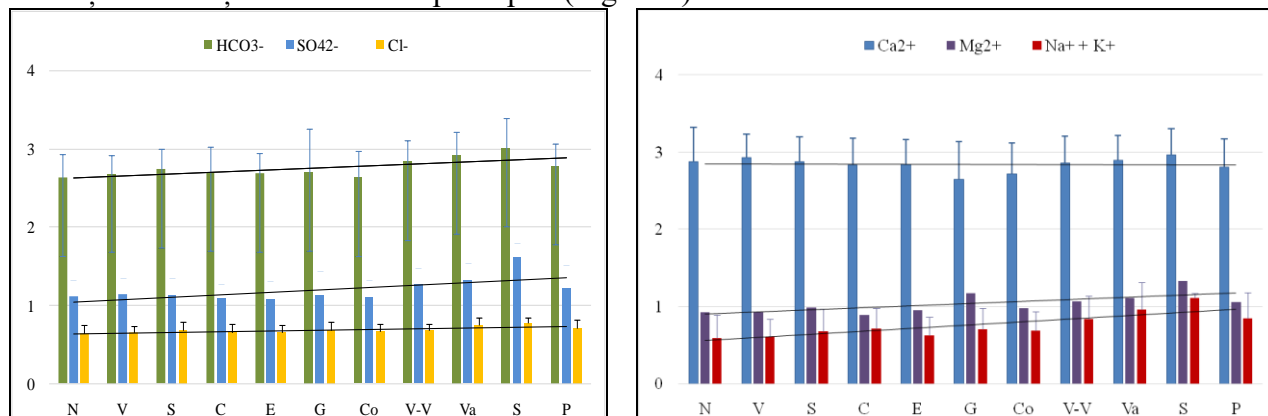


Fig. 2. Dinamica spațială a valorilor medii ale ionilor principali în apele fl. Nistru, mmol/L, anii 2020-2023

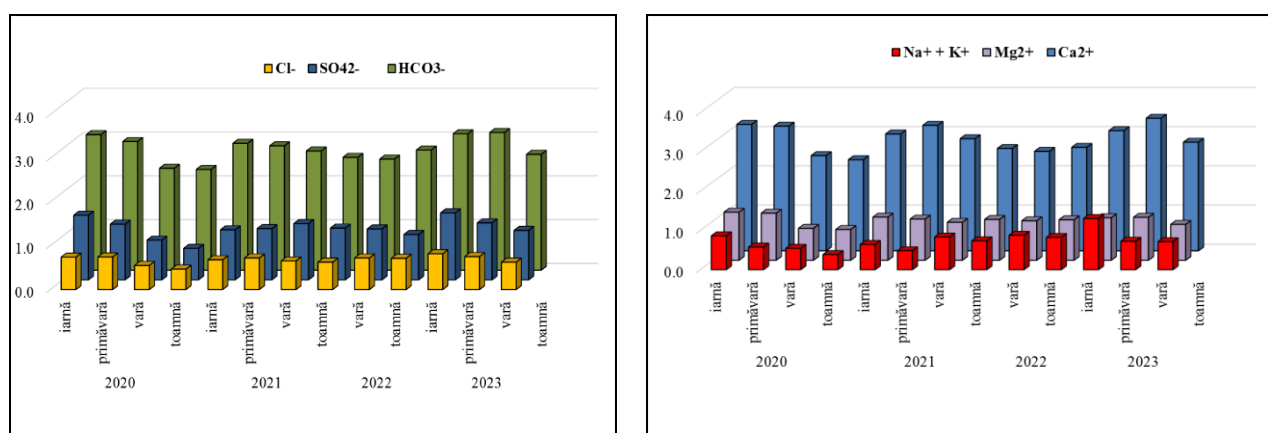


Fig. 3. Dinamica sezonieră a ionilor principali în apele fl. Nistru, mmol/L, anii 2020-2023

Dinamica pe anotimpuri în perioada anilor 2020-2023 nu a fost una evidentă: în anii 2020 și 2021 în perioada de iarnă au fost înregistrate cele mai mari concentrații, fiind vizibil mai mici toamna; în anul 2022 – și mai complicat: unele maxime au fost primăvara, toamna, altele – vara. În anul 2023 primăvara au fost înregistrate concentrații maxime și toamna – cele minime (Figura 3).

Dinamica ionilor principali în ecosistemele fluviale este determinată de factorii fizico-geografici (landșafatul, nivelul de împădurire, de urbanizare a bazinului hidrografic, intensitatea proceselor de eroziune, caracterul și volumul precipitațiilor atmosferice, componența rocilor, solurilor, apelor freatice) și hidrologici (regimul termic și condițiile climaterice, caracteristicile viiturilor și etiajului, volumul, viteza, transparența apei, cantitatea și caracteristicile suspensiilor solide și aluviului). Acești indicatori sunt determinanți în dinamica și coraportul celor mai stabile componente ale apelor naturale, la care și se referă ionii principali. Apele fl. Nistru, în majoritatea lor, sunt hidrogen-carbonate de calciu, ceea ce înseamnă dominanța ionilor de carbonați, hidrocarbonați și calciu în componența mineralizării apei.

Investigațiile din ultimii 4 ani privind concentrațiile ionilor de calciu, magneziu și sodiu, potasiu în apele fl. Nistru ne-a permis să constatăm că: ponderea calciului în suma cationilor este 48,10 – 74,30%, magneziului – 14,26 – 34,54% și 3,59 – 29,92% a sodiului și potasiului; ponderea carbonaților și hidrocarbonaților în suma cationilor este 51,02 – 71,21%, sulfatilor – 15,17- 30,69% și 12,53–21,57% a clorurilor (Figura 4).

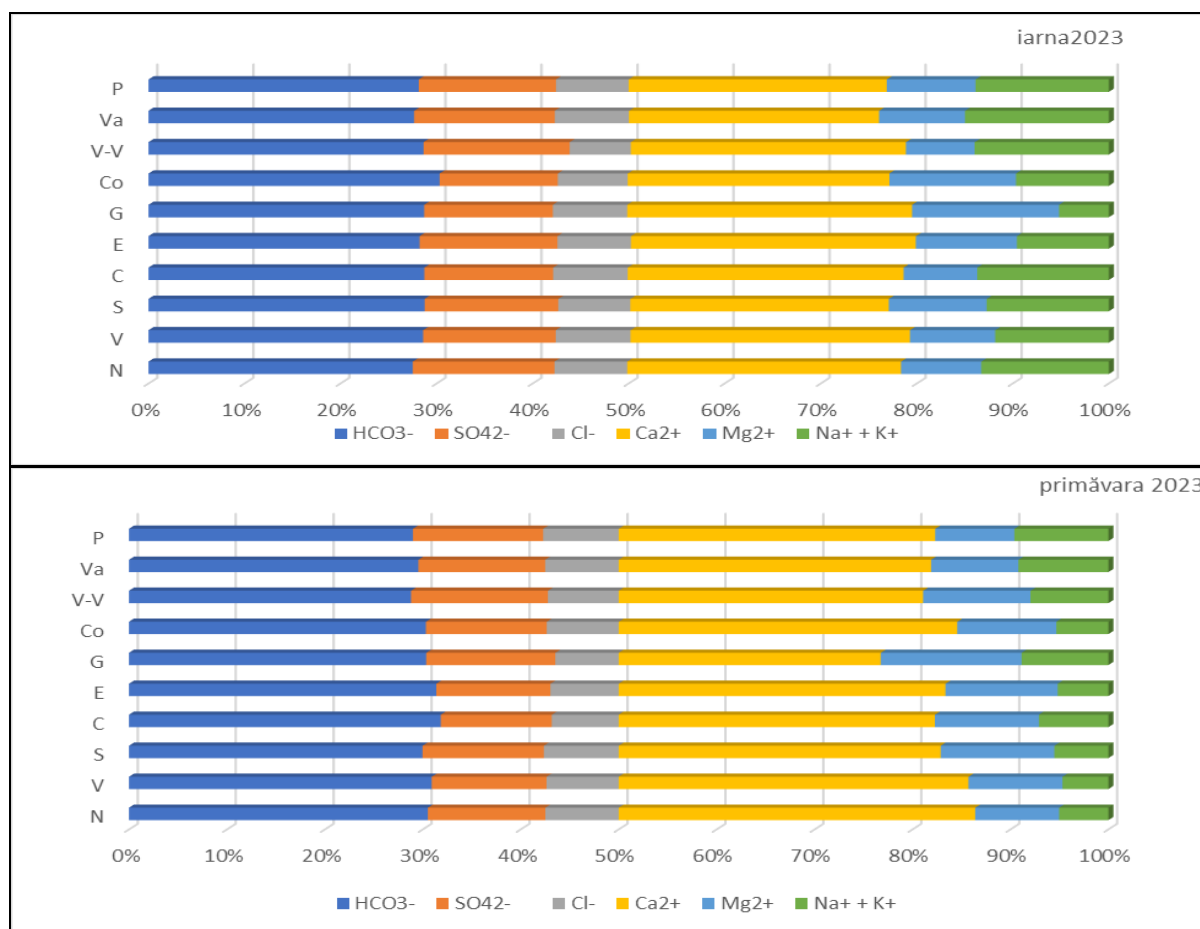


Fig. 4. Raportul între anioni și cationi, iarna și primăvara 2023

Schimbarea raportului dintre cationi denotă creșterea ponderii de alimentare a fl. Nistru cu resurse de ape freatice.

Pentru aprecierea raportului dintre cationi și anioni în apele Nistrului, au fost calculați coeficienții de corelație în mmol/L. Rezultatele demonstrează o descreștere a gradului de corelație între anionii și cationii principali: ionii de calciu și carbonați > ionii de sulfatați și cloruri > sodiu+potasiu și sulfatați, carbonați și sulfatați > sodiu+potasiu și cloruri > magneziu și cloruri (Tabelul 1).

Tab. 1. Corelația între anionii și cationii principali în apele fl. Nistru

	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺
HCO ₃ ⁻	1	0,75	0,73	0,82	0,58	0,55
SO ₄ ²⁻		1	0,81	0,62	0,58	0,75
Cl ⁻			1	0,59	0,60	0,65
Ca ²⁺				1	0,30	0,17
Mg ²⁺					1	0,28
Na ⁺ + K ⁺						1

Este cunoscut faptul că în condițiile fizico-geografice ale bazinului hidrografic al fl. Nistru între valorile mineralizării și debitul sau volumul apei în râuri există o corelație opusă, mineralizarea având valori maxime în perioada de etiaj și minime în timpul apelor mari de primăvară și a viiturilor provocate de precipitații abundente în perioada de vară-toamnă.

Între valorile mineralizării și debitul apei în fl. Nistru a fost stabilită o corelație inversă puternică ($r = -0,90$). După darea în exploatare a hidrocentralei Dubăsari, această corelație în Nistrul inferior s-a micșorat vizibil ($r = -0,63$) [5], dar, după darea în exploatare a CHEN, între valorile

mineralizării și debitul apei în fl. Nistru nu mai există nici o corelare, nu există nici o dinamică sezonieră clară din cauza dereglării regimului hidrologic.

În perioada anilor 2020-2023 nu a fost observată dinamica sezonieră clasică a ionilor principali și a mineralizării apei în fluviu. Ca exemplu, valorile maxime au fost înregistrate în iarna 2023 și minime – în vara-toamna 2020 și practic fără schimbări – în anii 2021-2022 (Figura 5).

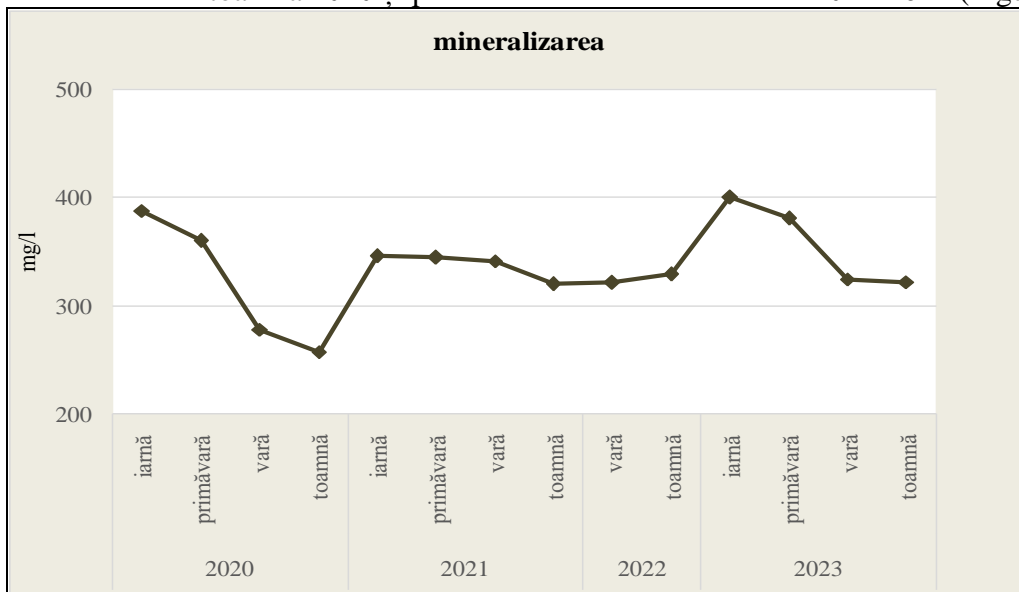


Fig. 5. Dinamica zonieră a mineralizării (valori medii pe cursul râului) în fl. Nistru, aa. 2020-2023

Valoarea maximă a mineralizării (456,8 mg/L) a fost înregistrată în primăvara 2023 la Goieni, cea minimă (219,7 mg/L) – în vara 2020 la Naslavcea.

Rezultatele obținute au demonstrat o tendință nesemnificativă de creștere a mineralizării în fl. Nistru în perioada 2020-2023 (Figura 6). Ar trebui remarcat faptul că salturile mineralizării în iarna 2023 și cazul de la Goieni din primăvara 2023 sunt în limitele celor din iarna anului 2020 la Naslavcea.

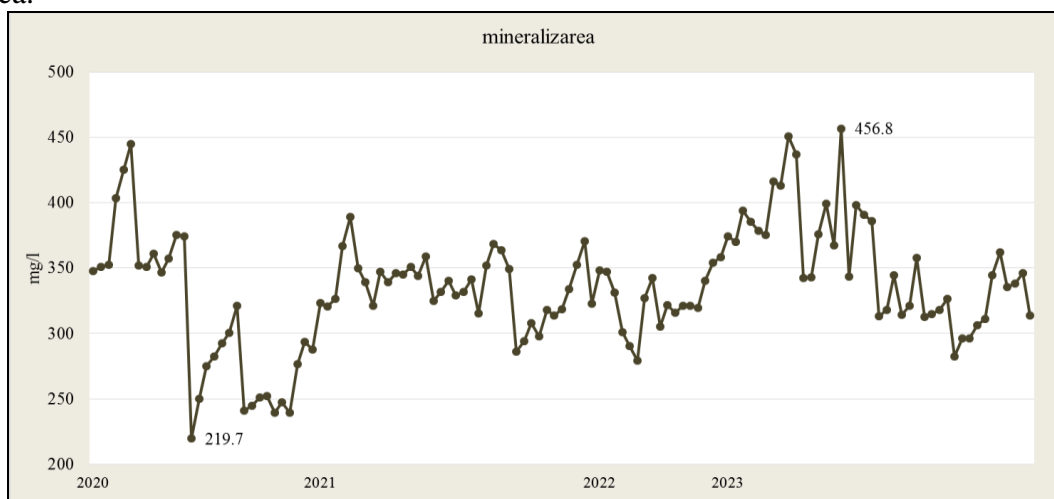


Fig.6. Mineralizarea în apele fl. Nistru, anii 2020-2023

Între valorile mineralizării și cele ale ionilor principali există o dependență vizibilă (Figura 7).

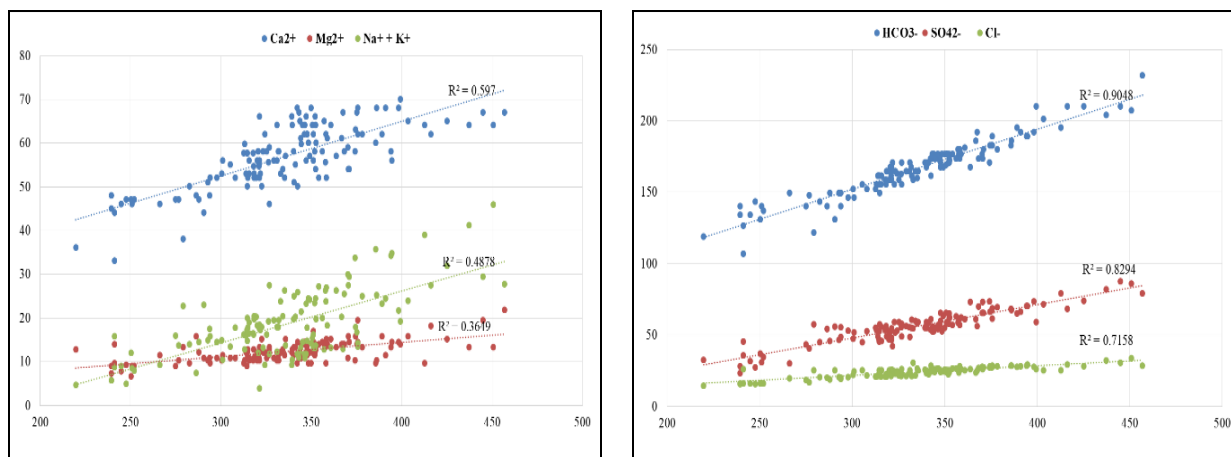


Fig 7. Corelația între concentrațiile ionilor principali și mineralizarea apei în fl. Nistru, anii 2020-2023

CONCLUZII

Apele fl. Nistru, după mărimea mineralizării, sunt caracterizate ca ape dulci și pot fi utilizate pentru potabilizare, acvacultură și irigare. Conform Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului [6], apa fluviului corespunde apelor de calitate foarte bună (cu mineralizarea de până la 500 mg/L).

Lucrarea este realizată în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 *Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor – AQUABIO (Program de Stat 2020-2023) și proiectelor BSB27 și BSB165 (Programul Operațional Comun „Bazinul Mării Negre 2014-2020”, finanțat de Uniunea Europeană).*

REFERINȚE

1. SM SR ISO 5667-4:2007 Calitatea apei. Prelevare. Partea 4: Ghid de prelevare a apelor din lacuri naturale și artificiale
2. Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice. Îndrumar metodic., Chișinău: Elan poligraf, 2015. 80 p.
3. ZUBCOV, E.; UNGUREANU, L.; BILEȚCHI, L.; BAGRIN, N.; ANDREEV, N.; ZUBCOV, N.; ENE, A.; JURMINSCAIA, O.; CIORNEA, V.; ȘUBERNEȚKII, I. Modificările ecosistemelor acvatice și indicatorii ecologici de monitorizare a impactului complexelor hidroenergetice asupra ecosistemelor acvatice transfrontaliere. In: *Ghid metodologic pentru monitorizarea impactului hidroenergetic asupra ecosistemelor fluviale transfrontaliere*, Chișinău: 2021, pp. 6-20. ISBN 978-9975-157-80-3
4. Ghid metodologic pentru monitorizarea impactului hidroenergetic asupra ecosistemelor fluviale transfrontaliere / BSB165-HydroEcoNex, Programul Operațional Comun Bazinul Mării Negre, Institute of Zoology, Republic of Moldova, Center of Research of Hydrobiocenoses; editori: Elena Zubcov, Lucia Bilețchi. – Chișinău: S. n., 2021 (F.E.-P. „Tipografia Centrală”), 80 p. ISBN 978-9975-157-80-3
5. Экосистема нижнего Днестра в условиях усиленного антропогенного воздействия. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 259 с.
6. Regulament cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață . Hotărâre Guvernului RM, nr. 890 din 12.11.2013. Monitorul Oficial Nr. 262-267 art. Nr : 1006 din 22.11.2013

CZU 574.58(478:282):577.32

DOI: <https://doi.org/10.53937/sea2023.04>

INFLUENȚA SUBSTANȚELOR BIOGENE ASUPRA ECOSISTEMULUI RÂULUI PRUT ȘI FLUVIULUI NISTRU PE PARCURSUL ANILOR 2020-2023

Petru Ciorba

ciorba.petru1992@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie

Rezumat

În articolul dat sunt prezente rezultatele studierii conținutului compușilor azotului mineral (ioni de amoniu, nitriți și nitrați) și fosforului mineral în anii 2020 - 2023 din r. Prut sectorul Braniște-Giurgiulești și fl. Nistru. în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 “Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor” – AQUABIO (Programul de Stat 2020-2023). În cadrul studiului este examinată dinamica sezonieră și multianuală a acestor parametri în perioada de iarnă-primăvară-vară-toamna.

Cuvinte-cheie: *compuși ai azotului, ioni de amoniu, nitriți, nitrați, fosfor mineral, clase de calitate*

INTRODUCERE

Substanțele biogene (nitrații, nitriții, ionii de amoniu, fosfor mineral, siliciul etc.) au rol esențial în dezvoltarea tuturor organismelor acvatice. În ecosistemele acvatice (fl. Nistru și r. Prut) pătrund pe cale naturală în cantități ne semnificative, cea mai mare cantitate pătrunzând ca urmare a activităților antropice (utilizarea îngrășămintelor în agricultură și acvacultură, deversarea apelor menajere). Atunci când concentrațiile lor sunt mici, reprezintă factori limitativi pentru dezvoltarea organismelor acvatice și al intensității proceselor producțional-destrucționale ale producătorilor primari de hidrobionți și a diferitor grupe de microorganisme acvatice. Dar când concentrațiile ating valori ridicate, devin substanțe poluante și toxice, cu efecte negative asupra dezvoltării organismelor acvatice, cât și a calității apei.

O problemă ecologică stridentă este procesul de eutrofizare al ecosistemelor acvatice, ca urmare al impactului antropic global tot mai evidențiat asupra ecosistemelor acvatice, prin deversarea unor cantități mari de elemente biogene ce duc la sporirea cantității lor sau la schimbarea raportului între diferite elemente biogene. În rezultat are loc destabilizarea mecanismelor de funcționare a hidrobiocenozelor diminuarea biodiversității, intensificarea proceselor de poluare secundară, dezvoltarea abundentă a algelor și eliminarea de către ele a substanțelor toxice, diminuarea conținutului de oxigen dizolvat.

Problema eutrofizării este caracteristică de asemenea și ecosistemelor fl. Nistru și r. Prut [4]. Fl Nistru fiind mai afectat în ultima perioadă, observându-se dezvoltarea abundentă a macrofitelor în unele sectoare.

De aceea monitorizarea permanentă a ecosistemelor acvatice poate permite identificarea la timp a riscurilor ce pot influența negativ ecosistemele acvatice, pentru a elabora și implementa măsurile necesare pentru ameliorarea situației.

MATERIALE ȘI METODE

Probele de apă au fost colectate din fl. Nistru în punctele Naslavcea, Otaci, Soroca, Camenca, Erjova, Goieni, Cocieri, Vadul lui Vodă, Varnița, Palanca și din r. Prut în punctele Braniște, Sculeni, Leușeni, Cahul, Cîșlița-Prut și Giurgiulești, pe parcursul anilor 2020-2024 în diferite sezoane.

Conținutul ionilor de amoniu nitriți, nitrați și fosforului mineral a fost determinat prin metoda spectrofotometrică [2]

Conținutul fosforului total a fost determinat prin metoda emisie atomică cu plasmă cuplată [6].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele obținute în perioada investigată, demonstrează că, raportul atât multianual cât și cel sezonier al azotului mineral în r. Prut este determinat în cea mai mare parte de conținutul nitraților, care a reprezentat 55-99% din conținutul total al azotului mineral iarna și primăvara în anii studiați (Figura 1), fapt ce confirmă acumularea lor în perioada rece a anilor - nefavorabilă dezvoltării plantelor. În vara anilor 2020-2021, se observă o micșorare a concentrațiilor de nitrați și sporirea nivelului de ioni de amoniu, ca rezultat al dezvoltării plantelor, iar spre toamnă observându-se un proces invers, procentul nitraților din conținutul total fiind în creștere.

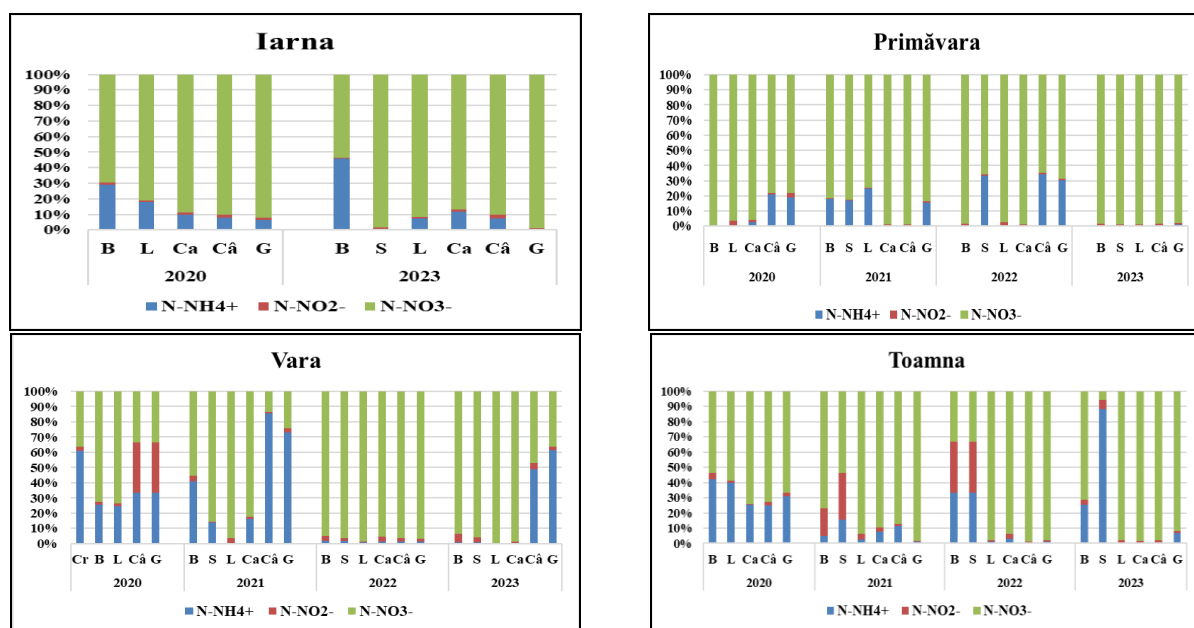


Fig. 1. Raportul conținutului de azot mineral ($N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$), în apele r. Prut, (B-Braniște, S-Sculeni, L-Leușeni, Ca-Cahul, Câ-Cișlița-Prut, G-Giurgiuilești)

Spre deosebire de anii 2020-2021, în anii 2022-2023, dinamica sezonieră este slab pronunțată. Ponderea nitraților a reprezentat de la 65-99%. Doar în vara anului 2023, în punctele Câșlița-Prut și Giurgiuilești, și toamna anului 2023, în punctul Sculeni au predominat ionii de amoniu. În dinamica multianuală (anii 2020, 2021, 2023) a fost observat în perioada de vară la Cișlița Prut și Giurgiuilești micșorarea ponderii nitraților în raportul total la 15-45%. Aceeași situație, s-a observat toamna, pe parcursul anilor 2020-2023, în punctele Braniște și Sculeni.

În fl. Nistru, iarna și primăvara (Figura 2) în anii 2020, 2021 și 2023 în raportul azotului mineral, la fel ca și în r. Prut, au predominat nitrații. Iarna procentul lor a reprezentat 52-99%, iar primăvara 62-99%.

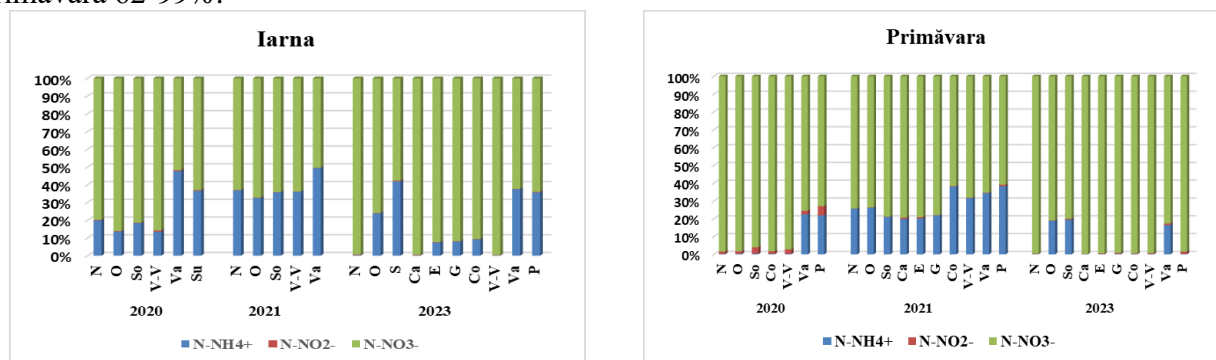


Fig. 2. Raportul conținutului de azot mineral ($N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$) în apele fl. Nistru, (N- Naslavcea, O- Otaci, S-Sorocea, Ca-Camenca, E-Erjova, G-Goieni, Co-Cocieri, V-V- Vadul lui Voda, Va-Varnița, Su-Sucleia, P-Palanca)

În vara anului 2020 (Figura 3), doar în punctul Cocieri a fost observată o micșorare a ponderii nitraților în raportul azotului mineral. În perioada de vară în anii 2021, 2022 și 2023 s-a observat o tendință de micșorare a ponderii nitraților în comparație cu primăvara, în punctele Soroca și Varnița în mediu cu 20%, de asemenea modificări esențiale s-au observat în anul 2022 la Goieni și în anul 2023 la Camenca. În dinamica multianuală în perioada de vară, s-a observat tendința de micșorare a cantității ionilor de amoniu în punctul Cocieri, iar în punctul Varnița aportul ionilor de amoniu menținându-se între 30-60%.

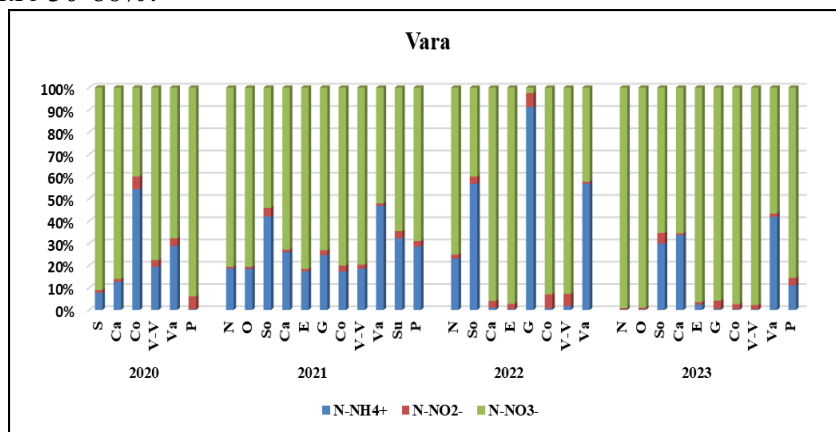


Fig. 3. Raportul conținutului de azot mineral (N-NH₄⁺, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻) în apele fl. Nistru, (N- Naslavcea, O- Otaci, S-Soroca, Ca-Camenca, E-Erjova, G-Goieni, Co-Cocieri, V-V- Vadul lui Voda, Va-Varnița, Su-Sucleia, P-Palanca)

În perioada de toamnă (Figura 4), în punctul Varnița a fost observată tendința de dominare a ionilor de amoniu pe parcursul întregii perioade investigate. În anul 2022 a reprezentat practic 99% din cantitatea totală de azot mineral determinat. În anul 2023 - 80%, iar în anii 2020-2021 circa 60%. În celelalte puncte, pe parcursul anilor 2020, 2021 este o dinamică slab evidențiată. Anii 2022 și 2023 s-au evidențiat în comparație cu anii precedenți cu mărirea aportului nutrițiilor în raportul de azot mineral. În anul 2022 în punctele Soroca, Goieni, Cocieri și Vadul lui Vodă nutriții au reprezentat circa 20-40% din conținutul total, iar în anul 2023 la Naslavcea și Palanca – 30%, Camenca – 40% și Goieni – 65%.

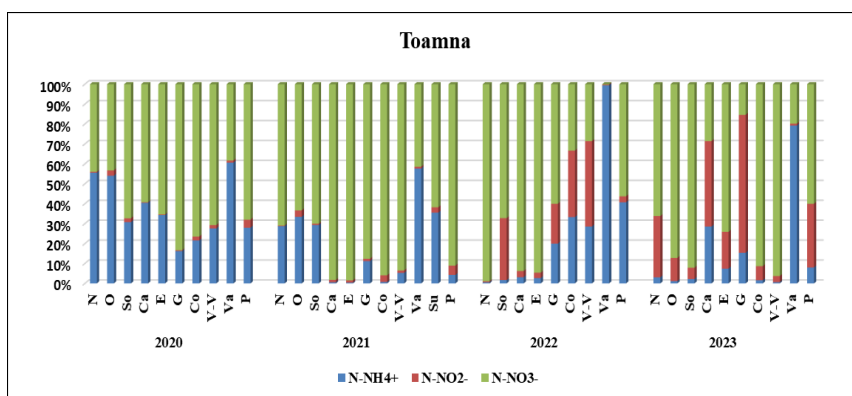


Fig. 4. Raportul conținutului de azot mineral (N-NH₄⁺, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻) în apele fl. Nistru, (N- Naslavcea, O- Otaci, S-Soroca, Ca-Camenca, E-Erjova, G-Goieni, Co-Cocieri, V-V- Vadul lui Voda, Va-Varnița, Su-Sucleia, P-Palanca)

Fosforul, fiind un element necesar vieții, conținutul excesiv în apă este un indice de poluare, ce poate provoca eutrofizarea ecosistemelor acvatice. Fosfații împreună cu nitrații stimulează creșterea algelor și macrofitelor ce duc la dezvoltarea abundentă a hidrobionților care folosesc oxigenul în procesul de respirație. De asemenea, dintre elementele biogene, fosforul mineral a

reprezentat factorul limitativ în dezvoltarea vegetației acvatice și a hidrobionților în fl. Nistru și r. Prut în toată perioada investigată. Totodată conform rezultatelor din anul 2023 s-a observat atât în r. Prut, cât și fl. Nistru că pick-urile concentrațiilor fosforului mineral și azotului mineral în mare parte se suprapun (Figura 5, 6). În fl. Nistru această tendință poate fi observată pe parcursul întregului an, în punctele Soroca și Varnița, iar în r. Prut în punctele Leușeni, Cahul și Giurgiulești.

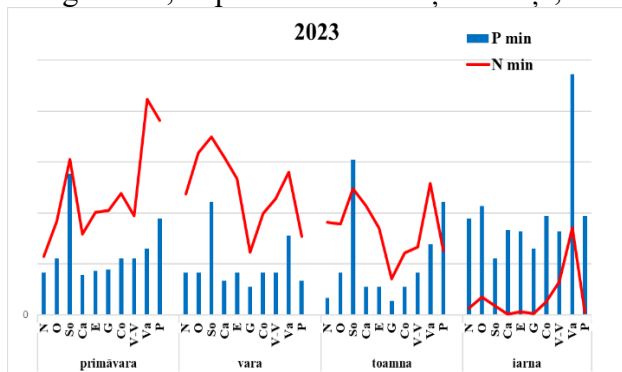


Fig. 5. Dinamica fosforului (P_{min}) și azotului mineral (N_{min}) în fl. Nistru, a. 2023

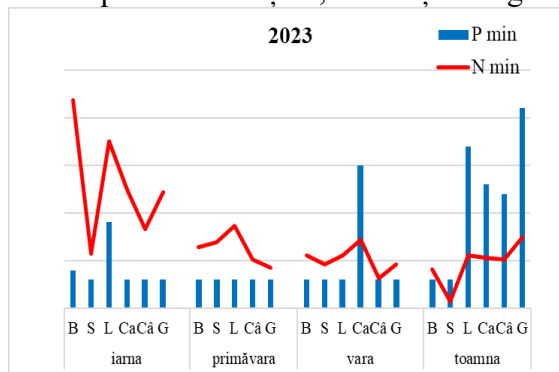


Fig. 6. Dinamica fosforului (P_{min}) și azotului mineral (N_{min}) în r. Prut, a. 2023

Conform Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață din 2013, în fl. Nistru, cantitatea ionilor de amoniu (NH_4^+) în punctele, Naslavcea, Otaci, Camenca, Erjova, Goieni, Cocieri și Vadul lui Vodă, a corespuns claselor I și II de calitate. Situația mai gravă s-a constatat la punctul de colectare Soroca, între anii 2021-2023, iarna și vara concentrațiile ionilor de amoniu s-au încadrat în clasele III și IV de calitate. De asemenea pe sectorul Nistrului inferior Varnița – Palanca, îndeosebi în punctul Varnița și Sucleia, practic în toată perioada investigată, concentrațiile ionilor de amoniu s-au încadrat între clasele III și IV de calitate, observându-se o ameliorare la Palanca. Acest fapt denotă existența unei surse de poluare persistente, care dacă se va menține pe termen lung poate aduce daune consistente ecosistemului fl. Nistru în punctele cu valori ridicate (Tabelul. 1).

În r. Prut situația a fost mai favorabilă, cantitatea ionilor de amoniu încadrându-se în clasele I și II de calitate practic în toate punctele investigate, observându-se local, sezonier, concentrații ce s-au încadrat în clasele III și IV de calitate în punctele Braniște, Sculeni, Leușeni și Cășlița-Prut, între anii 2021-2023.

Tab. 1. Calitatea apei fl. Nistru în anii 2020-2023 conform ionilor de amoniu (NH_4^+).

		Naslavcea	Otaci	Soroca	Camenca	Erjova	Goieni	Cocieri	Vadul-lui-Voda	Varnița	Sucleia	Palanca
2020	iarna	I	I	I	-	-	-	-	I	IV	III	-
	primăvara	I	I	I	-	-	-	I	I	II	-	II
	vara	-	-	I	I	-	-	I	I	II	-	I
	toamna	II	II	I	II	II	I	I	I	III	-	II
2021	iarna	II	II	III	-	-	-	-	III	IV	-	-
	primăvara	II	II	II	II	II	II	II	II	II	-	III
	vara	II	II	IV	II	II	II	II	II	IV	III	III
	toamna	I	I	I	I	I	I	I	I	III	III	I
2022	vara	II	-	IV	I	I	I	I	I	III	-	-
	toamna	I	-	I	I	I	I	I	I	IV	-	III
2023	iarna	I	II	III	I	I	I	I	I	III	-	III
	primăvara	I	II	II	I	I	I	I	I	II	-	I
	vara	I	I	II	II	I	I	I	I	III	-	I
	toamna	I	I	I	I	I	I	I	I	III	-	I

Conform aceluiași regulament, nitriții și nitrații atât în fl. Nistru, cât și r. Prut s-au încadrat în clasele I și II de calitate, în perioada investigată. Conținutul fosforului mineral atât în fl. Nistru, cât și în r. Prut, practic s-a încadrat totalmente în clasa I de calitate.

Concluzii

Pick-urile concentrațiilor fosforului și azotului mineral în fl. Nistru (Soroca și Varnița) și în r. Prut (Leușeni, Cahul și Giurgiulești), ne demonstrează prezența condițiilor prielnice pentru amplificarea procesului de eutrofizare în punctele date.

În dinamica multianuală și sezonieră a raportului formelor de azot mineral în fl. Nistru s-a observat un dezechilibru mai accentuat decât în r. Prut.

Conform claselor de calitate, s-a constatat că fl. Nistru după conținutul de ioni de amoniu este mai afectat decât r. Prut. Fapt observat în sectoarele investigate Soroca, Varnița – Palanca, ce demonstrează impactul antropic sporit asupra ecosistemului fl Nistru.

În general ecosistemele fl. Nistru și r. Prut au fost prielnice pentru dezvoltare hidrobionților. Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 “Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor” – AQUABIO (Programul de Stat 2020-2023).

REFERINȚE

1. GAZAEV H. M., JINJAKOVA L. Z., ATABIEVA F. A., ITTIEV A. B. *Existential change of the content of inorganic compounds of nitrogen in waters r. Cherek from the source to the mouth*. Izvestia, or. Nalicik, 2014, 164 pag., pag. 134-138.
2. *Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice : Îndrumar metodic*/Acad. de Științe a Moldovei, Inst. de Zoologie, Univ. Acad. de Științe a Moldovei. – Chișinău :S. n., 2015, Tipogr. „Elan Poligraf”, 84 p.
3. *Regulamentul cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață* . Hotărârea Guvernului nr. 890 din 22.11.2013 în Monitorul Oficial Nr. 262-267 art Nr : 1006
4. ZUBCOV, E. Starea actuală a fluviului Nistru. In: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”, 2012, nr. 4(27), pp. 99-102
5. CIORBA, P.; ZUBCOV, E.; BAGRIN, N.; TEODOROF, L. *Dynamics of mineral nitrogen compounds in the waters of the Dniester River*. In: Simpozionul "Modificări funcționale ale ecosistemelor acvatice în contextul impactului antropic și al schimbărilor climatice "Chișinău, Moldova, 6 noiembrie 2020, p. 21-23.
6. Ghid metodologic pentru monitorizarea impactului hidroenergetic asupra ecosistemelor fluviale transfrontaliere / BSB165-HydroEcoNex, Programul Operațional Comun Bazinul Mării Negre, Institute of Zoology, Republic of Moldova, Center of Research of Hydrobiocenoses; editori: Elena Zubcov, Lucia Bilețchi. – Chișinău: S. n., 2021 (F.E.-P. „Tipografia Centrală”), 80 p. ISBN 978-9975-157-80-3.

STUDIUL METALELOR ÎN ECOSISTEMELE ACVATICE ALE FLUVIULUI NISTRU: ABORDĂRI, EVALUĂRI, ELABORĂRI

Elena ZUBCOV*, Natalia ZUBCOV, Nina BAGRIN, Lucia BILEȚCHI,
Victor CIORNEA, Olga JURMINSKAIA, Petru CIORBA

*autor corespondent: elzucov@mail.ru

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a
Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie

Rezumat

Sunt prezentate unele rezultate privind migrația metalelor-microelemente în ecosistemele fl. Nistru în condițiile schimbărilor climaterice și activității umane, în special, ale hidroenergeticii, și legitățile stabilite de migrație a metalelor în sistemul „apă – suspensii – depuneri subacvatice” și de bioconcentrare care reprezintă unul din obiectivele fundamentale în descifrarea proceselor de funcționare a ecosistemelor acvatice.

Cuvinte-cheie: *ecosistem, fl. Nistru, metale, migrație, bioacumulare, toleranță, rezistență, hidrobionți, pești*

INTRODUCERE

În ecosistemele fluviale și lacustre metalele grele se referă la ecotoxicanți prioritari, luând în considerație potențialul lor ecotoxicologic și cancerigen. Metalele, fiind substanțe non-degradabile, persistente și având o capacitate înaltă de acumulare în mediul acvatic, în hidrobionți, inclusiv în pești, au un potențial toxic pe termen lung [1-3, 9].

Cu toate acestea, apa, suspensiile solide, măturile, organismele acvatice sunt componentele de importanță majoră ale ecosistemelor acvatice, fiind determinante în procesele de migrație, concentrare a metalelor în mediul acvatic și de bioacumulare și biomagnificare a acestora în lanțurile trofice. Ca rezultat, analiza metalelor în sistemul extrem de mobil și complicat „apă – suspensii solide – mături – hidrobionți” este un instrument sau o metodologie valoroasă pentru estimarea rolului, proceselor de migrație, bioacumulare, poluare și autoepurare, a nivelului de toxicitate a metalelor, și pentru descifrarea proceselor de funcționare a ecosistemelor acvatice. De menționat și importanța vitală a metalelor pentru metabolismul viețuitoarelor acvatice, terestre, inclusiv al omului [9].

MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

Au fost investigate eșantioane de apă, suspensii, mături, material biologic (plante, nevertebrate planctonice și bentonice, pești) colectate anual cel puțin pe anotimpuri (iarnă, primăvară, vară, toamnă), sau lunar, din ecosistemele acvatice pe cursul fl. Nistru și din afluenții lui, inclusiv din izvoarele și râurile mici din bazinul districtului fl. Nistru în limitele Republicii Moldova – de la Naslavcea până la Palanca.

Schema și metodele de cercetare utilizate corespund standardelor ISO adaptate la cele naționale. Ele sunt sistematizate în câteva ghiduri metodologice [3, 5, 8].

Nemijlocit *in situ* sau în primele 12 ore după prelevare, probele de apă au fost supuse filtrării prin filtre membranice cu diametrul porilor de 45 micrometri, pentru separarea metalelor dizolvate de cele în suspensii solide. Au fost realizate mai multe lucrări experimentale *in situ* și modelări în condiții de laborator atât pentru determinarea influenței și nivelului de acumulare a metalelor, cât și pentru evaluarea rolului organismelor acvatice în biomigrația metalelor.

În depunerile subacvatice a fost determinată concentrația metalelor și în soluții apoase, obținute prin centrifugarea depunerilor.

În condiții de laborator plantele colectate au fost spălate cu apă distilată, timp de 1-2 ore uscate pe hârtie de filtru, mărunțite mecanic și luată o cantitate de 0,3-0,4 g pentru digestie și

analiză. Moluștele au fost plasate în acvarii cu apă aerată și numai după 6-15 zile au fost luate separat eșantioane de țesuturi moi ale corpului și de cochilii în cantitate de 0,2-0,5 g pentru digestie și analize. Pentru digestia materialului biologic, a suspensiilor solide, mălurilor, a fost utilizat acid azotic și clorhidric, vase de teflon și echipamentul SpeedWavefour (SW-4, Berghof, Germania).

O parte de plante și moluște au fost utilizate în experiențe de laborator, în scopul stabilirii rolului și nivelului de acumulare a metalelor în condiții modelate de acvariu.

Eșantioanele de apă, suspensii solide, măluri și material biologic, după digestie, au fost supuse analizei prin metoda de emisie atomică cu plasmă cuplată inductiv, utilizând spectrometrul ThermoScientific iCAP 6200 Duo ICP-OES (Thermo Fisher Scientific, Marea Britanie) [8]. Rezultatele cercetărilor multianuale au fost supuse prelucrării matematice conform metodelor unanim acceptate în statistică, fiind utilizate, de asemenea, programele contemporane Excel, Statistica.

REZULTATELE ȘI DISCUȚII

Stabilirea legităților de migrație a substanțelor chimice în sistemul dinamic și destul de complicat „apă – suspensii – depuneri subacvatice” reprezintă unul din obiectivele fundamentale în descifrarea proceselor de funcționare a ecosistemelor acvatice. Raportul metalelor dizolvate și a celor în substanțele solide și mălurile din râuri reprezintă și un criteriu geochemic al mobilității substanțelor chimice în mediu, nivelului de eroziune și denudație și alte procese care se petrec în bazinul hidrografic.

Sub acest aspect, cel mai puțin sunt cercetate metalele-microelemente. Printre factorii de bază care determină repartizarea și migrația metalelor în sistemul „apă – suspensii – depuneri subacvatice” în apele fl. Nistru se numără: schimbările climaterice, relieful puternic dezmembrat, procesele intense de erodare în bazinul hidrografic, caracterul pluvial torențial al precipitațiilor atmosferice, particularitățile fizico-chimice ale solurilor și rocilor, parametrii hidrologici, proprietățile chimice ale metalelor, starea faunei și florei acvatice, și factorul uman – poluarea cu ape industriale și menajere insuficient epurate, irigarea și chimizarea terenurilor agricole, diminuarea zonelor de protecție a râurilor și a teritoriului împădurit și, nu în ultimul rând, distrugerea albiei fluviului prin edificarea construcțiilor hidrotehnice, inclusiv a lacurilor de baraj nemijlocit pe albie și a celor de acumulare pe malurile fluviului în scop hidroenergetic, în deosebi, a centralelor hidroelectrice cu utilizarea apelor prin acumulare și pompare.

Dinamica raportului concentrațiilor metalelor în forme solubile și ale celor în suspensii solide servește drept parametru de bază pentru mai mulți indicatori elaborați în ultimii ani, de exemplu, pentru indicatorul de contaminare care este utilizat la estimarea riscului de poluare a apelor curgătoare și care nu poate fi utilizat pentru estimarea stării râurilor modificate de construcții hidroenergetice, precum este fl. Nistru.

Ca dovadă este faptul că în anii 1980-1990, până la punerea în funcție a stației hidroenergetice 1 (CHE-1) a Complexului Hidroenergetic Nistrean (CHEN), concentrațiile metalelor în apele fl. Nistru au fost permanent mai mici decât cele în suspensii, ceea ce este caracteristic pentru regiunea fizico-geografică a bazinului hidrografic [9-11] (Figura 1). Raportul dintre metalele dizolvate și cele din suspensii solide în apele Nistrului era într-o dependență puternică ($r = 0,7-0,8$) de debitul apei în fluviu și cantitatea suspensiilor, necătând la poluarea înaltă a mediului cu Cu, Zn, din cauza chimizării intensive a terenurilor agricole, dar și cu Pb și Ni, în rezultatul deversării apelor reziduale industriale.

Raportul conținutului metalelor în suspensii și cel al metalelor dizolvate în apele râurilor este o măsură importantă privind estimarea impactului metalelor asupra hidrobiocenozelor și a echilibrului între procesele de autoepurare și poluare secundară ale ecosistemelor acvatice. Mobilitatea relativă a metalelor, determinată ca raportul metalelor în suspensie la conținutul lor sumar (în soluții + în suspensii) constituie un indicator al proceselor exogene care au loc în bazinul hidrografic al râurilor [9-11].

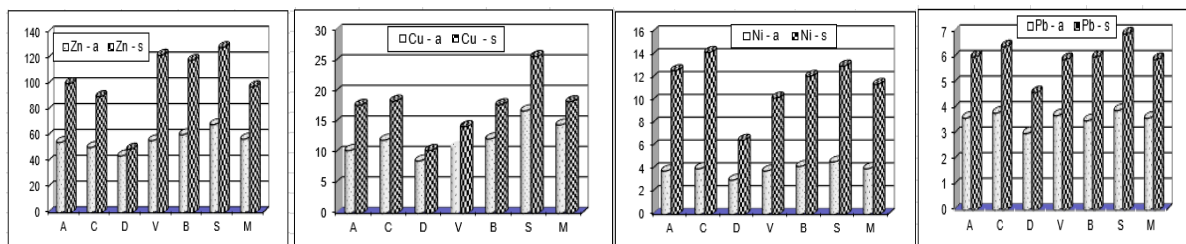


Fig. 1. Dinamica metalelor în apă (a) și suspensii solide (s), ($\mu\text{g/L}$) până la darea în exploatare a CHEN. A-Otaci, C-Camenca- intrarea în acumulare Dubăsari, D-la barajul lacului, V-Vadul lui Vodă, B- or.Benderi (Tighina), S -Sucleia, M-Maiaki

Actualmente, raportul dintre concentrațiile metalelor solubile și cele în suspensii a devenit invers: în suspensii concentrațiile metalelor sunt vizibil mai mici decât cele ale metalelor dizolvate în apă, fenomen ce nu corespunde condițiilor naturale (Figura 2).

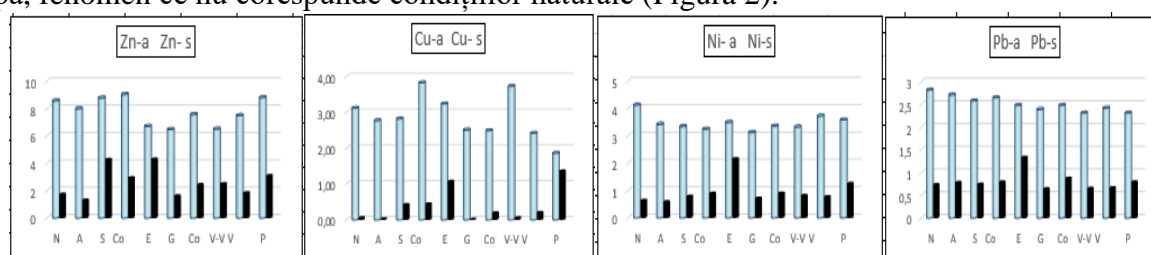


Fig. 2. Dinamica metalelor în apă (a) și suspensii solide (s), ($\mu\text{g/L}$) primăvara anului 2023
N – Naslavcea, V – Vălcineț, S – Soroca, C – Camenca, E – Erjova (Hârjău), G – Goian, Co – Cocieri, V-V – Vadul lui Vodă, Va – Varnița, P – Palanca

Suspensiile muntoase nu mai pătrund pe teritoriul Republicii Moldova și nu mai sunt o parte componentă a proceselor de acumulare, sedimentare și autoepurare a apelor fl. Nistru. În r. Prut, afluenții fl. Nistru – râurile Răut, Bâc, Botna și râurile mici din bazinele hidrografice ale acestor afluenți – concentrațiile metalelor în suspensiile solide sunt vizibil mai înalte decât cele din apă.

În particular, în stabilirea legităților fundamentale ale migrației metalelor în ecosistemele acvatice și, în ansamblu, în dezvoltarea teoriei formării compoziției chimice a apelor naturale, un rol deosebit revine cercetărilor detaliate ale acumulării metalelor în plantele și animalele acvatice, în dependență de complexul factorilor fizico-geografici, biologici și antropici.

Nivelul acumulării metalelor în hidrobionți permite estimarea proceselor biologice și a rolului comunităților de hidrobionți în circuitul metalelor și descifrarea proceselor de funcționare a ecosistemelor acvatice. Identificarea legităților de acumulare a metalelor în dependență de factorii de mediu, proprietățile metalelor și specificul hidrobionților este importantă și din punct de vedere aplicativ, de exemplu, în cazul utilizării metalelor în calitate de microîngrășăminte în rația alimentară a speciilor industriale, elaborarea metodelor controlului hidrobiologic al poluării ecosistemelor acvatice, determinarea capacității de tampon a unui sau altui ecosistem acvatic și elaborarea măsurilor concrete privind valorificarea durabilă a resurselor acvatice.

Materialele despre nivelul acumulării metalelor în speciile industriale și naturale de alge, crustacee, moluște, pești în aspect biochimic, toxicologic cât și în cel sanitaro-igienic servesc drept bază informațională pentru biomonitoring.

Comunitățile plantelor acvatice și cele ale nevertebratelor bentonice au o importanță deosebită în migrația biologică și circuitul metalelor în ecosistemele acvatice. Plantele acvatice posedă și o rezistență înaltă, fiind capabile de a acumula cantități mari de metale [7]. Unii autori mai numesc plantele macro-concentratoare de metale și „metalofite” [1, 2, 6].

Deoarece plantele acvatice posedă o rezistență înaltă la concentrațiile toxice ale metalelor, fapt confirmat și prin modelări de laborator, și au o creștere intensă, ele servesc ca biofiltre în procesele de autoepurare și pot fi utilizate pentru epurarea apelor uzate, însă, în condiții de

ecosistem acvatic, în perioada de toamnă-iarnă plantele pot deveni surse de poluare secundară cu metale grele, fenomen observat în lacul de răcire al Centralei Termoelectrice Cuciurgan.

Investigațiile realizate au demonstrat că în toate ecosistemele investigate există o dinamică sezonieră în procesul de acumulare a metalelor, concentrațiile crescând evident până în perioada de vară, apoi descrescând începând cu luna septembrie și atingând valorile minime în noiembrie [7, 9, 10].

În ultimii ani se observă o acoperire intensă a ecosistemelor curgătoare și semistagnante cu plante acvatice. Eșantioanele de plante (*Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum* ș.a.) au fost colectate în perioada de vegetație din sectorul medial și cel inferior al fluviului. O parte din ele au fost utilizate pentru experiențe de scurtă durată, pentru determinarea nivelului de bioconcentrare a metalelor grele și toxice. În condiții experimentale, cele mai mici concentrații s-au acumulat în *Lemna minor*, iar cele mai înalte – în *Potamogeton perfoliatus* (Figura 3).

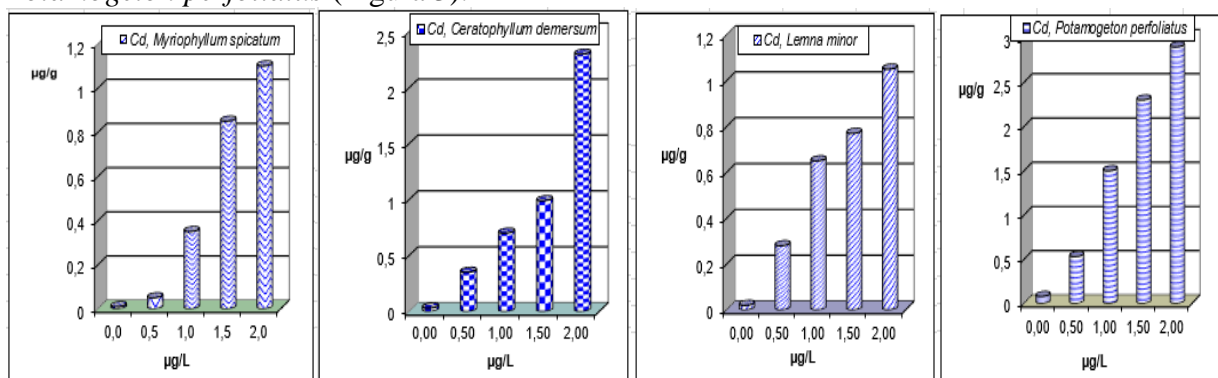


Fig. 3. Dinamica acumulării Cd în *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum* (modelări de acvariu timp de 10 zile)

Factorul de bioconcentrare, mai numit și factor de bioacumulare, și coeficient de bioacumulare, permite aprecierea cantitativă a fenomenului de acumulare a substanțelor chimice. Factorul de bioconcentrare, calculat drept raportul dintre concentrația metalelor în hidrobionți și concentrația echivalentă în mediu [1, 2, 6] pe deplin poate fi utilizat în cazul plantelor acvatice și al nevertebratelor planctonice.

În cazul nevertebratelor bentonice, în deosebi, al moluștelor bivalve, cărora le revine peste 80-90% din biomasa nevertebratelor bentonice, factorul sus-numit nu reflectă situația reală, mai corect, este imposibil de determinat corect.

Nivelul de acumulare a metalelor a fost analizat în diverse specii de moluște acvatice (*Anodonta anatine* (Linnaeus, 1758), *Unio tumidus* (Philipson, 1788), *Crassiana crassa* (Philipsson in Retzius, 1788) din familia Unionidae și *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897) din familia Dreissenidae) din ecosistemele acvatice și au fost efectuate mai multe modelări de laborator. Limitele oscilării concentrațiilor metalelor în nevertebratele bentonice sunt foarte mari și sunt condiționate atât de variația condițiilor naturale ale mediului ambiant, importanța biologică a metalelor, cât și de particularitățile taxonomice și de vârstă ale hidrobionților.

A fost stabilită o corelație liniară între concentrația metalelor în apă și cea în cochilia moluștelor, determinată, probabil, de procesele de sorbție fizico-chimică. În condiții experimentale a fost demonstrat că acumularea metalelor în țesuturile moi ale moluștelor este mult mai complicată și depinde de procesele biologice și biochimice, mai corect – de metabolismul speciilor (Figura 4).

Mai mult ca atât, aceste nevertebratele bentonice își petrec o bună parte de timp în stratul de depuneri subacvatice. În plus, ele filtrează din apă suspensii, microorganisme, zoo- și fitoplancton. Care este în așa caz ponderea concentrației metalului în mediul de trai?

Și mai complicată este utilizarea acestor coeficienți pentru ihtiofaună.

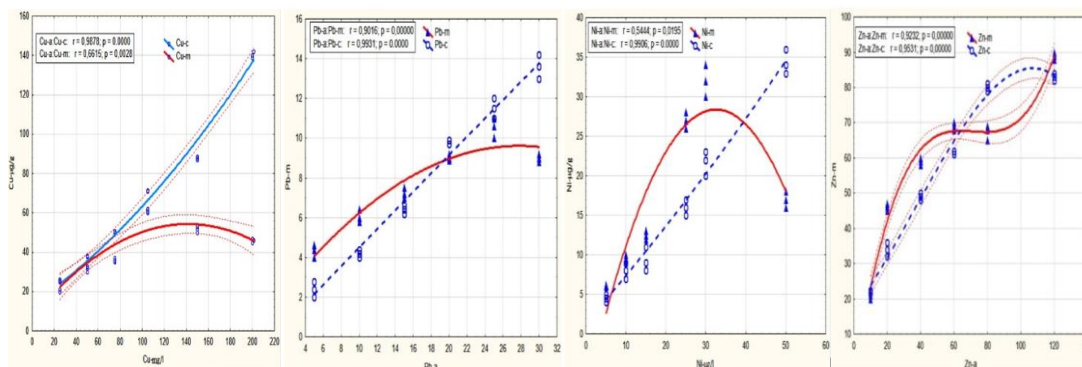


Fig. 4. Legitățile acumulării metalelor (*Cu*, *Pb*, *Ni*, *Zn*) în cochilie (c) și țesuturi moi (m), *Unio tumidus* (modelări de acvariu)

Grație investigațiilor multianuale privind nivelul de acumulare și influența (pozitivă ori toxică) metalelor asupra peștilor la diferite etape ale ontogenezei [12, 15], s-a constatat că:

- conținutul de metale în icrele și larvele de pește constituie o imagine exactă a dinamicii conținutului de metale în apă ($r=0,90-0,98$) și a particularităților metabolice ale speciilor, astfel că icrele și larvele pot fi utilizate în monitoringul ecosistemelor acvatice și în investigarea toxicității metalelor;
- la etapa de alevin nivelul bioconcentrării metalelor este determinat mai mult de conținutul metalelor în nutriție și mai puțin de conținutul lor în apă;
- peștii maturizați posedă un mecanism al homeostazei destul de dezvoltat care reglează procesele de acumulare și redistribuire a metalelor între diferite organe, în dependență de metabolismul plastic și generativ al peștilor și necesitățile lor pentru un metal sau altul;
- în perioada premergătoare depunerii icrelor, au loc procese intense de acumulare a metalelor biologic importante în gonade, însoțite de micșorarea concentrațiilor lor în mușchii scheletici, iar în perioada de creștere – invers;
- cu toate acestea, conținutul metalelor în organele și țesuturile peștilor reprezintă o funcție a componentei mediului.

Unele investigații privind nivelul de acumulare și rolul metalelor la diferite etape ale ontogenezei peștilor au permis elaborarea metodologiilor și procedeele noi, brevetarea acestora și implementarea în practica piscicolă, pentru sporirea viabilității larvelor și puietului, fortificarea creșterii bazei trofice naturale în heleșteie și dezvoltarea ciprinidelor la etapa de maturizare prin utilizarea metalelor-microelemente [4, 9, 13-15].

CONCLUSSII

Elaborarea bazelor științifice pentru estimarea funcționării ecosistemelor acvatice și argumentarea măsurilor compensatorii, fiind o abordare științifică fundamentală în biologie și protecția mediului, presupune obținerea cunoștințelor noi, prin studii *in situ*, modelări de laborator, privind legitățile migrației și circuitul substanțelor chimice, a proceselor de bioacumulare, biomagnificare a ecotoxicanților și xenobionților, determinarea limitelor de toleranță a hidrobionților și a capacității de tampon, autoepurare și poluare secundară a ecosistemelor.

Migrația metalelor în sistemul „apă – suspensii solide – mълuri – hidrobionți” este într-o dependență directă de factorii geografici, inclusiv hidrologici, parametrii fizice-chimici ai apelor, mълurilor, starea hidrobiocenozelor și, nu în ultimul rând, de proprietățile metalelor și raportul între ele. Raportul concentrațiilor metalelor în apă, suspensii solide este un indice al proprietăților de sorbție-desorbție și al proceselor de autoepurare și poluare secundară.

Biomonitoringul metalelor în ecosistemele acvatice, cu scopul determinării limitelor de toleranță și evaluării rezistenței hidrobionților în condițiile schimbărilor climatice, instabilității mediului acvatic, constituie o prioritate din mai multe considerente. În primul rând, aceste investigații

contribuie semnificativ la soluționarea problemelor cu caracter fundamental – stabilirea evoluției diversității specifice a hidrobiocenozelor, descifrarea mecanismelor de menținere a biodiversității, proceselor productivității și structurii trofice a comunităților, circuitului și fluxului elementelor chimice în lanțurile trofice ale ecosistemului. În al doilea rând, biomonitoringul este temeiul fortificării valorificării durabile și protecției genofondului faunei și florei acvatice, elaborarea recomandărilor privind restaurarea și valorificarea durabilă a resurselor acvatice.

Este indiscutabilă oportunitatea întrebuirii microelementelor-metale în tehnologiile industriale contemporane de cultură a speciilor industrial-valorose de pești, atât în scopul măririi ritmului de creștere, cât și al sporirii rezistenței biologice a peștilor la diferite etape de ontogeneză, ceea ce are o mare importanță și în cadrul obținerii puietului viabil de peștii în scopul completării comunității piscicole a ecosistemelor fluviale și lacustre.

Lucrarea este realizată în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupraecosistemelor – AQUABIO (Program de Stat 2020-2023).

REFERENȚE

1. ALI, H.; KHAN, E. What are heavy metals? Long-standing controversy over the scientific use of the term ‘heavy metals’ – proposal of a comprehensive definition. *Toxicological & Environmental Chemistry* 2018;100:6-19
2. ALI, H.; KHAN, E. Trophic transfer, bioaccumulation, and biomagnification of non-essential hazardous heavy metals and metalloids in food chains/webs— Concepts and implications for wildlife and human health. *Human and Heavy Metals - Their Environmental Impacts and Mitigation* 18 *Ecological Risk Assessment: An International Journal* 2019;25:1353-76.
3. Ecotoxicological methodological guide for environmental monitoring: problematics, laboratory techniques and health risk investigation / editors: Elena Zubcov, Antoaneta Ene. – Chișinău: S. n., 2021, 112 p.
4. Ghid metodologic pentru piscicultori. Ed.: Zubcov Elena; Miron Liviu-Dan. – Chișinău: S. n., 2022 (F.E.-P. „Tipografia Centrală”). – 93 p. ISBN 978-5-88554-098-8
5. Guidance on the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems. Editors: Bilețchi Lucia, Zubcov Elena. Chișinău: S. n., 2020, 92 p.
6. KUMAR, B.; SENTHIL KUMAR K.; PRIYA, M.; MUKHOPADHYAY, D.; SHAH, R. Distribution, partitioning, bioaccumulation of trace elements in water, sediment and fish from sewage fed fish ponds in eastern Kolkata, India. *Toxicological & Environ Chemistry* 2010;92:243-60.
7. ZUBCOV, E.; BILETCHI, L.; ZUBCOV, N.; PHILIPENKO, E.; BORODIN, N. *The metal accumulation in aquatic plants of Dubăsari and Cuciurgan reservoirs*. Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii. Tom. 29, No. 2/2013, pp. 216-219. http://olteniastudiisicomunicaristiintelenaturii.ro/v29_2.html
8. ZUBCOV, E.; CIORNEA, V.; ENE, A. Micro- and macroelement analysis of environmental components în Guidance on the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems, 2021, Chișinău, Tipografia Centrala, p.8-20.
9. ZUBCOV, E.; TODERAȘ, I.; ZUBCOV, N.; BILEȚCHI, L. Repartizarea, migrația și rolul microelementelor în apele de suprafață. In: *Microelementele în componentele biosferei și aplicarea lor în agricultură și medicină*. Ed. Pontos. Chișinău, 2016, p.78-107.
10. ZUBCOV, E.; ZUBCOV, N.; ENE, A.; BAGRIN, N.; BILETCHI, L. The dynamics of trace elements in Dniester River ecosystems. *Journal of Science and Arts Chemistry Section*, Year 10, No.2 (13), pp.281-286, 2010.
11. ZUBCOV, E.; ZUBCOV, N. The dynamics of the content and migration of trace metals in aquatic ecosystems of Moldova. In: E3S Web of Conferences, 1, 32009, *Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment*, Rome, Italy. Published online: 23 April 2013. DOI: 10.1051/e3sconf/20130132009.
12. ZUBCOV, E.; ZUBCOV, N.; ENE, A.; BILETCHI, L. Assessment of copper and zinc levels in fish from freshwater ecosystems of Moldova. *Environmental Science and Pollution Research*. 2012, 19(6),2238–2247. ISSN: 0944-1344 (Print), 1614-7499 (Online). doi: 10.1007/s11356-011-0728-5 (IF: 2.651).
13. ZUBCOV, E.; ZUBCOV, N.; UNGUREANU, L.; BAGRIN, N.; MIRON, L.-D.; BULAT, DN.; CIORBA, P.; BILEȚCHI, L.; ANDREEV, N. Procedeu de creștere a peștilor reproducători de ciprinide în heleșteie. Brevet de invenție nr. 1646. BOPI nr. 10/2022
14. ZUBCOV, E.; ZUBCOV, N.; UNGUREANU, L.; BILEȚCHI, L.; BAGRIN, N.; BORODIN, N.; LEBEDENCO, L. Procedeu de intensificare a dezvoltării bazei trofice naturale în heleșteie. Brevet de invenție nr. 449. BOPI nr. 12/2011
15. ЗУБКОВА, Н. Закономерности накопления и роль микроэлементов в онтогенезе рыб. Chișinău: Știința, 2011, 88 p. ISBN 978-9975-67-753-0

CZU 574.583(478:282.247.314)"2020/2023 DOI: <https://doi.org/10.53937/sea2023.06>

STAREA ACTUALĂ A BACTERIOPLANCTONULUI ÎN FL. NISTRU ÎN ANII 2020-2023

Igor ȘUBERNEȚKII*, Maria NEGRU

*autor corespondent: i.subernetkii@mail.ru

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie

Rezumat

Lucrarea de față prezintă analiza dinamicii sezoniere a bacterioplanctonului total, microorganismelor heterotrofe – indicatorii principali ai calității apei – și efectivul grupelor specializate de microorganisme implicate în circuitul principalelor elemente biogene (carbon, azot și fosfor) în fl. Nistru în limitele Republicii Moldova în perioada anilor 2020-2023. Pe baza indicatorilor investigați a fost apreciată troficitatea ecosistemului fl. Nistru și clasa calității apei.

Cuvinte-cheie: bacterioplancton, bacterii saprofite, efectiv, troficitate, calitatea apei.

INTRODUCERE

Dinamica efectivului și a biomasei hidrobiocenozelor este una dintre cele mai stringente probleme din biologie. Acest lucru se referă pe deplin la microorganismele acvatice. Datorită impactului antropogen, schimbărilor climatice, efectivul bacteriilor este în continuă schimbare.

În prezent, factorul antropic joacă un rol foarte important, iar reacția biotei este foarte diversă și nu întotdeauna previzibilă. În același timp, microorganismele acvatice, fiind, pe de o parte, cele mai reactive componente, sunt capabile să reacționeze la cele mai mici modificări ale mediului. Pe de altă parte, ele sunt capabile să se adapteze rapid și să restabilească starea anterioară a ecosistemului. În plus, rețeaua trofică microbială este cea mai activă parte biotică a ecosistemului, unde are loc regenerarea și acumularea de nutrienți. Microorganismele heterotrofe realizează reciclarea rapidă a nutrienților și, menținându-le în comunitatea planctonică, permit fitoplanctonului să le reutilizeze (Копылов, Косолапов, 2011; Романенко, 1985). Astfel, bacteriile acvatice asimilează circa 40-60% din producția primară sub formă de materie organică dizolvată (Бульон, 2002). În ceea ce privește nivelul de dezvoltare și rolul lor în procesele producțional-destrucționale ale materiei organice autohtone și alohtone, microflora joacă un rol dominant în rândul organismelor acvatice heterotrofe.

Studierea microorganismelor acvatice din fl. Nistru are o istorie îndelungată, reflectată în numeroase publicații (Кривенцова, 1977; Subernetkii, Negru, 2018; Jururminskaja et al., 2018). Cu toate acestea, în prezent, starea critică a rezervelor de apă ale fluviului (restricții administrative privind eliberarea apei din lacurile de acumulare ale hidrocentralelor ucrainene), condițiile climatice (secetă din ultimii ani etc.) determină necesitatea unui studiu mai amplu al microbiocenozei fluviului.

MATERIALE ȘI METODE

Studiile privind caracteristicile distribuției temporale și spațiale a bacterioplanctonului au fost efectuate ca parte a unor studii hidrobiologice complexe ale sectorului mediu și inferior al fl. Nistru în 2020-2023 (stația Naslavcea – stația Palanca). A fost determinat efectivul bacterioplanctonului total (N_{tot}), al bacteriilor heterotrofe (N_{het}) și al unor grupe fiziologice de microorganisme implicate în circuitul principalelor elemente biogene – carbon, azot și fosfor: azotfixatoare (aerobe și anaerobe), amonificatoare, denitrificatoare, fosfatsolubilizatoare, fosfatmineralizatoare, amilolitice și celulozolitice. Pe baza rezultatelor obținute, a fost determinată starea trofică actuală și clasa calității apei în bazinul studiat.

Recoltarea probelor și evaluarea rezultatelor a fost efectuată în perioada de vegetație (aprilie-octombrie) în stratul superficial de apă (până la 0,5 m) la 11 stații fluviale, în conformitate cu metodele standard și unanim acceptate (Гак, 1975; Романенко, 1985; Копылов, Косолапов, 2008, 2011; Şubertneţkii et al., 2021; Hydrochemical and hydrobiological sampling guidance, 2015).

Efectivul bacterioplanctonului total (N_{tot}) a fost determinat prin filtrare pe filtre membranice Sartorius cu diametrul porilor de 0,2 μ , iar grupele fiziologice de microorganisme, inclusiv bacteriile heterotrofe (N_{sapr}) au fost determinate pe medii nutritive solide și lichide.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Microflora acvatică, având o rată de creștere ridicată, la apariția condițiilor favorabile este capabilă să se multiplieze rapid. Analiza dezvoltării cantitative a bacterioplanctonului total în perioada studiată a demonstrat o gamă largă de fluctuații: 0,4-7,2 mln cel./ml. În unii ani, chiar și la aceleași stații, acest interval a fost destul de mare (Figura 1 a, 1b), ceea ce denotă o variabilitate semnificativă a factorilor abiotici și biotici externi.

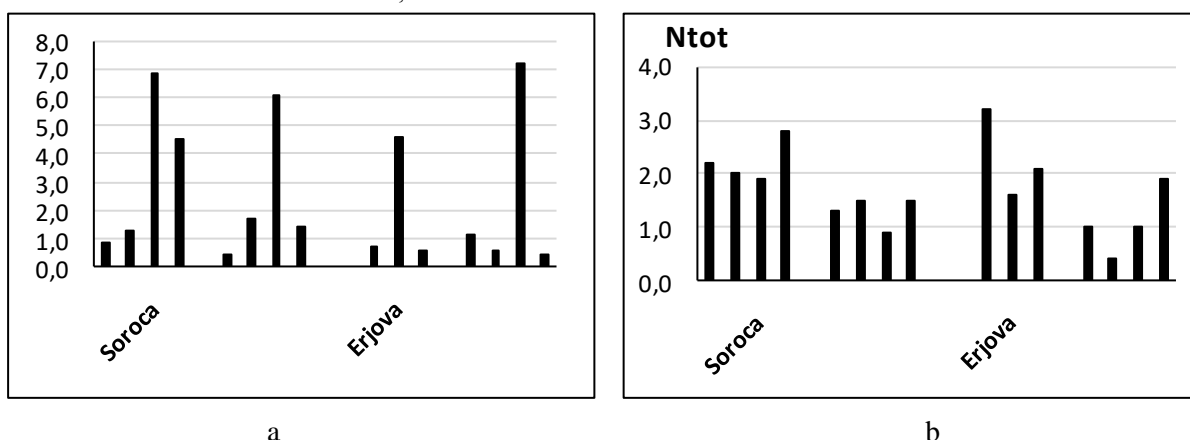


Fig. 1. Dinamica bacterioplanctonului total (N_{tot} , mln cel./ml) în perioadele de primăvară (a) și vară (b), fl. Nistru, anii 2020-2023.

Distribuția spațială în diferite anotimpuri ale sezonului de vegetație este destul de diversă, ceea ce se datorează, în primul rând, modificărilor sezoniere ale fluxului de radiație solară, cantității de substanțe organice care pătrunde în apă odată cu apele uzate industriale și menajere, scurgerea de pe teritoriile adiacente, descompunerea rămășițelor de vegetație acvatică etc.

În aspect sezonier, variațiile efectivului microorganismelor sunt foarte mari, drept dovadă fiind datele privind profilul longitudinal al fluviului în diferite anotimpuri ale sezonului de vegetație și în diferiți ani de studiu (Figura 2).

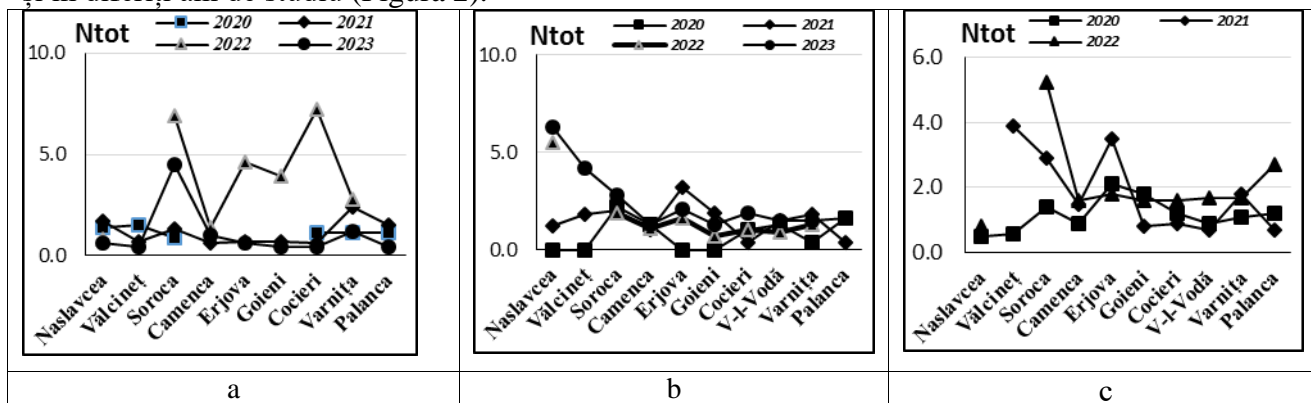


Fig. 2. Dinamica efectivului bacterioplanctonului total (N_{tot} , mln cel./ml) în perioadele de primăvară (a), vară (b) și toamnă (c) în fl. Nistru, anii 2020-2023

Rezumând datele de mai sus pentru anii 2020-2023, se poate afirma că, în aspect sezonier, abundența medie a bacterioplanctonului în fl. Nistru a fost aproape identică: 1,7-1,9 mln cel/ml. Este important de menționat că în mai mult de 70% din probe efectivul bacterioplanctonului total nu a depășit 2,0 mln cel/ml (Figura 3); doar la două stații – Soroca, situată în aval de evacuarea apelor uzate orășenești, și Vadul lui Vodă – numărul total de bacterioplancton a ajuns la 2,7 și, respectiv, 2,4 mln cel/ml.

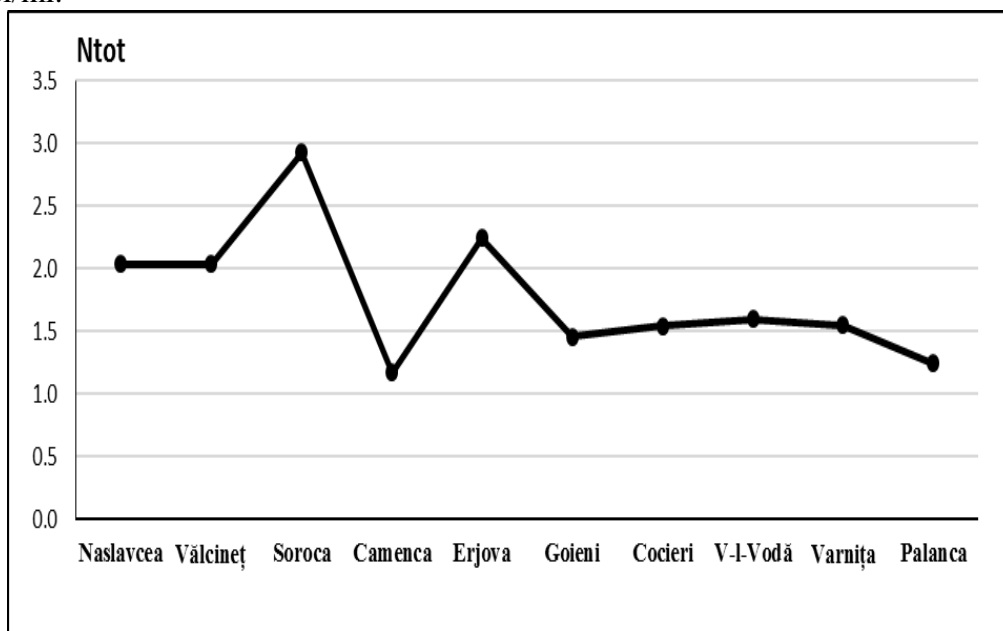


Fig. 3. Efectivul mediu al bacterioplanctonului total (N_{tot} , mln cel./ml) pe cursul fl. Nistru, anii 2020-2023.

Bacteriile saprofite reprezintă veriga principală în circuitul substanțelor organice, participând activ în procesele de mineralizare a acestora. După cum arată o analiză a observațiilor pe termen lung, dinamica microorganismelor saprofite, ca și a bacterioplanctonului total, este foarte variabilă (0,28-64,0 mii unități formatoare de colonii/ml (UFC/ml)) atât în aspect spațial, cât și temporal (Figura 4, 5). Valorile maxime au fost înregistrate în perioadele de toamnă și vară.

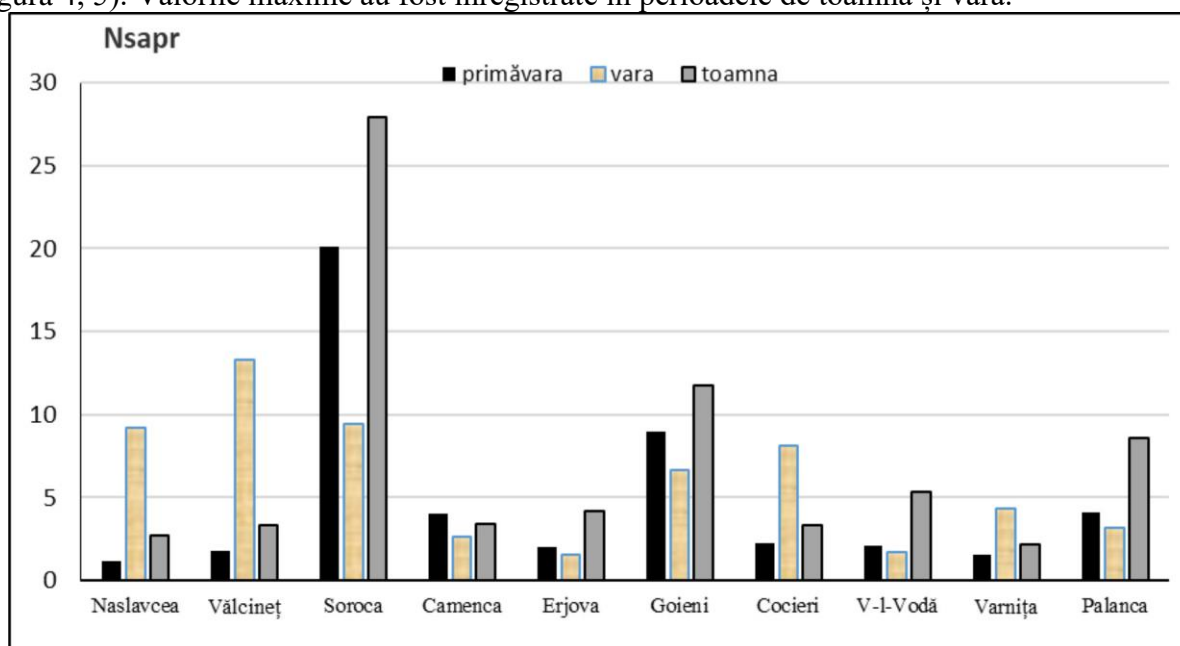
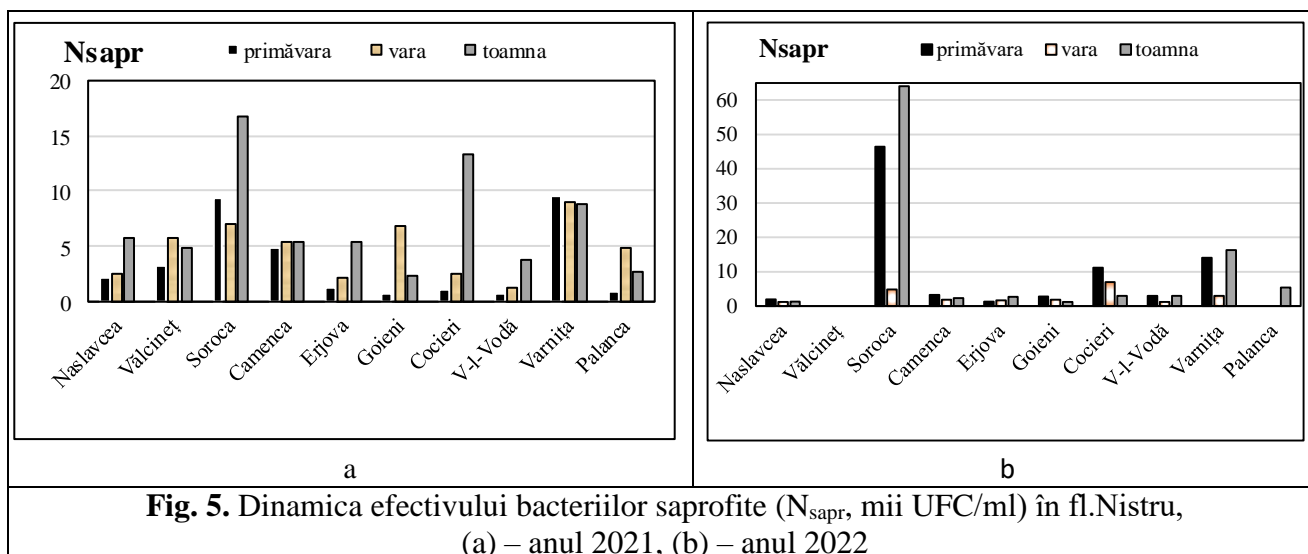
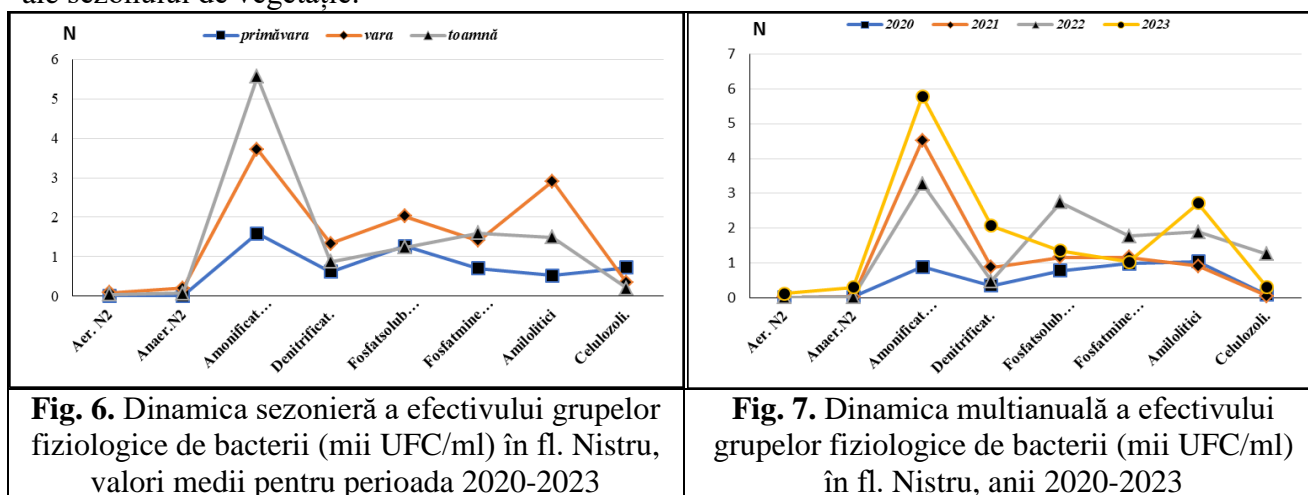


Fig. 4. Dinamica sezonieră și spațială a efectivului bacteriilor saprofite (N_{sapr} , mii UFC/ml) în fl. Nistru, valorii medii pentru perioada 2020-2023.



Distribuția cantitativă a grupelor ecofiziologice de microorganisme a avut o dinamică foarte variabilă atât în aspect sezonier (Figura 6), cât și multianual (Figura 7), determinată de conținutul substratului nutritiv, regimul termic, impactul antropic, climatic ș.a. Efectivul numeric al acestor microorganisme a variat de la zeci de UFC/ml până la zeci de mii de UFC/ml în diferite perioade ale sezonului de vegetație.



Din cele 10 grupe de microorganisme investigate cele mai reprezentative numeric au fost amonificatorii, amiloliticii și fosfatsolubilizatorii. Efectivul acestor grupe a atins 30, 16, 10 mii UFC/ml, corespunzător.

Aceasta se datorează faptului că anume aceste bacterii sunt responsabile de degradarea substanțelor organice ce conțin azot și carbon, provenite din cadavre, excreții, resturi de plante, care sunt permanent în apă. Cele mai poluate sectoare, din punct de vedere microbiologic, au fost stațiile în aval de localitățile Soroca, Camenca și Varnița, ceea ce se datorează deversărilor de ape reziduale industriale complexe, a apelor de canalizare și aportului afluenților mici (r. Bîc, Răut și altele).

O scădere numerică relativă a fost observată de la Soroca până la Vadul lui Vodă (Figura 8), ceea ce indică ameliorarea calității apei prin autoepurare.

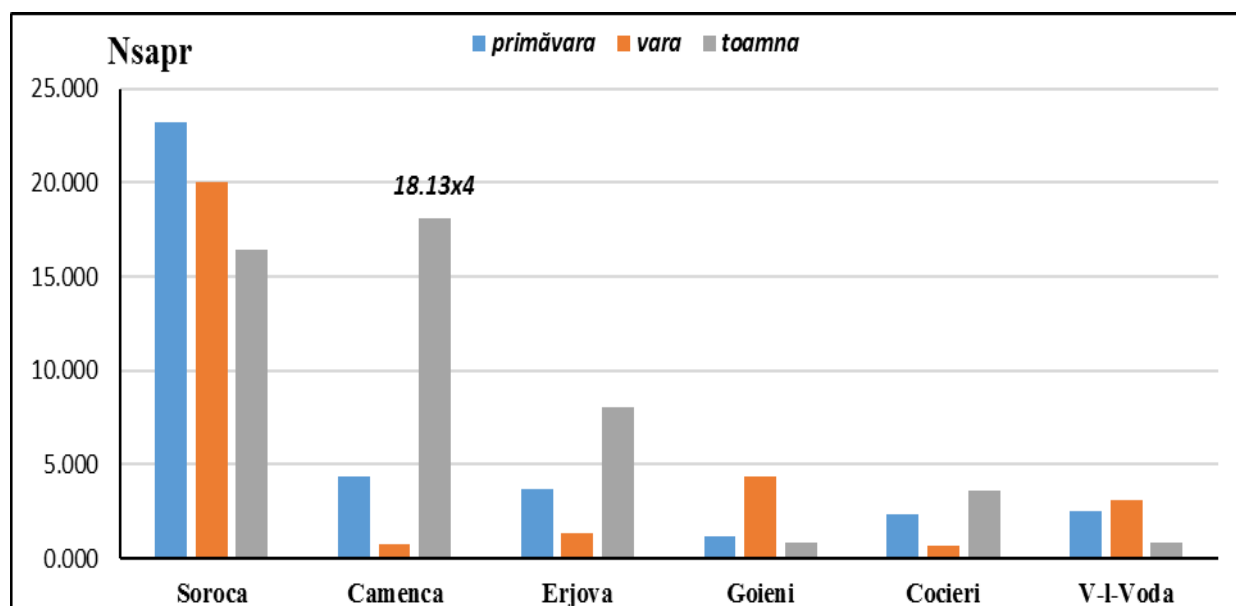


Fig. 8. Dinamica sezonieră a efectivului bacteriilor saprofite (N_{sapr} , mii UFC/ml) în fl. Nistru, valori medii pentru perioada 2020-2023

Aprecierea statutului trofic și a calității apei este foarte importantă pentru evaluarea stării ecologice a unui corp de apă. Astfel, indicatorii microbiologici precum efectivul bacterioplanctonului total (N_{tot}), numărul de bacterii saprofite (N_{sapr}) sunt cei mai frecvent utilizați (Оксиюк и др., 1993; Regulamentul, 2013).

Pe baza totalizării rezultatelor obținute, conform N_{tot} , ecosistemul fl. Nistru în anotimpul de primăvară al anilor 2020-2023, în general, s-a încadrat în categoria de „mezotrof”, deși în anumite perioade starea lui a corespuns caracteristicilor de „eutrof”. Calitatea apei în perioada studiată, în majoritatea cazurilor (77%), a fost apreciată drept „bună – relativ bună” (Tabelul 1).

Tab. 1. Calitatea apei fl. Nistru conform efectivul bacterioplanctonului total (N_{tot}), în anii 2020-2023

Stația	primăvara				vara				toamna		
	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022
Naslavcea	II	II	II	II		II	IV	IV	I		II
Vălcineț	II	II		I		II		III	II	III	
Soroca	II	II	IV	III	III	II	II	III	II	III	IV
Camenca		II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
Erjova		II	III	II		III	II	III	III	III	II
Goieni		II	III	I		II	II	II	II	II	II
Cocieri	II	II	IV	I	II	I	II	II	II	II	II
Vadul lui Vodă	I	II	IV	II	II	II	II	II	II	II	II
Varnița	II	III	III	II	I	II	II	II	II	II	II
Palanca	II	II		I		I		II	II	II	III

* - bună; ** - relativ bună; *** - moderat poluată; ****- poluată

Totodată, conform indicatorului N_{sapr} (Tabelul 2), sectorul studiat al fl. Nistru a corespuns categoriei „eutrof”. Conform acestor date, calitatea apei s-a încadrat în limitelor claselor „bună” – „relativ bună” și „moderat poluată” – „poluată”, în 43% și, respectiv, 57% de cazuri.

Tab. 2. Calitatea apei fl. Nistru conform numărul de bacterii saprofite (N_{sapr}), în anii 2020-2023

Stația	primăvara				vara				toamna		
	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022
Naslavcea	I	II	II	I		III	II	IV	II	III	II
Vălcineț	II	III		I		III		IV	II	III	
Soroca	II	III	V	V	III	III	III	IV	III	IV	V
Camenca		III	III	III	III	III	II	II	III	III	III
Erjova	II	II	III	III	II	II	II	II	II	III	III
Goieni	III	III	II	V		III	II		IV	III	
Cocieri	II	II		III	II	III		II	II	III	III
Vadul lui Vodă		II	II	III		III	II		III	III	III
Varnița		II	III	II		III	II	IV	III	III	II
Palanca	II	II	V	III	III	III	III	IV	III	IV	III

I - pură; II - relativ pură; III - moderat poluată; IV - poluată; V - foarte poluată.

CONCLUZII

1. Efectivul bacterioplanctonului total în perioada 2020-2023 a fluctuat semnificativ – de la 0,4 până la 7,2 mln cel./ml, iar media sezonieră s-a încadrat în limitele 1,7-1,9 mln cel./ml.
2. Efectivul bacterioplanctonului saprofit a variat de la 0,28 până la 64,0 mii UFC/ml atât în aspect spațial, cât și temporal, cu valori maxime în perioadele de toamnă și vară.
3. Amonificatorii, fosfatsolubilizatorii și amiloliticii, efectivul cărora atinge 30, 16, 10 mii UFC/ml, corespunzător, domină din punct de vedere numeric printre grupele ecofiziologice de microorganisme implicate în circuitul azotului, fosforului și carbonului.
4. Troficitatea ecosistemului fl. Nistru în anii 2020-2023 a variat de la categoria „mezotrof” până la „eutrof”. Calitatea apei, de cele mai multe ori, a corespuns claselor „bună” – „relativ bună” și „moderat poluată” – „poluată”.

Investigațiile sunt realizate în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor – AQUABIO (Program de Stat 2020-2023).

REFERINȚE

1. КОПЫЛОВ, А.; КОСОЛАПОВ, Д. Микробная "петля" в планктонных сообществах морских и пресноводных экосистем. Ижевск, 2011, 332 с.
2. РОМАНЕНКО, В. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л., Наука, 1985, 296 с.
3. БУЛЬОН, В. Внеклеточная продукция фитопланктона и ее значение для гетеротрофной активности бактерий. Известия Российской академии наук. Серия биологическая, 2021, № 3, с. 299–309.
4. КРИВЕНЦОВА, Т. Бактериофлора. В: Загрязнение и самоочищение Дубоссарского водохранилища. М., 1977. с. 126–144.
5. ȘUBERNETKII, I.; NEGRU, M.; JURMINSKAIA, O. Bacterioplancton. In: Guidance on the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems. Chisinau, 2021, p. 39–48.
6. JURMINSKAIA, O.; NEGRU, M.; ZUBCOV, E.; SUBERNETKII, I.; ANDREEV, N. Correlation of bacterioplancton community with main physico-chemical parameters of the Reut river. In: International Scientific Conference on Microbial Biotechnology. Chisinau, Moldova October 11-12, 2018. p.131-133.
7. КОПЫЛОВ, А.; КОСОЛАПОВ, Д. Бактериопланктон водохранилищ Верхней и Средней Волги. 2008, М.: Изд-во СГУ. 377 с.
8. *Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice.* Îndrumar metodic., Chișinău: Elan poligraf, 2015. 80 p.
9. ОКСИЮК, О.; ЖУКИНСКИЙ, В.; БРАГИНСКИЙ, И. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши. Гидробиологический журнал, т. 29, № 4, 1993, с. 62–76

10. Regulament cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață . Hotărîre Guvernului RM, nr. 890 din 12.11.2013. Monitorul Oficial Nr. 262-267 art. Nr : 1006 din 22.11.2013
11. ГАК, Д. Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ. М., 1975. 375с.
12. ШУБЕРНЕЦКИЙ, И.; НЕГРУ, М. О многолетних аспектах динамики численности общего и сапрофитного бактериопланктона в молдавском секторе р. Днестр. In: Internațional symposium "Functional ecology of animals". Chisinau, 21 september 2018, p. 448-454.
13. *Ghid de prelevare a probelor hidrochimice și hidrobiologice / Hydrochemical and hydrobiological sampling guidance / Progr. Operațional Comun România-Ucraina-Republica Moldova 2007-2013; ed.: Toderaș Ion [et al.]. – Chișinău: S. n., 2015, ISBN 978-9975-128-28-5, ISBN 978-9975-66-480-6.*

STRUCTURA TAXONOMICĂ ȘI CANTITATIVĂ A FITOPLANCTONULUI - INDICATOR SEMNIFICATIV AL STĂRII ACTUALE A RÂULUI PRUT

Laurenția UNGUREANU*, Daria TUMANOVA, Grigore UNGUREANU

*autor corespondent: ungur02laura@yahoo.com

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie

Rezumat

Articol prezintă rezultatele studiului indicatorilor calitativi și cantitativi ai fitoplanctonului râului Prut pe teritoriul Republicii Moldova în perioada anilor 2020-2023. În compoziția fitoplanctonul râului au fost identificate 101 specii. Conform rezultatelor acestor studii, s-a stabilit că compoziția fitoplanctonului s-a format în principal din algele diatomei și verzi. Efectivul numeric a fitoplanctonului a variat în limitele 0,33-26,14 mln. cel/l cu biomasă 0,42-20,63 g/m³. Conform valorilor biomasei fitoplanctonului râul Prut poate fi atribuit categoriei ecosistemelor „mezotrofe” periodic „eutrofe”.

În componența fitoplanctonului râului Prut predomină speciile β -mezosaprobe în proporție de 55 %, iar conform valorilor indicelui saprobic al fitoplanctonului calitatea apei râului în perioada 2020-2023 se atribuie claselor calității apei II-III (bună-poluată moderat).

Cuvinte-cheie: *fitoplancton, troficitate, specii-indicatori, calitatea apei*

INTRODUCERE

Râul Prut este al doilea ca lungime și ultimul afluent major al Dunării, cu confluența situată în amonte de Delta Dunării, și al doilea după mărime râu din Republica Moldova, având un rol important din punct de vedere socio-economic și în special al asigurării populației cu apă.

Studiul structurii taxonomice și dezvoltării fitoplanctonului ca producător de bază al substanței organice și factor important al formării calității apei are o importanță deosebită la evaluarea legităților funcționării hidrobiocenozelor râului Prut, a productivității acestuia și calității apei în condițiile eutrofizării și poluării continue. Particularitățile structural-funcționale ale comunităților de alge și potențialul lor productiv depind de un șir de factori ai mediului, printre care o însemnătate deosebită au prezența substanțelor nutritive, gradul de luminozitate, temperatura, transparența, turbiditatea apei, poluarea ș.a. Reacția fitoplanctonului la factorii naturali și antropici se reflectă în abundența algelor, biomasa și dominanța anumitor grupe și specii, care sunt buni indicatori al stării ecosistemelor acvatice [3-5].

Scopul acestei lucrări a fost studiul structurii taxonomice, dinamicii efectivului numeric și biomasei fitoplanctonului, determinarea stării trofice și a calității apei în conformitate cu parametrii cantitativi și funcționali ai fitoplanctonului râului Prut, iar rezultatele cercetărilor au o importanță majoră științifică și aplicativă în efectuarea monitoringului hidroecologic al bazinului hidrografic al Dunării.

MATERIALE ȘI METODE

Investigațiile fitoplanctonului au fost efectuate în r. Prut sezonier pe parcursul anilor 2020-2023 în cadrul cercetărilor Laboratorului de Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie al USM. Prelevarea și prelucrarea probelor fitoplanctonice au fost efectuate conform metodelor unificate de prelevare și prelucrare a probelor hidrobiologice de teren și experimentale [1, 2, 6]. Speciile de alge planctonice au fost identificate la microscopul MICMED/2 (LOMO), dotat cu cameră digitală, consultând determinatoarele în vigoare și alte materiale de referință. Analiza saprobiologica a fost bazată pe parametrii cantitativi ai speciilor de alge indicatoare ale calității apei [6, 7]. Pentru estimarea troficității au fost utilizate valorile sezoniere ale biomasei fitoplanctonului [1, 2]. Au fost colectate și analizate probe de fitoplancton în sectorul mijlociu și sectorul inferior al râului Prut din punctele de colectare Braniște, Sculeni, Leușeni, Cahul, Cășlița-Prut și Giurgiulești.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În perioada anilor 2020-2023 fitoplanctonul râului Prut a fost reprezentat de 101 specii și varietăți de alge planctonice care se referă la 6 grupe taxonomice: *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*) – 10, *Bacillariophyta* – 47, *Pyrrophyta*-1, *Chrysophyta*-2, *Euglenophyta* – 10, *Chlorophyta* – 31.

Cele mai răspândite specii au fost: *Oscillatoria lacustris* (Klebahn) Geitler, *Cocconeis placentula* Ehr. var. *placentula*, *Cyclotella Kuetzingiana* Thw., *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kutz. var. *olivaceum*, *Navicula cryptocephala* Kutz. var. *cryptocephala*, *Nitzschia sigmoidea* (Ehr.) W.Sm. var. *sigmoidea*, *Synedra acus* Kutz. var. *acus*, *Monoraphidium contortum* Thur., *Scenedesmus quadricauda* Turp. var. *quadricauda*. A fost stabilit că în anii 2020-2023 în r.Prut au predominat speciile din grupa de alge *Bacillariophyta*, iar pe parcursul primăverii s-au dezvoltat și algele din grupele *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*), *Euglenophyta* și *Chlorophyta*. În anul 2020 la stația Branîște au fost atestate specii din grupa *Pyrrophyta* care n-au fost atestate în anii 2010-2019 [3, 4]. Algele din grupa *Chrysophyta* au fost atestate doar în vara anilor 2020 și 2023 la st. Cășlița-Prut. În timpul investigațiilor noastre n-au fost atestate specii din grupa *Xanthophyta* care se dezvoltau în r. Prut în anii precedenți [3, 4].

Pe parcursul anilor 2020-2023 în sectorul mijlociu al r.Prut efectivul numeric al algelor planctonice a fost format în majoritatea cazurilor din algele *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*), care constituiau cca 90% din componența fitoplanctonului în perioada de toamnă a anului 2021 și *Bacillariophyta* cu o pondere de 100% în perioada de primăvară-vară a anilor 2022-2023. Algele *Chlorophyta* au constituit cca 55%, fiind mai diverse în perioada de primăvară a anului 2021 la stația Leușeni. Alte grupe de alge s-au dezvoltat în mod nesemnificativ. Biomasa algelor planctonice în sectorul mijlociu al r.Prut a fost constituită în majoritatea cazurilor de grupa *Bacillariophyta*, cu o pondere de cca 20-100% din biomasa totală. Cele mai ridicate valori ale biomasei algelor bacilariofite au fost atestate pe parcursul anilor 2022 și 2023. Biomasa algelor *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*) a constituit 5-40% din biomasa totală a fitoplanctonului, fiind mai ridicată în vara și toamna anului 2021 la Leușeni. Biomasa algelor *Chlorophyta* a fost mai scăzută, constituind până la 60% și fiind mai ridicată în perioada de toamnă a anului 2020 la Branîște.

În sectorul inferior al r.Prut efectivul fitoplanctonului în majoritatea cazurilor aparține algelor din grupa *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*) 90% cu valori mai ridicate în perioada de primăvara a anului 2020 la Cahul și toamna 2021 la Giurgiulești. Algele care au înregistrat un efectiv mai ridicat (60%) au fost din grupa *Chlorophyta* și s-au dezvoltat mai intensiv pe tot parcursul anilor 2020-2023, cu valori mai înalte înregistrate în vara anului 2023 la stația Cășlița-Prut. Efectivul algelor *Bacillariophyta* a avut o pondere destul de diferită variind între 10-100% cu valori mai ridicate în perioada de primăvară și vară. Ponderea algelor *Euglenophyta* și *Chrysophyta* în formarea efectivului fitoplanctonului a fost între 2-5%, ele fiind mai rar întâlnite în r.Prut. Biomasa algelor planctonice în sectorul inferior al r.Prut aparține în majoritate algelor *Bacillariophyta*-95%, cu excepția ponderii mai scăzute a acestora în perioada de vară a anului 2020 la Cășlița-Prut, când în majoritate se dezvoltau speciile din grupa *Euglenophyta*-40%. Ponderea algelor din grupa *Cyanophyta* conform biomasei înregistrate a fost între 1-40%, fiind mai ridicată în vara anului 2020 la Cășlița-Prut. Cel mai mic procent în formarea biomasei au avut algele *Chrysophyta*-1%, fiind atestate doar la st. Cășlița-Prut, în timpul verii anilor 2020 și 2023.

Astfel, în formarea efectivului fitoplanctonului r.Prut o contribuție majoră au avut algele din grupa *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*): *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet & Flahault, *Anabaena spiroides* Klebahn, *Merismopedia tenuissima* Lemmermann, *Oscillatoria lacustris* (Klebahn) Geitler, *Oscillatoria planctonica* Wołoszyńska, și *Synechocystis aquatilis* Sanv. Algele care au participat preponderent în formarea biomasei r.Prut au fost: *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W.Smith, *Cymatopleur solea* (Brébisson) W.Smith, *Cymbella lanceolata* (C.Agardh) Kirchner, *Diatoma vulgare* Bory var. *vulgare*, *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst, *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W.Smith, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg, *Surirella robusta* Ehrenberg.

O consecutivitate determinată a ponderii unor sau altor specii de alge se repetă din an în an, diferențele fiind în cea mai mare parte cantitative și condiționate de efectivul numeric al populațiilor. A fost stabilit că succesiunile sezoniere ale fitoplanctonului sunt determinate de un complex de factori, printre care rolul principal aparține temperaturii, luminii, dinamicii maselor de apă și concentrației elementelor nutritive, care determină periodicitatea dezvoltării algelor, ponderea acestora în diferite sectoare ale r.Prut, modificările densității populațiilor lor, dinamica sezonieră și succesiunile diferitor specii. Totodată, fluctuațiile sezoniere ale componenței specifice a comunităților algale sunt influențate în mare măsură de componența și structura cantitativă a zooplanctonului filtrator și al peștilor fitofagi.

Efectivul numeric al fitoplanctonului sectorului mijlociu al r.Prut pe parcursul anilor 2020-2023 a variat în limitele 0,33-26,14 mln cel./l, iar biomasa 0,42-18,77 g/m³ (Figura 1). În sectorului inferior al r.Prut efectivul numeric a variat în limitele 0,43-18,8 mln cel./l, iar biomasa între 0,96-20,63 g/m³ (Figura 2). Valori mai ridicate ale efectivului numeric în sectorul mijlociu al râului Prut au fost atestate la Leușeni în perioada de primăvară a anului 2021 (26,14 mln cel./l), cu biomasa 18,77 g/m³, cauzate de dezvoltarea intensivă a speciilor din grupele *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*) (6,26 mln cel./l) și *Chlorophyta* (13,43 mln cel./l), datorate dezvoltării înalte a speciilor *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria lacustris*, *Oscillatoria planctonica*, *Asterionella formosa* și *Chlorella vulgaris*. Valori mai ridicate ale efectivului și biomasei fitoplanctonului au fost atestate și în toamna anului 2022 la Leușeni (14,71 mln cel./l cu biomasa 4,53 g/m³) cu ponderea speciilor din grupa *Cyanophyta* (13,06 mln cel./l). (Figura 1).

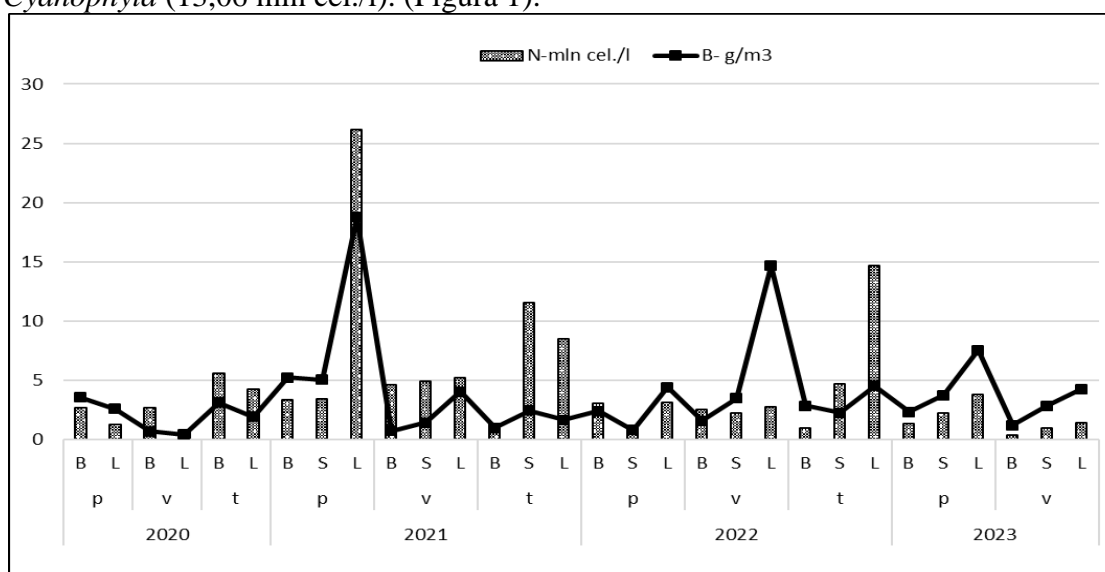


Fig. 1. Dinamica efectivului numeric (N-mln.cel./l) și biomasei (B-g/m³) fitoplanctonului al r.Prut, sect. mijlociu, 2020-2023 (B-Braniște, S-Sculeni, L-Leușeni, p-primăvara, v-vara, t-toamna).

În sectorul inferior al r.Prut valori mai ridicate ale efectivului numeric au fost atestate în vara anului 2020 la punctul de colectare Cășlița-Prut (18,8 mln cel./l) cu ponderea speciilor din grupa *Cyanophyta* (10,13 mln cel./l) și *Chlorophyta* (7,55 mln cel./l). În toamna anului 2021 valorile ridicate au fost atestate pe tot cursul sectorului inferior de la 11,61 mln cel./l pînă la 14,13 mln cel./l. Efectivul numeric ridicat a fost format de specii care se dezvoltau în cantități mari: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Synechocystis aquatilis* și *Chlorella vulgaris*.

În formarea biomasei sectorului inferior a râului Prut au participat algele din grupa *Bacillariophyta*. Valorile biomasei au fost mai ridicate la stația Cahul și Cășlița-Prut cu ponderea speciilor: *Amphora veneta*, *Cymbella lanceolata*, *Surirella robusta v. splendida*, *Cymatopleura solea*, *Diatoma vulgare v.lineare*, *Nitzschia sigmoidea*, care au masa individuală destul de mare. Valori mai ridicate ale biomasei fitoplanctonului au fost atestate în vara anului 2020 pe tot parcursul sectorului inferior al r.Prut, cu variații în limitele 11,24 -20,63 g/m³ (Figura 2).

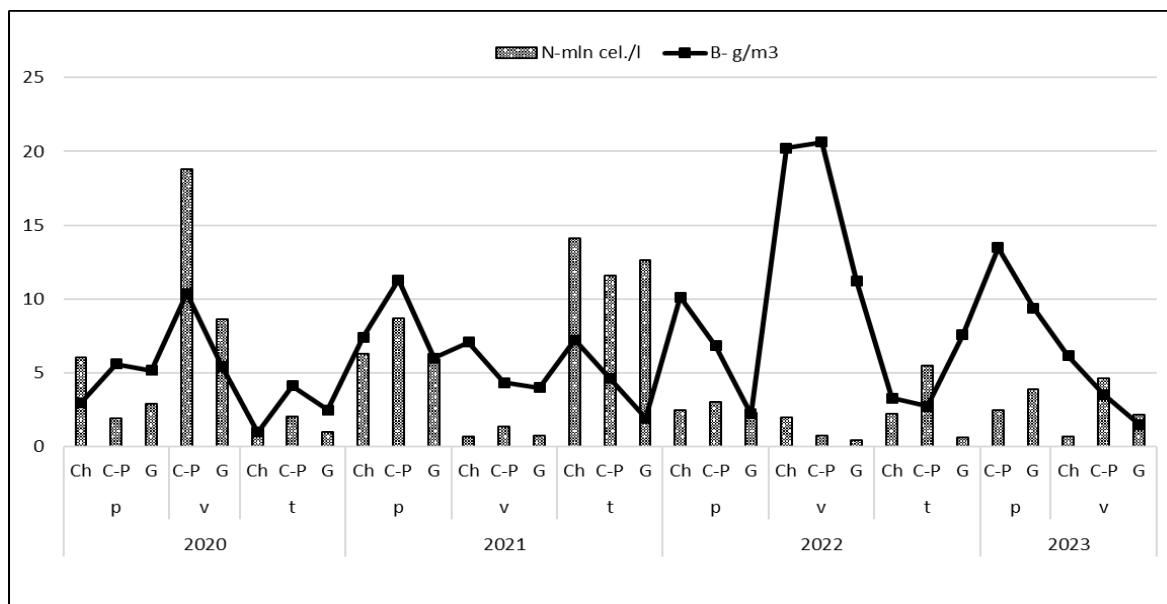


Fig. 2. Dinamica efectivului numeric (N- mln cel./l) și biomasei (B-g/m³) fitoplanctonului al r.Prut, sect. inferior, 2020-2023 (B-Braniște, S-Sculeni, L-Leușeni, p-primăvara, v-vara, t-toamna).

Pe parcursul investigațiilor în sectorul mijlociu al r.Prut (de la Branîște pînă la Leușeni) valorile biomasei au variat în limitele 0,42-18,77 g/m³ ceea ce se referă la categoria de troficitate „mezotrof” uneori „eutrof”. Cele mai ridicate valori ale biomasei fitoplanctonului au fost atestate în perioadele de primăvară și vară pe tot cursul râului. A fost stabilită tendința de micșorare a biomasei fitoplanctonului din primăvară spre toamnă. Valorile biomasei au depășit limitele categoriei de troficitate „eutrof” doar în vara anului 2022 la stațiile Cahul și Cășlița-Prut și se atribuiau categoriei de troficitate „politrofă” (Figura 1, 2).

Dezvoltarea și distribuția spațială a fitoplanctonului este influențată de o gamă vastă de factori ecologici abiotici și biotici, care influențează în complex și care la rândul lor sunt supuși unor variații sezoniere evidente, iar deseori factorii favorabili pentru o anumită specie din componența fitoplanctonului sunt limitatori pentru multe altele. Unul din factorii limitativi ai dezvoltării fitoplanctonului în r.Prut, în special în sectorul inferior al acestuia este transparența redusă a apei, care diminuează semnificativ parametrii cantitativi și intensitatea fotosintezei algelor.

Din numărul total de specii de alge, care au fost identificate în anii 2020-2023 – 65 sunt specii indicatoare ale saprobității apei. Cele mai multe dintre ele 55% sunt specii β-mesosaprobe, din care mai frecvent întâlnite au fost: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella kuetzingiana*, *Diatoma vulgare v.vulgare*, *Gomphonema olivaceum*, *Gyrosigma acuminatum*, *Nitzschia sigmaidea*, *Synedra acus*, *Synedra ulna*, *Scenedesmus quadricauda*. Speciile α-mesosaprobe au constituit cca 9% la care se referă: *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia acicularis*, *Hantzschia amphioxys*, *Euglena polymorpha*. 12% se referă la speciile o-β mesosaprobe: *Anabaena spiroides*, *Microcystis pulvereae*, *Amphora ovalis*, *Asterionella formosa*, *Melosira italica*, *Crucigenia tetrapedia*. Speciile β-α-mesosaprobe -8% au fost constituite din algele: *Cymatopleura solea*, *Navicula cincta*, *Navicula hungarica v.capitata*, *Euglena oxyuris*. Specii β-o-mesosaprobe (*Navicula gracilis*, *Euglena hemicromata*) și o-oligosaprobe (*Ceratium hirundinella*, *Dinobryon sertularia*) au constituit circa 10%. Specii α-β-mesosaprobe (*Cyclotella meneghiniana*, *Crucigenia rectangularis*), ρ-α-mesosaprobe (*Chlorella vulgaris*) și χ-csenosaprobe (*Fragilaria virescens*) - 7% (Figura 3).

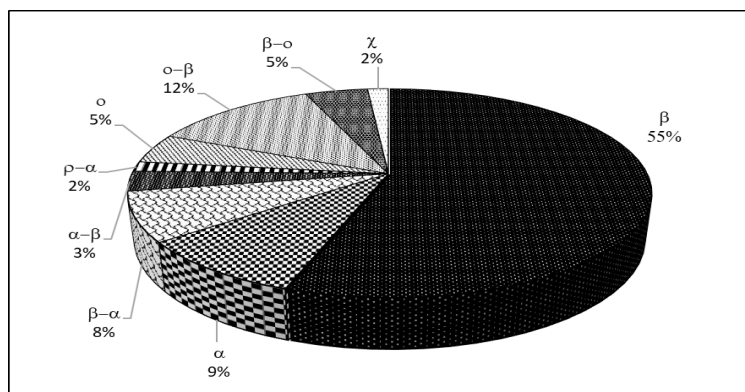


Fig. 3. Distribuția speciilor indicatoare din componența fitoplanctonului râului Prut în zonele de saprobitate în 2020-2023.

În perioada 2020-2023 în r.Prut au predominat speciile β-mesosaprobe, iar valorile indicelui saprobic variază în limitele 1,52-2,3 primăvara, 1,7-2,33 vara și între 1,32-2,28 toamna, fiind mai scăzute la st. Branîșie în perioada de primăvară pe tot cursul anilor și se încadrează în limitele calității apei I-II (bună). Cele mai ridicate valori a indecelui de saprobitate au fost atestate la stațiile Leușeni în primăvara anului 2021, Cășlița-Prut în toamna anului 2022, Cahul în vara anului 2022 și Giurgiulești pe parcursul perioadei de primăvară (Figura 4). În majoritatea cazurilor valorile indecelui de saprobitate se încadrează în limitele zonei β-mesosaprobe și clasei calității apei II-a și III-a (bună-poluată moderat).

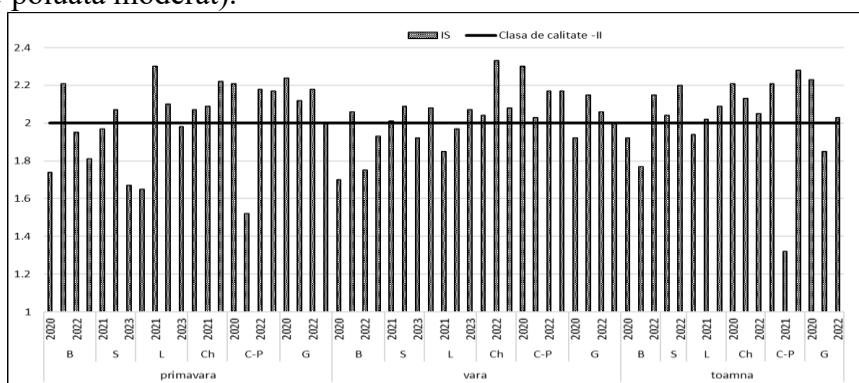


Fig. 4. Variațiile valorilor indicelui saprobității în r.Prut (B-Branîște, S-Sculeni, L-Leușeni, Ch-Cahul, C-P-Cășlița-Prut, G-Giurgiulești) în 2020-2023.

CONCLUZII.

1. Baza floristică a fitoplanctonului râului Prut a fost reprezentată de 6 grupe taxonomice: *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*), *Bacillariophyta*, *Pyrrophyta*, *Chrysophyta*, *Euglenophyta*, *Chlorophyta*.
2. Dezvoltarea și distribuția spațială a fitoplanctonului este influențată de o gamă vastă de factori ecologici abiotici și biotici, care influențează în complex și care la rândul lor sunt supuși unor variații sezoniere evidente.
3. Unul din factorii limitativi ai dezvoltării fitoplanctonului în r. Prut, în special în sectorul inferior al acestuia este transparența redusă a apei, care diminuează semnificativ parametrii cantitativi și intensitatea fotosintezei algelor.
4. Efectivul numeric al fitoplanctonului sectorului mijlociu al r. Prut pe parcursul anilor 2020-2023 a variat în limitele 0,33-26,14 mln cel./l, iar biomasa 0,42-18,77 g/m³.
5. În sectorului inferior al r.Prut efectivul numeric a variat în limitele 0,43-18,8 mln cel./l, iar biomasa între 0,96-20,63 g/m³
6. Conform valorilor biomasei fitoplanctonului râul Prut poate fi atribuit categoriei ecosistemelor „mezotrofe” periodic „eutrofe”.

7. În componența fitoplanctonului r.Prut predomină speciile β -mezosaprobe, iar conform valorilor indicelui saprobic al fitoplanctonului calitatea apei se atribuie claselor II-III (bună-poluată moderat).

Investigațiile sunt realizate în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactul poluanților, stabilirea legăturilor funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor – AQUABIO (Program de Stat 2020-2023).

REFERINȚE

1. SOMMERWERK, N.; BLOESCH, J.; BAUMGARTNER, C.; BITTL, T.; CERBA, D.; CSANYI, B.; DAVIDEANU, G.; DOKULIL, M.; FRANK, G.; GRECU, I.; HEIN, T.; KOVAC, V.; NICHERSU, I.; MIKUSKA, T.; PALL, K.; PAUNOVIC, M.; POSTOLACHE, C.; RAKOVIC, M.; SANDU, C.; JACOBY, M.; STEFKE, K.; TOCKNER, K.; TODERAȘ, I.; UNGUREANU, L. The Danube River Basin. In: book "Rivers of Europe" Second edition, ed. Klement Tockner, Christiane Zarfl, Christopher T. Robinson, 2021, Chapter 3, pp. 83-180. Elsevier Amsterdam, Netherlands, Kidlington, Oxford, Cambridge, United Kingdom, United States ISBN: 978-0-08-102612-0 (eBook ISBN: 9780081026137)
2. Regulament cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață. Anexa 1. publicat: 22.11.2013 în Monitorul Oficial Nr.262-267, art. Nr.1006, 2013, p. 32-39.
3. TUMANOVA, D.; UNGUREANU, L. Phytoplankton state and water quality in the Prut River. In: MONITOX International Conference "Environmental Toxicants in Freshwater and Marine Ecosystems in the Black Sea Basin" that took place at the Central Administration Hall of the International Hellenic University (IHU), Kavala Greece from 8th – 11th of September, 2020. p.73.
4. UNGUREANU, L.; TUMANOVA, D. Diversitatea și structura fitoplanctonului –indicatori ai statutului trofic și calității apei râului Prut. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Seria "Științele vieții". 2014, 3(324), p.165-170. ISSN 1857-064X
5. UNGUREANU, L.; TUMANOVA, D. *Sampling of fitoplankton*. În Ghid de prelivare a probelor hidrochimice și hidrobiologice=Hydrochemical and hydrobiological sampling guidance. Progr. Operațional Comun România-Ucraina-Republica Moldova 2007-2013; Chișinău 2015; p.12-14
6. UNGUREANU, L.; TUMANOVA, D. The seasonal dynamics of phytoplankton and water quality in the Prut river lower sector. Actual problems of protection and sustainable use of the Animal World diversity. Internațional Conference of Zoologists. Chishinau, 2021. p. 50
7. UNGUREANU, L.; TUMANOVA, D.; UNGUREANU, G. În îndrumar metodic: *Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice*. / Acad. de Științe a Moldovei, Inst.de Zoologie, Univ. Acad. de Științe a Moldovei Chișinău 2015; p. 41-45
8. UNGUREANU, L.; ZUBCOV, E.; TUMANOVA, D.; BAGRIN, N.; CIORBA, P.; UNGUREANU, G. Factorii determinanți ai dezvoltării fitoplanctonului în râul Prut. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. Articole de fond*. Chișinău 2020, N2 (341) p. 39-46 ISSN 1857-064X.
9. UNGUREANU, L.; TODERAȘ, ION.; TUMANOVA, D.; UNGUREANU, G.; MELNICIUC, C. Diversity and phytoplankton functioning in Prut river. *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Mathematics, physics, theoretical mechanics. Fascicle II, year V(XXXVI) 2013, no. 2. P. 128-231.*
10. UNGUREANU, L.; TUMANOVA, D.; Ene, A. Phytoplankton state of Prut Lakes. *Book of Abstracts. International Conference "Environmental Challenges in Lower Danube Euroregion"*. Casa Cărții de Știință Cluj-Napoca, 2015, P. 27-28.
11. UNGUREANU, L.; TUMANOVA, D.; MELNICIUC, C.; UNGUREANU, G. Diversity and qualitative structure of green algae in the main aquatic ecosystems of the Republic of Moldova. *Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii. Tom. 29, No. 2/2013 ISSN 1454-6914. P. 64-71.*
12. UNGUREANU, L.; TUMANOVA, D.; UNGUREANU, G. The seasonal dynamics of phytoplankton and water quality in the Prut River Lower sector. In: *The X-th International Conference of Zoologists "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 the 60th from the foundation of the Institute of Zoology*, 16-17 September 2021 / editors: Ungureanu Laurenția (chief editor) [et al.]. – Chișinău: S. n., (F.E.-P. "Tipografia Centrală"), pp. 50-54. ISBN 978-9975-157-82-7 <https://doi.org/10.53937/icz10.2021.07>

CZU 574.583(478:282.243.758):591 DOI:<https://doi.org/10.53937/sea2023.08>

DEZVOLTAREA ZOOPLANCTONULUI RÂULUI PRUT ÎN CONDIȚIILE IMPACTULUI FACTORILOR DE MEDIU

Liubovi LEBEDENCO
lebedenco.asm@mail.ru

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie

Rezumat

Lucrarea include rezultatele cercetării dezvoltării zooplanctonului în apele r. Prut în perioada anilor 2020-2023. Este prezentată componența specifică, dinamica sezonieră, spațială și multianuală a efectivului, biomasei și valorilor indicelui saprobic al zooplanctonului. În perioada de studiu în componența zooplanctonului au fost identificate 99 de specii. Printre speciile zooplanctonice înregistrate predomină cele β -mezosaprobe, oligo- și oligo- β -mezosaprobe, ceea ce denotă starea ecologică relativ bună a ecosistemului r. Prut. Calitatea apei ecosistemului r. Prut, apreciată în baza parametrilor comunităților zooplanctonice, se caracterizează ca foarte bună și bună, încadrându-se în clasele I-a și a II-a de calitate.

Cuvinte-cheie: zooplancton, râul Prut, diversitate, efectiv, biomasă, calitatea apei

INTRODUCERE

În ecosistemele acvatice comunitatea zooplanctonică reprezintă o importantă componentă biotică în ciclul materiei organice și fluxul de energie în procesele funcționării și menținerii echilibrului ecologic al ecosistemului acvatic, fiind o verigă de legătură în lanțurile trofice între producătorii primari și consumatorii de gradul doi. Studiul complex vizând diversitatea, structura, particularitățile dinamicii, formării și restructurării, dar și aspectele funcționării comunităților zooplanctonice este parte componentă în estimarea legităților funcționării hidrobiocenozelor în condițiile schimbării mediului de trai.

Factorii ecologici, fiind interdependenți, au o influență complexă asupra dezvoltării zooplanctonului r. Prut, a caracteristicilor lui calitative și cantitative. Modificările în structura, dinamica și dezvoltarea comunităților zooplanctonice sub influența factorilor de mediu și antropici, în contextul sporirii încărcăturii antropice și a schimbărilor climatice globale, în mod direct pot afecta funcționarea întregului ecosistem.

MATERIALE ȘI METODE

Probele zooplanctonice au fost prelevate în zona litorală a r. Prut la 7 stațiuni de prelevare: Costeșt-Stânca, Braniște, Sculeni, Leușeni, Cahul, Cășlița-Prut, Giurgiulești. În total în decursul anilor 2020-2023 au fost prelevate 92 de probe zooplanctonice sezoniere.

Prelevarea zooplanctonului a fost efectuată conform metodelor unificate de colectare și prelucrare a probelor hidrobiologice [1-4]. Prelevarea s-a realizat prin filtrarea a 100 litri de apă printr-un fileu planctonic Apștein (№ 55). Materialul zooplanctonic colectat a fost fixat cu soluție de lugol sau formol imediat după prelevare. Organismele zooplanctonice au fost numărate cu ajutorul camerei Bogorov, în două sau trei repetări, folosind binocularul stereo zoom Discovery V8 (ZEISS). Efectivul (N) organismelor zooplanctonice a fost exprimat prin numărul de indivizi la 1 m³ și prezintă un parametru esențial în caracterizarea din punct de vedere cantitativ a comunităților biotice. Identificarea speciilor zooplanctonice a fost efectuată cu ajutorul microscopului Axio Imager A2 (ZEISS), utilizând determinatoarele și literatura specializată [5-8]. Biomasa (B, mg/m³) comunităților zooplanctonice a fost calculată prin înmulțirea densității cu masele individuale medii ale fiecărei specii.

Starea ecosistemelor acvatice investigate, ca și calitatea apei, a fost estimată prin analiza saprobiologică bazată pe principiile propuse de sistemul saprobionților. Evaluarea claselor de calitate a

apelor r. Prut conform comunităților zooplanctonice a fost efectuată conform valorilor-limită (fitoplanctonice) prezentate în anexa nr.1 ”Cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață” a Regulamentului privind cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață (2013) [9].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Zooplanctonul r. Prut în perioada anilor 2020-2023 a fost reprezentat de 99 de specii din trei grupe: Rotatoria – 70 de specii, Copepoda – 11 și Cladocera – 18 specii. Ca și în alți ani de monitorizare, zooplanctonul este predominant de rotifere care au constituit 71% din componența specifică a r. Prut (Tabelul 1).

Tab. 1. Diversitatea specifică a zooplanctonului identificat în perioada anilor 2020-2023 în râul Prut (limitele Republicii Moldova)

Denumirea taxonomică	S	biotop	r.Prut							
			C-S	B	S	L	C	C-P	G	
Rotatoria										
Familia Philodinidae										
Genul <i>Philodina</i> Ehrenberg, 1830									+	
<i>Philodina citrina</i> Ehrenberg, 1832	o-b, 1,0	L								+
Genul <i>Dissotrocha</i> Bryce, 1910										
<i>Dissotrocha aculeata</i> (Ehrenberg, 1832)	o-b, 1,6									+
Genul <i>Rotaria</i> Scopoli, 1777										
<i>Rotaria citrina</i> (Ehrenberg, 1838)	o, 0,9	L/P								+
<i>Rotaria neptunia</i> (Ehrenberg, 1832)	p, 3,8	L/B						+		+
<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas, 1766)	a, 3,25	L/P								+
Familia Testudinellidae										
Genul <i>Pompholyx</i> Gosse, 1851										
<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1885	b, 1,8	P	+							
Genul <i>Testudinella</i> Bory de St. Vincent, 1826										
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	b, 1,85	L/P						+		+
Familia Filiniidae										
Genul <i>Filinia</i> Bory de St. Vincent, 1824										
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	b, 2,35	P		+				+	+	+
<i>Filinia opoliensis</i> Zacharias, 1898	o-b, 1,5	P						+		+
Familia Conochilidae										
Genul <i>Conochilus</i> Ehrenberg, 1834										
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	o, 1,3	P	+							
Familia Lecanidae										
Genul <i>Lecane</i> Nitzsch, 1827										
<i>Lecane (Monostyla) bulla</i> (Gosse, 1886)	o, 1,35	L						+		+
<i>Lecane (Monostyla) closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	o, 1,0	L	+	+				+		
<i>Lecane (Monostyla) scutata</i> (Harring et Myers, 1926)	o, 1,0	L		+		+				
<i>Lecane</i> (s. str.) <i>luna</i> (Müller, 1776)	o-b, 1,5	L/P	+	+	+					+
<i>Lecane</i> (s. str.) <i>ungulata</i> (Gosse, 1887)	o-b, 1,5	L		+	+			+		
Familia Epiphanidae										
Genul <i>Rhinoglena</i> Ehrenberg, 1853										
<i>Rhinoglena frontalis</i> Ehrenberg, 1853	b, 2,0	L				+	+	+		+
Familia Euchlanidae										
Genul <i>Euchlanis</i> Ehrenberg, 1832										

<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	o, 1,0	L/P		+					
Genul <i>Lophocharis</i> Ehrenberg, 1838									
<i>Lophocharis oxystemon</i> (Gosse, 1851)	o, 1,2	L					+	+	
Familia Asplanchnidae									
Genul <i>Asplanchna</i> Gosse, 1850									
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	o-b, 1,5	P	+					+	
Familia Notommatidae									
Genul <i>Cephalodella</i> Bory de St.Vincent 1826									
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	b, 2,0	L		+					
<i>Cephalodella ventripes</i> (Dixon-Nuttal, 1901)	o-b, 1,5	L	+		+				
Familia Trichocercidae									
Genul <i>Trichocerca</i> Lamarck,1801									
Subgenul <i>Diurella</i> Bory de St. Vincent.									
<i>Trichocerca (Diurella) tenuior</i> (Gosse, 1886)	o, 1,1	L	+		+				
Subgenul <i>Trichocerca</i> Lamarck, 1801									
<i>Trichocerca (s. str.) capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	o, 1,0	L/P	+	+	+				
<i>Trichocerca (s.str.) pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	o-b, 1,5	L	+	+					
<i>Trichocerca (s. str.) rattus</i> (Müller, 1776)	o-b, 1,5	L						+	
Familia Gastropodidae									
Genul <i>Ascomorpha</i> Perty, 1850									
<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)		L	+	+					
Familia Synchaetidae									
Genul <i>Polyarthra</i> Ehrenberg,1834									
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	b, 1,5	P	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polyarthra euryptera</i> Wierzejski, 1891	o, 1,2	P	+						
<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900	o, 1,2	P	+	+		+			
<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	o, 1,0	P		+		+		+	+
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	b, 1,85	P	+	+					
Genul <i>Bipalpus</i> Wierzejski et Zacharias, 1893									
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)	o, 1,0	P	+						
Genul <i>Synchaeta</i> Ehrenberg, 1832									
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831	b, 1,75	P	+	+	+	+	+	+	+
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	o-b, 1,65	P	+	+				+	
Cladocera									
Familia Dicranophoridae									
Genul <i>Dicranophorus</i> Nitzsch, 1827							+		
Familia Sididae Baird, 1850									
Genul <i>Diaphanosoma</i> Fischer, 1850									
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	o-b, 1,4	P	+	+				+	+
Genul <i>Limnosida</i> Sars, 1862									
<i>Limnosida frontosa</i> Sars, 1862	o, 1,3	P	+						
Familia Daphniidae Straus, 1820									
Genul <i>Daphnia</i> O.F. Müller, 1785									
Subgenul <i>Daphnia</i> O.F.Müller, 1785									
<i>Daphnia (Daphnia) cucullata</i> Sars, 1862	b, 1,75	P	+	+					
<i>Daphnia (Daphnia) galeata</i> Sars, 1864	o, 1,0	P	+	+					
<i>Daphnia (Daphnia) curvirostris</i> Eylmann, 1887	b, 2,3	P/L	+	+					

<i>Daphnia (Daphnia) longispina</i> O.F.Müller, 1785	b, 2,05	P		+	+				
<i>Daphnia (Daphnia) pulex</i> Leydig, 1860	a, 2,8	P/L		+					
Familia Macrothricidae Norman et Brady, 1867									
Genul <i>Macrothrix</i> Baird, 1843									
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	b, 1,7	B		+					
Familia Bosminidae Baird, 1845									
Genul <i>Bosmina</i> Baird, 1845									
Subgenul <i>Bosmina</i> Baird, 1845									
<i>Bosmina (Bosmina.) longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	o-b, 1,55	P	+						
Familia Chydoridae Dybowski et Grochowski, 1894									
Subfamilia Aloninae Frey, 1967									
Genul <i>Alona</i> Baird, 1843									
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)	o, 1,1	L			+				
<i>Alona costata</i> Sars, 1862	o, 1,3	L					+		
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	o-b, 1,5	L						+	+
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller, 1785)	o-b, 1,4	L	+						
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	o, 1,3	L	+	+				+	+
Genul <i>Leydigia</i> Kurz, 1875									
<i>Leydigia leydigii</i> (Schoedler, 1863)	b, 2,0	B						+	
Subfamilia Chydoridae Dybowski et Grochowski, 1894									
Genul <i>Chydorus</i> Leach, 1816									
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1785)	o-b, 1,75	L/B		+	+		+	+	+
Genul <i>Disparalona</i> Fryer, 1968									
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	o, 1,3	P	+						
Familia Leptodoridae Lilljeborg, 1861									
Genul <i>Leptodora</i> Lilljeborg, 1861									
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	o-b, 1,65	P	+						
Copepoda									
Familia Temoridae G.O. Sars, 1863									
Genul <i>Eurytemora</i> Giesbrecht, 1881									
<i>Eurytemora velox</i> (Lilljeborg, 1853)		P		+					
Familia Diaptomidae G.O. Sars, 1903									
Subfamilia Diaptominae Kiefer, 1932									
Genul <i>Eudiaptomus</i> Kiefer, 1932									
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)	o, 1,25	P	+	+	+				
<i>Eudiaptomus vulgaris</i> (Schmeil, 1898)	b, 1,7	P	+	+	+				
Familia Cyclopidae									
Subfamilia Eucyclopinae									
Genul <i>Eucyclops</i> Claus, 1893									
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	b, 1,85	L						+	+
Genul <i>Paracyclops</i> Claus, 1893									
<i>Paracyclops fimbriatus</i> s. lat. (Fischer, 1853)	o, 1,25	L	+				+		
Genul <i>Ectocyclops</i> Brady, 1904									
Subfamilia Cyclopinae									
Genul <i>Cyclops</i> Muller, 1776									
<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875 (s. lat)	b, 2,15	P	+	+					+

Genul <i>Megacyclops</i> Kiefer, 1927								
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	o-b, 1,65	L	+	+				
Genul <i>Acanthocyclops</i> Kiefer, 1927								
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	b, 1,85	P/L	+					
Genul <i>Microcyclops</i> Claus, 1893								
<i>Microcyclops varicans</i> (Sars, 1863)	o, 1,0	L	+	+		+	+	
Genul <i>Thermocyclops</i> Kiefer, 1927								
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)		P		+				+
Genul <i>Cryptocyclops</i> Sars, 1927								
<i>Cryptocyclops bicolor</i> (Sars, 1863) (s.lat.)	o, 1,3	L	+					
Prescurtări în tabel: C-S – Costești-Stânca, B – Braniște, S – Sculeni, L – Leușeni, C – Cahul, C-P - Cășlița-Prut, G – Giurgiulești; s – zona saprobității								

Valorile maxime ale numărului de specii zooplanctonice pe cursul r. Prut au fost înregistrate la stațiunile Cășlița-Prut și Giurgiulești – 47 și 44 de specii, respectiv (Figura 1).

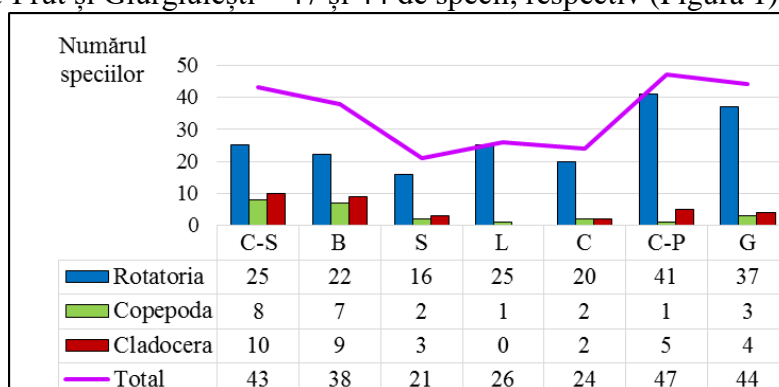


Fig. 1. Numărul de specii din grupele principale de zooplancton și numărul total din habitate pe cursul r. Prut, anii 2020-2023 (C-S – Costești-Stânca, B – Braniște, S – Sculeni, L – Leușeni, C – Cahul, C-P – Cășlița-Prut, G – Giurgiulești)

La stațiunea Costești-Stânca zooplanctonul a fost reprezentat de 43 de specii, dintre care rotiferile au constituit 25 de specii, copepodele – 8 specii și cladocerele – 10 specii. Condițiile hidrologice (lentic) ale lacului de acumulare Costești-Stânca s-au reflectat și asupra aportului crustaceelor inferioare (cca 45 %) în diversitatea zooplanctonului sectorului medial (sectorul Costești-Stânca – Braniște) al r. Prut.

Aportul grupelor principale în formarea diversității specifice a zooplanctonului în diferite habitate pe cursul râului demonstrează predominarea rotiferelor de peste 80% de la stațiunea Leușeni până la stațiunea Giurgiulești (Figura 2).

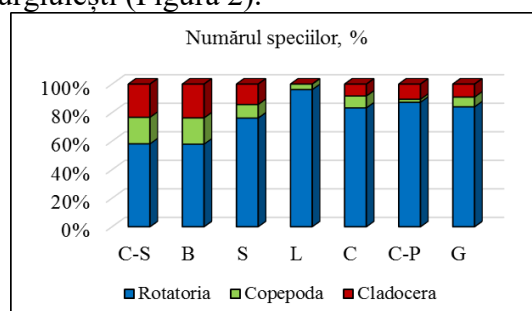


Fig. 2. Aportul grupelor principale în diversitatea specifică a zooplanctonului pe cursul r. Prut, anii 2020-2023 (C-S – Costești-Stânca, B – Braniște, S – Sculeni, L – Leușeni, C – Cahul, C-P – Cășlița-Prut, G – Giurgiulești)

Analiza datelor a pus în evidență reducerea esențială a grupului Cladocera în aval de stațiunea Braniște. De accentuat că la stațiunea Leușeni în decursul anilor 2020-2023 cladocerele nu

au fost înregistrate în componența zooplanctonului. Diminuarea cladocerelor – grupul cel mai sensibil la poluarea antropică – este determinată de apele râului Jijia, afluent de dreaptă al r. Prut care se revarsă în amonte de stațiunea de prelevare Leușeni, și de influența apelor uzate pătrunse în râu. Lipsa cladocerelor în componența zooplanctonului la Leușeni a fost remarcată și anterior, mai exact în anul 2003. Copepodele, ca și cladocerele, au înregistrat o descreștere a numărului de specii din sectorul medial al râului spre sectorul inferior.

Componența specifică a zooplanctonului r. Prut și lacului de acumulare Costești-Stânca a fost determinată, în mare parte, de complexul speciilor tipice, cosmopolite și larg răspândite. Totodată, în componența zooplanctonului r. Prut au fost atestate unele specii care în ultimele două decenii nu au fost identificate. Așa, *Bipalpus hudsoni* (Imhof, 1891) a fost identificată la Costești-Stânca în toamna anului 2023, specia dată fiind considerată drept caracteristică pentru r. Prut de către alți specialiști [10]. Rotiferul *Dissotrocha aculeata* (Ehrenberg, 1832), care nu a fost semnalat anterior în diversitatea zooplanctonului din ecosistemul r. Prut [10], a fost înregistrat la Cășlița-Prut în iarna anului 2023.

Din numărul total de 99 de specii de zooplancton identificate în anii 2020-2023 în r. Prut, 95 sunt specii indicatoare ale saprobității apei. Printre speciile zooplanctonice înregistrate predomină cele β -mezosaprobe, oligo- și oligo- β -mezosaprobe, ceea ce denotă starea ecologică relativ bună a ecosistemului r. Prut. Cele mai numeroase au fost speciile β -mezosaprobe (35%), dintre care cele mai frecvent întâlnite au fost: *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta oblonga*, *Brachionus budapestinensis*, *Brachionus diversicornis*, *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus leydigii*, *Brachionus urceus*, *Filinia longiseta*, *Rhinoglena frontalis*, *Eudiaptomus vulgaris*, *Cyclops vicinus*, *Daphnia (Daphnia) cucullata*. Speciile o-oligosaprobe au constituit 34% din speciile indicatoare. La acest grup se referă speciile: *Lecane (Monostyla) bulla*, *Lecane (Monostyla) closterocerca*, *Keratella cochlearis*, *Notholca acuminata*, *Lepadella (s. str.) ovalis*, *Trichocerca (s. str.) capucina*, *Polyarthra remata*, *Polyarthra major*, *Daphnia (Daphnia) galeata*, *Alona rectangula*, *Microcyclops varicans*. Speciile indicatoare ale zonei o- β -mezosaprobe au constituit 26%, fiind reprezentate de: *Lecane (s. str.) luna*, *Euchlanis dilatata*, *Keratella quadrata*, *Notholca squamula*, *Synchaeta pectinata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus sphaericus*, *Megacyclops viridis*. Speciile β - α -mezosaprobe (*Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*) și α -mezosaprobe (*Rotaria rotatoria*, *Daphnia (Daphnia) pulex*) au constituit 2%, fiind reprezentate de câte 2 specii fiecare, iar cele ρ -saprobe au constituit 1%, fiind reprezentate de *Rotaria neptunia* (Tabelul 1, Figura 3).

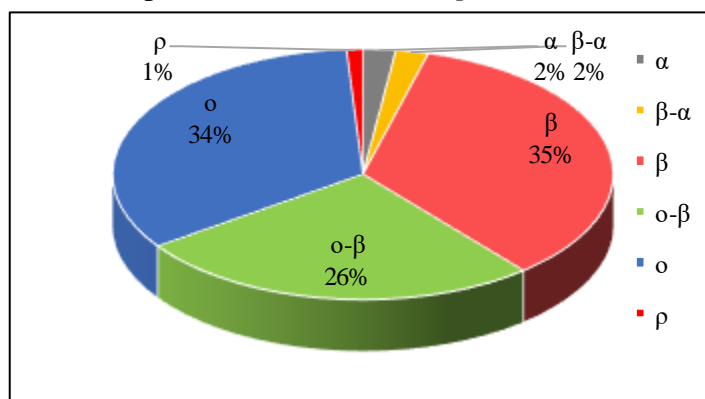


Fig 3. Distribuția speciilor indicatoare din componența zooplanctonului r. Prut pe zone de saprobitate, anii 2020-2023.

Dinamica comunităților zooplanctonice este asociată cu schimbările constante ale condițiilor de trai și este determinată de diferiți factori, precum temperatura, nivelul apei, viteza apei, conținutul de substanțe nutritive etc.

În perioada 2020-2023, parametrii cantitativi ai zooplanctonului ecosistemului r. Prut au demonstrat diferențe semnificative în funcție de habitat (Tabelul 1, 2). În anul 2020 valori ridicate

ale efectivului numeric au fost atestate la Cășlița-Prut (70,05 mii ind./m³) datorită dezvoltării rotiferelor, iar ale biomasei – la Costești-Stânca (877,34 mg/m³) datorită aportului cladocercilor, în special, în sezonul de vară al acestui an. Anul 2021 s-a caracterizat printr-o dezvoltare moderată a zooplanctonului în r. Prut, înregistrând maxime la stațiunea Braniște – 49,56 mii ind./m³ ca efectiv și 148,66 mg/m³ ca biomasă. În anul 2022 zooplanctonul r. Prut a înregistrat valori ale efectivului și biomasei destul de mari, situându-se în limitele 0,69-225,25 mii ind./m³ și 2,92-788,77 mg/m³, respectiv. Dezvoltarea zooplanctonului în 2022 în toate anotimpurile a avut aceeași dinamică pe cursul râului și anume dezvoltarea maximă la stațiunea Costești-Stânca, urmată de scăderea constantă până la stațiunea Leușeni, unde au fost stabilite valorile minimale și, ulterior, creșterea lui treptată de la Cahul până la Giurgiulești (Tabelul 2).

Tab. 2. Dinamica efectivului (ind./m³) și biomasei (mg/m³) zooplanctonului în r. Prut, anii 2020-2023.

Anul	Costești-Stânca	Braniște	Sculeni	Leușeni	Cahul	Cășlița-Prut	Giurgiulești
Efectivul, mii ind./m³							
2020	22,77	7,97		7,52	4,33	70,05	31,07
2021	39,16	49,56	13,64	1,35	3,69	23,50	16,84
2022	225,25	9,88	3,36	0,69	0,83	2,13	7,27
2023	51,48	6,17	1,61	2,08	2,08	13,01	18,65
media	84,6	18,4	6,2	3,0	2,7	27,2	18,4
Biomasa, mg/m³							
2020	877,34	151,01		19,31	7,09	218,19	97,18
2021	94,89	148,66	53,26	0,50	3,70	28,21	20,67
2022	788,77	85,65	13,48	2,92	3,98	15,39	20,60
2023	265,48	124,68	6,05	7,37	4,24	23,14	108,11
media	506,62	127,50	24,26	7,52	4,75	71,23	61,64

În anul 2023 zooplanctonul a înregistrat valorile mai superioare în sectorul medial al râului Prut, stațiunile Costești-Stânca – Braniște, efectivul constituind 51,48 mii ind./m³ și 6,17 mii ind./m³, respectiv, iar biomasă – 265,48 mg/m³ și 124,68 mg/m³, respectiv.

Cele mai mici valori ale efectivului și biomasei zooplanctonului r. Prut în decursul perioadei 2020-2023 au fost atestate în sectorul Sculeni – Cahul, unde în medie au variat în limitele 2,7-6,2 mii ind./m³ și, corespunzător, 4,75-24,26 mg/m³. Această porțiune a r. Prut este mai puțin favorabilă pentru dezvoltarea zooplanctonului, fapt care a fost înregistrat și în alte perioade de monitorizare.

Statutul trofic al ecosistemului r. Prut a fost stabilit în baza valorilor biomasei zooplanctonului [11]. Cele mai mari valori ale biomasei au fost înregistrate la stațiunea Costești-Stânca – 0,51 g/m³, ce atribuie sectorul dat de râu la categoria de troficitate mezotrof, urmată de stațiunea Braniște cu valorile biomasei de 0,13 g/m³, încadrându-se în categoria de troficitate oligomezotrof. În aval pe cursul râului de la stațiunea Sculeni până la stațiunea Giurgiulești au fost înregistrate valori ale biomasei mai reduse, oscilând în limitele 0,005-0,071 g/m³ și încadrându-se în categoria oligotrof. În dinamică multianuală, ecosistemul r. Prut, conform valorilor biomasei zooplanctonului, s-a caracterizat că oligomezotrof în anii 2020 (0,23 g/m³) și 2022 (0,13 g/m³) și oligotrof în anii 2021 și 2023, cu valorile biomasei de 0,50 g/m³ și, respectiv, 0,77 g/m³. Dezvoltarea organismelor zooplanctonice de talie mare, în special, cladocere și copepode în stadiul de adult, au influențat nemijlocit atât dinamica biomasei zooplanctonului pe cursul râului, cât și dinamica anuală.

Analiza aportului grupelor principale în formarea efectivului și biomasei zooplanctonului r. Prut a scos în evidență sporirea dezvoltării rotiferelor în anul 2021, cu o pondere de 87% în formarea efectivului și de 64% în formarea biomasei (Figura 4). Totodată, în decursul anului 2020 condițiile climaterice au condiționat regimul hidrologic instabil care s-a reflectat asupra structurii comunităților zooplanctonice: a avut loc o creștere moderată a cladocercilor, ceea ce a influențat

considerabil biomasa zooplanctonului r. Prut. Dinamica copepodelor nu a fost marcată de modificări esențiale în anii 2020-2023.

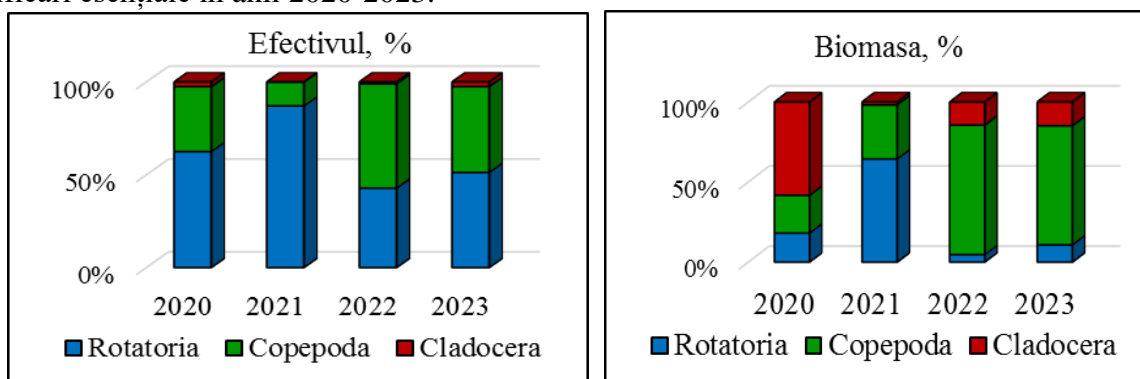


Fig. 4. Dinamica multianuală a aportului grupelor principale de zooplancton în ecosistemul r.Prut.

În dinamica sezonieră pe cursul râului au fost atestate variații semnificative ale efectivului numeric și biomasei zooplanctonului, determinate în mare parte de condițiile ecologice ale habitatului și dezvoltarea speciilor zooplanctonice în el. Între efectivul numeric și biomasa zooplanctonului r. Prut a fost observată o corelație, având coeficientul de corelație 0,69 (Figura 5).

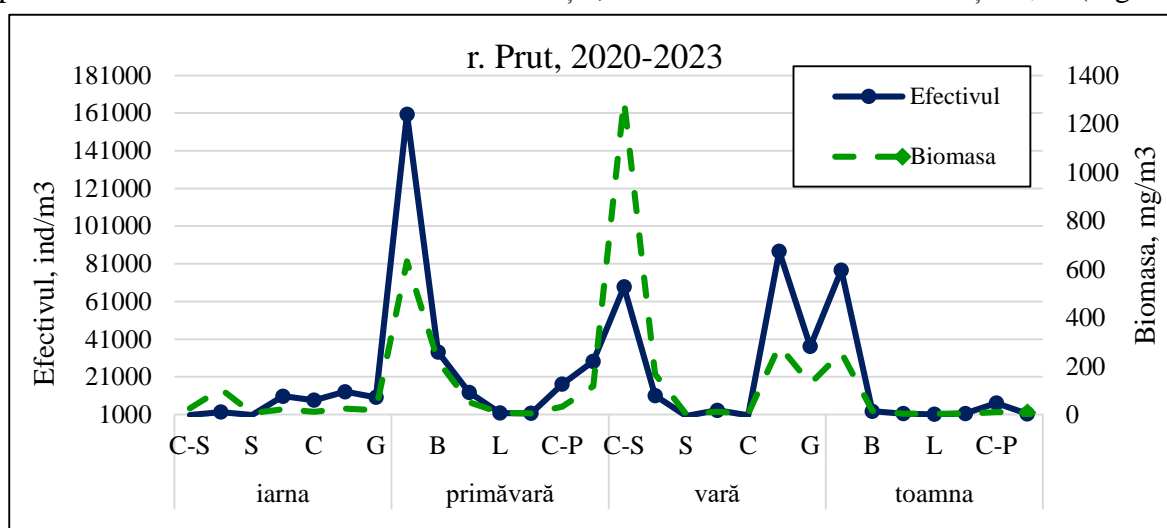


Fig. 5. Dinamica sezonieră a efectivului numeric și biomasei zooplanctonului r.Prut, anii 2020-2023.

În aspect sezonier, efectivul numeric al zooplanctonului r. Prut în anii 2020-2023 (Tabelul 3) a variat în limite destul de mari, de exemplu, 0,69-13,10 mii ind./m³ în sezonul de iarnă, înregistrându-se valori mai ridicate ale efectivului numeric în sectorul inferior al râului.

Tab. 3. Parametrii cantitativi ai zooplanctonului râului Prut în aspect sezonier, anii 2020-2023

Sezon	Costești-Stânca	Braniște	Sculeni	Leușeni	Cahul	Câșlița-Prut	Giurgiuiești
Efectivul, mii ind/m3							
iarnă	0,79	2,27	0,69	10,74	8,58	13,10	10,13
primăvară	160,42	34,14	12,77	1,81	1,61	17,12	29,23
vară	68,72	11,08	0,17	3,27	0,55	87,58	37,14
toamnă	77,65	2,74	1,49	1,09	1,50	7,05	1,38
Biomasa, mg/m3							
iarnă	25,7	105,6	5,3	22,4	10,6	23,9	18,3
primăvară	632,6	220,8	51,1	7,0	4,1	32,9	117,5
vară	1296,7	166,6	1,3	11,1	3,6	283,0	127,8
toamnă	255,6	15,7	3,3	3,3	3,2	9,9	8,6

Primăvara efectivul zooplanctonului s-a încadrat în limitele 1,61-160,42 mii ind./m³, cu valorile maxime la Costești-Stânca și cele minime – la Cahul. Vara efectivul zooplanctonului a oscilat de la 0,17 mii ind./m³ până la 87,58 mii ind./m³. Efectivul numeric al zooplanctonului în sezonul de toamnă a fost încadrat în limitele 1,09-77, 6 mii ind./m³.

Biomasa (Tabelul 2) zooplanctonului în anii 2020-2023 pe cursul râului a fost mai sporită în sectorul medial – stațiunile Costești-Stânca și Braniște – și în sectorul inferior al râului – stațiunile Cășlița-Prut și Giurgiulești, fiind determinată de dezvoltarea crustaceelor în habitatele date.

În sezonul de iarnă valorile biomasei au oscilat în limitele 5,3 mg/m³ (Sculeni) – 105,6 mg/m³ (Braniște). Primăvară valorile biomasei zooplanctonului s-au încadrat în limitele 1,4 mg/m³ (Cahul) – 632,6 mg/m³ (Costești-Stânca) și vară – 1,3 mg/m³ (Sculeni) – 1296,7 mg/m³ (Costești-Stânca). În sezonul de toamnă biomasa a înregistrat, în majoritatea habitatelor, o scădere comparativ cu cea din primăvară și vară, fiind maximă la stațiunea Costești-Stânca (255,6 mg/m³) și minimă – în porțiunea râului Sculeni – Cahul, cu valorile biomasei cuprinse între 3,2 și 3,3 mg/m³.

În ceea ce privește dezvoltarea zooplanctonului în aspect sezonier (Figura 6), cele mai mari valori ale efectivului numeric au fost înregistrate primăvara (36,73 mii ind./m³), urmate de cele din vară (29,79 mii ind./m³), toamnă (13,27 mii ind./m³) și iarnă (6,61 mii ind./m³).

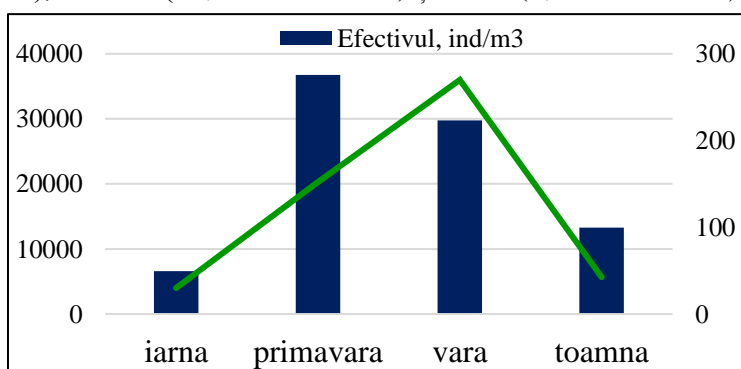


Fig. 6. Dinamica efectivului (mii ind./m³) și biomasei (mg/m³) ai zooplanctonului râului Prut, (media anii 2020-2023).

Biomasa zooplanctonului în dinamică sezonieră s-a caracterizat prin valori maxime în sezonul de vară, constituind 270,0 mg/m³, urmate de cele din primăvară – 152,3 mg/m³, toamnă – 42,8 mg/m³ și iarnă – 30,3 mg/m³ care nu depășesc limitele categoriei de troficitate oligo-mezotrofe.

Valoarea indicelui de saprobitate în decursul perioadei de studiu, de cele mai multe ori, s-a încadrat în limitele zonei β-mezosaprobe și claselor calității apei I-a și a II-a, calificând apa r. Prut ca foarte bună sau bună (Figura 7, Tabelul 4).

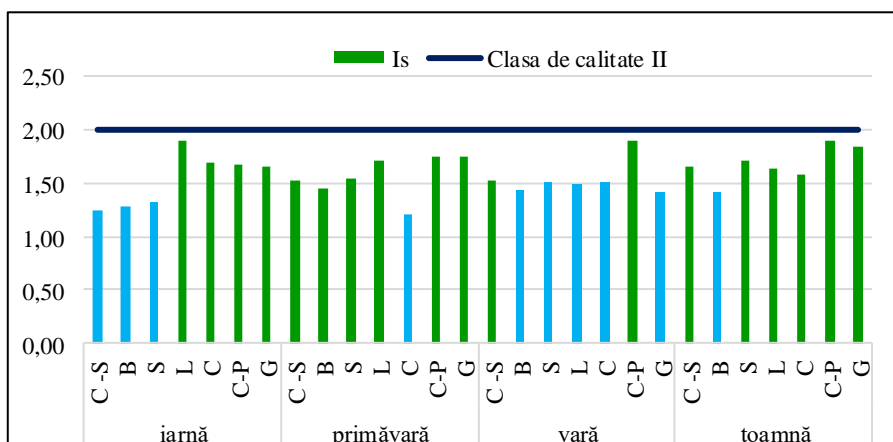


Fig. 7. Variațiile indicelui saprobic și calitatea apei în aspect sezonier pe cursul r. Prut în anii 2020-2023 (media) (C-S – Costești-Stânca, B – Braniște, S – Sculeni, L – Leușeni, C – Cahul, C-P - Cășlița-Prut, G – Giurgiulești)

Tab. 4. Valoarea indicelui saprobic și calitatea apei* în aspect multianual, sezonier și pe cursul râului Prut.

Anul	Sezonul	Stațiunea						
		Costești - Stânca	Braniște	Sculeni	Leușeni	Cahul	Câșlița-Prut	Giurgiulești
2020	iarnă	1,16	1,28		1,87	1,71	1,74	1,64
	primăvară	1,50	1,30			1,00	2,00	1,91
	vară	1,51	1,33		1,48		1,75	1,86
	toamnă	1,77	1,55		2,35	2,00	1,60	2,04
2021	primăvară	1,55	1,38	1,49	1,53	1,24	1,61	1,49
	toamnă	1,84	1,14	2,07		1,57	1,98	1,95
2022	primăvară	1,53	1,60	1,56	1,75	1,39	1,50	1,86
	vară	1,50	1,48	1,50			2,20	1,09
	toamnă	1,50	1,49	1,72	1,56	1,40	1,50	1,50
2023	iarnă	1,33	1,27	1,32	1,91	1,66	1,61	1,68
	primăvară		1,51	1,59	1,83		1,90	1,70
	vară	1,56	1,49			1,50	1,75	1,26
	toamnă	1,48	1,48	1,31	1,00	1,33	2,50	

În unele cazuri, conform valorilor indicelui de saprobitate (Is), a fost stabilită clasa a III-a a calității apei – moderat poluată, preponderent în sezonul de toamnă.

Pe cursul râului a fost atestată o creștere a valorii Is spre sectorul inferior al râului, determinată de prezența anumitor specii în habitatele respective, în special, a celor din genul *Brachionus*, cu o toleranță sporită la poluarea organică.

Din punct de vedere sezonier, a fost constatată creșterea poluării organice în sezonul de toamnă, când Is a fost în medie egal cu 1,67, fenomen determinat de precipitațiile mai abundente, și, în consecință, de scurgerea mai intensă a substanțelor poluante de pe teritoriile adiacente.

Conform Regulamentul privind cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață (2013), calitatea apei ecosistemului r. Prut, după parametrii comunităților zooplanctonice, se caracterizează ca foarte bună și bună, încadrându-se în clasele I-a și a II-a.

CONCLUZII

În perioada anilor 2020-2023 zooplanctonul r. Prut a fost reprezentat de 99 de specii din trei grupe: Rotatoria – 70 de specii, Copepoda – 11 și Cladocera – 18 specii.

Din numărul total de specii de zooplancton identificate 95 sunt specii indicatoare ale saprobității apei. Printre speciile zooplanctonice înregistrate predomină cele β-mezosaprobe (35%), oligomezosaprobe (34%) și oligo-β-mezosaprobe (26 %), ceea ce denotă starea ecologică bună a ecosistemului r. Prut.

Parametrii cantitativi ai zooplanctonului r. Prut în decursul anilor 2020-2023 a variat în limite destul de mari, determinate de dezvoltarea lui în habitate, înregistrând valori mai ridicate la stațiunile Costești-Stânca, Braniște, Câșlița-Prut. Porțiunea de la Sculeni până la Cahul a ecosistemului r. Prut rămâne a fi puțin favorabilă pentru dezvoltarea zooplanctonului, în deosebi, a cladocercilor. Dezvoltarea zooplanctonului în dinamică sezonieră s-a caracterizat prin cele mai mari valori ale efectivului numeric în sezonul de primăvară, constituind 36,73 mii ind./m³, iar ale biomasei – în sezonul de vară, constituind 270,0 mg/m³.

Conform valorilor biomasei zooplanctonului, ecosistemul r.Prut se atribuie la categoria de ecosisteme oligotrofe – mezotrofe.

Calitatea apei ecosistemului r. Prut, apreciată în baza parametrilor comunităților zooplanctonice, se caracterizează ca foarte bună și bună, încadrându-se în clasele I-a și a II-a de calitate.

Investigațiile sunt realizate în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 *Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor – AQUABIO (Programul de Stat 2020-2023).*

REFERINȚE

1. АБАКУМОВ, В. *Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем.* под ред. проф. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 320 с.
2. *Guidance on the Monitoring of Water Quality and Assessment of the Ecological Status of Aquatic Ecosystems.* Editors: Bilețchi Lucia, Zubcov Elena. Chișinău: S. n., 2021 (Î. S. F.E.-P. „Tipografia Centrală”), 92 p. ISBN 978-9975-157-05-6.
3. *Ghid de prelevare a probelor hidrochimice și hidrobiologice = Hydrochemical and hydrobiological sampling guidance.* Progr. Operațional Comun România Ucraina Republica Moldova 2007-2013; ed.: Toderaș Ion, Zubcov Elena, Bilețchi Lucia, Chișinău: S. n., Tipogr. “Elan Poligraf”. 2015. 64 p. Granițe comune. Soluții comune. ISBN 978-9975-128-28-5. <https://www.eco-tiras.org/docs/berg/book%20eng%20ro.pdf>.
4. ДЕРЕВЕНСКАЯ О. Методы оценки качества воды по гидробиологическим показателям. Методическое пособие. КФУ, Казань, 2015, 44 стр.
5. 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.
6. НАБЕРЕЖНЫЙ, А. *Коловратки водоемов Молдавии.* Кишинев: Штиинца, 1984. 328 с.
7. NOGRADY, T.; SEGERS, H. Rotifera. The Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodinidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae. In: *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World.* vol. 18. Backhuys Publishers BV, Dordrecht, The Netherlands, 2002. 264 p.
8. ФЕФИЛОВА, Е. *Веслоногие раки (Copepoda).* Москва: Тов-во науч. изд. КМК, 2015, 324 с.
9. Regulament cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață. 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.
10. НАБЕРЕЖНЫЙ, А. Экологические паспорта коловраток водоемов Молдовы. Disponibil: HERALD HYDROBIOLOGY <http://hydrobiologist.wordpress.com/> 2010 г.
11. ОКСИЮК, О. и др. Оценка водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. В: *Гидробиологический журнал*, 1994, Т.30, № 3, с.26-31. ISSN 0375-8990.

CZU 574.587:556.53(478:282.247.314)"2020/2023 DOI: <https://doi.org/10.53937/sea2023.09>

STAREA MACROBENTOSULUI FLUVIULUI NISTRU ÎN ANII 2020-2023

Oxana MUNJIU

oksana.munjiu@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie

Rezumat

În lucrare sunt prezentate date privind densitatea, biomasa și biodiversitatea macrobentosului fluviului Nistru în perioada 2020-2023, cât și date privind evaluarea calității apelor de suprafața conform acordului de asociere cu UE.

Cuvinte-cheie: bentos, densitate, biomasă, diversitate, indicatori de referință.

INTRODUCERE

Macrozoobentosul este un grup de nevertebrate bentonice cu dimensiunea corpului mai mare de 2 mm, care populează diferite substraturi subacvatice. În general, macrozoobentosul constă din: oligochete, moluște, crustacee, efemeroptere, trichoptere, chironomide și alte grupe. Parametrii structurali și funcționali ai macrozoobentosului se utilizează la evaluarea stării ecologice și determinarea schimbărilor care au loc în mediul acvatic.

Macronevertebratele bentonice sunt cel mai utilizat grup indicator în evaluarea calității apei în sistemele lotice din lume (Schmutz, Sendzimir, 2019). Există multe avantaje în utilizarea macronevertebratelor bentonice în evaluarea biologică, acestea constituie o parte substanțială a biodiversității în ecosistemele acvatice dulcicole și sunt esențiale pentru funcționarea ecosistemelor.

Studierea stării macrobentosului fluviului Nistru în anii 2020-2023 a avut ca obiective: 1) aprecierea diversității, succesiunilor efectivului numeric și biomasei comunităților bentonice în condițiile schimbării climatice; 2) evaluarea schimbărilor componenței nevertebratelor bentonice în urma impactului poluanților; 3) evaluarea fluctuațiilor comunităților de nevertebrate bentonice, a importanței lor în funcționarea ecosistemelor acvatice fluviale și lacustre în dependență de factorii biotici, inclusiv specii invazive, și factorii abiotici și tehnogeni; 4) aprecierea nivelului de eutrofizare, și a stării ecologice ale biocenozelor zoobentonice în contextul strategiilor și programelor comunitare, acordului de asociere cu UE.

MATERIALE ȘI METODE

Au fost utilizate metode de colectare, prelucrare și determinare a probelor macrobentonice unanim acceptate în hidrobiologie.

Colectarea probelor bentonice a fost efectuată în albia fluviului Nistru și lacului de acumulare Dubăsari, în apropierea malului, la o adâncime de până la 1,5 m, în 11 puncte de colectare a probelor: Naslavcea, Vălcineț, Soroca, Camenca, Erjova, Goieni, Cocieri, Vadul lui Vodă, Varnița, Sucleia și Palanca. În total în anii 2020-2023 au fost colectate 258 de probe macrobentonice cantitative și calitative din fl. Nistru și lacul de acumulare Dubăsari.

Colectarea și prelucrarea probelor a fost efectuată în diferite sezoane: iarna, primăvara, vara și toamna, în conformitate cu metodele unanim acceptate în hidrobiologie, internaționale și naționale [AQEM, 2002, Munjiu și colab., 2015, 2020].

Au fost colectate probe cantitative și calitative, cu utilizarea benei Ekman – Birge (suprafața de captare – 1/40 m²), a dragei dreptunghiulare (suprafața de colectare – 8 m²) și fileului hidrobiologic. Pentru determinarea zoobentosului a fost utilizat microscopul Axio Imager A.2 (Zeiss), binocularul Stereo Discovery. V8 (Zeiss), aparate foto digitale ș.a. Zoobentosul a fost sortat și identificat în laborator până la cel mai mic taxon posibil, folosind ghiduri de identificare [Kutikova, Starobogatov, 1977; Цалоліхін, 1994, 1995, 1997, 2000, 2001, 2004].

Biomasa zoobentosului a fost determinată cu utilizarea cântarului ABS 80-4 Kern cu un nivel de precizie de 0,0001 g și a cântarului ISOLAB cu un nivel de precizie de 0,01 g. Efectivul numeric și biomasa au fost recalculată la 1 m².

Prelucrarea statistică a parametrilor hidrobiologici și sistematizarea rezultatelor a fost efectuată cu utilizarea programelor Statistica V.10, Excel și BioPro.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Conform rezultatelor obținute, cea mai mare densitate medie (\pm SE) multianuală (2020-2023) a zoobentosului moale în fl. Nistru a fost înregistrată în punctul de colectare Goieni – 17372 ex/m², cea mai mare densitate medie multianuală a zoobentosului total a fost înregistrată în punctele de colectare Goieni și Cocieri – 18464 și, respectiv, 18556 ex/m² (Fig.1).

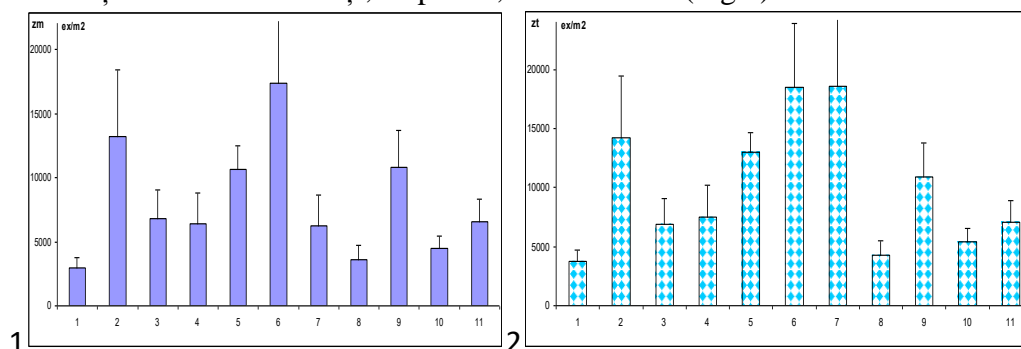


Fig. 1. Densitatea (ex/m²) medie (\pm SE) a zoobentosului moale (1) și a celui total (2) în fl. Nistru, anii 2020-2023 (1- Naslavcea, 2- Vălcineț, 3- Soroca, 4- Camenca, 5- Erjova (Hîrjău), 6- Goieni, 7- Cocieri, 8- Vadul lui Vodă, 9- Varnița, 10- Sucleia, 11- Palanca)

Unele specii au o contribuție majoră în formarea densității zoobentosului moale și a celui total: moluștele bivalve *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) – 28160 ex/m² și *D. rostriformis bugensis* Andrusov, 1897 – 15360 ex/m², chironomidele *Cricotopus (Isocladius) sylvestris* (Fabricius, 1794) – 24000 ex/m², *C. (Cricotopus) algarum* (Kieffer, 1911) – 14400 ex/m², amfipoda *Obesogammarus obesus* (G.O. Sars, 1894) – 12480 ex/m², oligochetele *Tubifex sp.* – 5920 ex/m² și mizida *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882 – 13184 ex/m².

Maximul biomasei medii pentru perioada 2020-2023 a zoobentosului moale în fl. Nistru a fost înregistrat în acumulara Dubăsari, la Erjova și Cocieri (31 și, respectiv, 32 g/m²), dar a zoobentosului total – la Cocieri (1113 g/m²) (Figura 2).

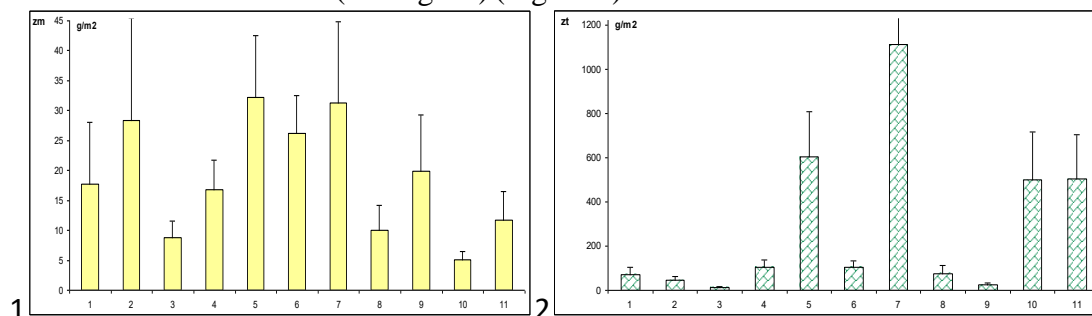


Fig. 2. Biomasa (g/m²) medie (\pm SE) a zoobentosului moale (2.1) și a celui total (2.2) în fl. Nistru, anii 2020-2023 (1- Naslavcea, 2- Vălcineț, 3- Soroca, 4- Camenca, 5- Erjova (Hîrjău), 6- Goieni, 7- Cocieri, 8- Vadul lui Vodă, 9- Varnița, 10- Sucleia, 11- Palanca)

Contribuția principală în formarea biomasei zoobentosului moale aparține gamaridelor (64 g/m²) și mizidelor (*L.benedeni* – 18 g/m²), iar a celui total – moluștelor bivalve *D. polymorpha* (5772 g/m²), *D. rostriformis bugensis* (2969 g/m²), *Unio tumidus* Retzius, 1788 (1774 g/m²), *Sphaerium rivicola* (Lamarck, 1818) (468 g/m²) și gastropode *Viviparus viviparus* (Linne, 1758) (342 g/m²).

Conform rezultatelor obținute, a fost estimată starea actuală a nivelului de saprobitate și eutrofizare, și clasa calității apelor fl.Nistru, conform indicilor de saprobitate Zelinka & Marvan și Pantle-Buck. Ca exemplu au fost utilizate datele privind probele macrobentonice colectate în 2023.

Conform valorii medii anuale ale indicelui de saprobitate, calitatea apelor la Naslavcea se referă la clasa I (calitate foarte bună), Vălcineț – clasa II (calitate bună), la Soroca – clasa V (calitatea apei apreciată drept foarte poluată), Camenca – clasa II, Erjova și Goieni – clasa III (moderat poluată), Cocieri și Vadul lui Vodă – clasa II, Varnița și Palanca – clasa IV (poluată) (Tabelul 1).

Tab. 1. Evaluarea calității apei conform indicelui de saprobitate Pantle-Buck (P-B) și Zelinka & Marvan (Z&M) și a nivelului de eutrofizare a ecosistemului în baza comunităților de macronevertebrate bentonice, fl. Nistru, 2023

Punct de colectare	Indicele de saprobitate P-B și Z&M, valoare medie anuală		Clasa calității apelor	Zona de saprobitate	Nivelului de eutrofizare
Naslavcea	1,85	1,69	I	β-mezosaprobice	mezoeutrofice
Vălcineț	2,29	2,37	II	β-mezosaprobice	eutrofice
Soroca	3,12	3,40	V	α-mezosaprobice	politrofice
Camenca	2,06	2,00	II	β-mezosaprobice	mezoeutrofice
Erjova	2,71	2,81	III	α-mezosaprobice	eupolitrofice
Goieni	2,50	2,48	III	β-mezosaprobice	eutrofice
Cocieri	2,17	2,05	II	β-mezosaprobice	eutrofice
Vadul lui Vodă	2,10	1,95	II	β-mezosaprobice	mezoeutrofice
Varnița	2,75	2,94	IV	α-mezosaprobice	eupolitrofice
Palanca	2,76	2,79	IV	α-mezosaprobice	eupolitrofice

Indicele de saprobitate Zelinka & Marvan (Figura 3), în majorarea cazurilor, are o tendință de descreștere din perioada de iarna până în vară. Indicele de saprobitate calculat după Pantle-Buck a variat în limitele 2,77-3,69, fiind maxim la Soroca, fapt determinat de deversarea în fluviu a apelor menajere neepurate. Cele mai mici valori au fost înregistrate la Naslavcea.

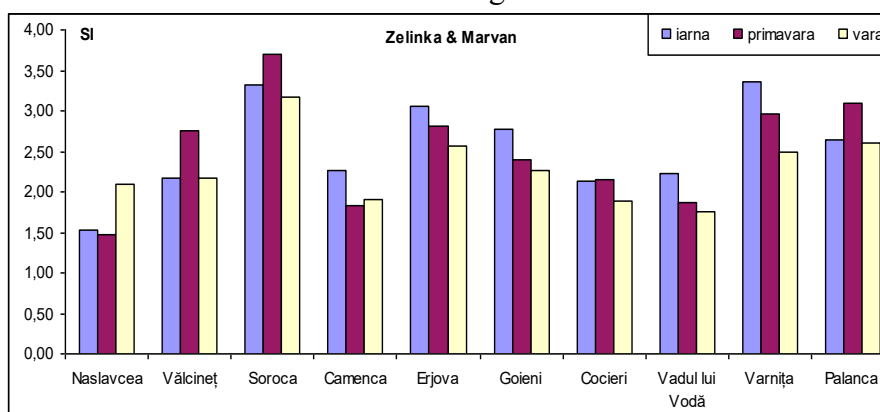


Fig. 3. Modificarea sezonieră a indicelui de saprobitate (Zelinka & Marvan), fl. Nistru, 2023.

De menționat că pentru o evaluare veridică, numărul de taxoni indicatori ar trebui să fie mai mare de 10. Numărul de taxoni indicatori la Naslavcea a variat în limitele 7-13 și la Soroca – în limitele 8-12. În aceste puncte se înregistrează, de regulă, un număr mic de taxoni (Fig. 4), inclusiv de specii indicatoare.

Diversitatea taxonomică a zoobentosului în anii 2020-2023 a fost mai bogată în acumularea Dubăsari la Goieni și Erjova – 155 și 138 taxoni, respectiv, fiind de 2,5-5 ori mai mare de cea din fl.

Nistru la Soroca – 43, Sucleia – 33 și Naslavcea – 56. La Vălcineț au fost înregistrați 99 taxoni, Camenca – 111, Cocieri – 95, Vadul lui Vodă – 91 și Palanca – 110 taxoni (Figura 4).

La Sucleia au fost colectate probe de macrozoobentos doar în anii 2020 și 2021, de aceea au fost incluse și materialele din anii 2015-2019 pentru comparația corectă. Cea mai săracă diversitate a fost observată la Naslavcea și Soroca (Figura 4). În aceste localități nu au fost înregistrate speciile sensibile la poluare, așa-numiții taxoni EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). La Naslavcea factorul hidrologic nefavorabil este dominant în diminuarea diversității.

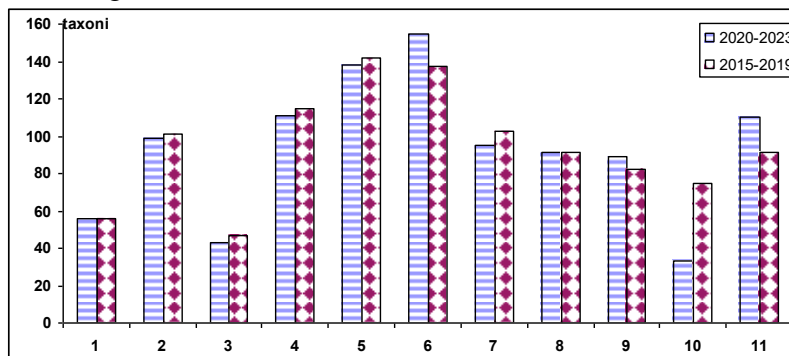


Fig. 4. Diversitatea macrozoobentosului pe cursul fl. Nistru în 2015-2019 și 2020-2023 (1- Naslavcea, 2- Vălcineț, 3- Soroca, 4- Camenca, 5- Erjova (Hîrjău), 6- Goieni, 7- Cocieri, 8- Vadul lui Vodă, 9- Varnița, 10- Sucleia, 11- Palanca)

În anii 2020-2023 în ecosistemele fl. Nistru au fost identificați 283 taxoni, inclusiv: Annelida – 36, Bivalvia – 21, Gastropoda – 33, Crustacea – 37, Ephemeroptera – 9, Trichoptera – 30, Chironomidae – 60, alte grupe – 57 (Figura 5).

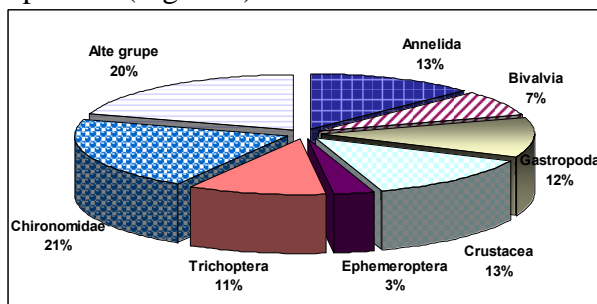


Fig. 5. Diversitatea taxonomică a macrozoobentosului în fl. Nistru în 2020-2023.

Cel mai numeros grup a fost Chironomidae cu 60 de taxoni, ceea ce a constituit 21% din biodiversitatea totală. Speciile din grupul Plecoptera, care sunt rare pentru ecosistemele fl. Nistru, au fost identificate o singură dată în 2012, la Vălcineț, și în primăvara 2021 – în lacul Dubăsari anume în zona confluenței râulețului lângă satul Vâșcăuți.

O altă grupă sensibilă la poluare și degradarea ecosistemelor acvatice este Ephemeroptera. Reprezentantul acestui grup *Palingenia longicauda* (Olivier, 1791) se referă la cele mai mari efemeroptere din Europa (lungimea corpului, cu cerci, la imago atinge 10-12 cm), este o specie europeană rară și pe cale de dispariție, care a fost inclusă în anexa II (specii de faună strict protejate) (Convenția de la Berna, 1998). Ea a dispărut până în anul 2000 aproximativ de pe 98% din arealul inițial. Pentru prima oară după anul 1964, câteva exemplare de larve au fost înregistrate în 2019 în lacul Dubăsari, dar în 2020-2023 în probele bentonice au fost înregistrate numai mandibule de *P. longicauda*.

Paramysis (Paramysis) baeri bispinosa Martinov, 1924, specie rară de mizide, inclusă în Cartea Roșie a Republicii Moldova, cunoscută și sub sinonimul *Paramysis (Paramysis) bakuensis* G.O. Sars, 1895, nu a fost întâlnită mulți ani, dar a fost observată dezvoltarea abundentă a mizidei *L. benedeni* – 13184 ex/m² în 2020-2023 (în 2019 – 39744 ex/m²). *L. benedeni* a fost introdusă în

multe ecosisteme acvatice pentru îmbunătățirea bazei nutritive și a sporirii producției piscicole a ecosisteme acvatice.

Conform terminologiei (Алимов, Богущкая, 2004), drept invazii biologice se consideră toate cazurile de răspândire a organismelor care sunt provocate de activitatea umană (introducerea speciilor noi), precum și migrațiile speciilor dincolo de arealul lor natural de răspândire (mărirea naturală a arealului).

Din 17 specii macrobentone, care sunt incluse în lista speciilor invazive pentru Republica Moldova 9 sunt incluse în lista bazei de date (Nisteanu și colab., 2020) privind introducerea pentru îmbunătățirea bazei nutritive și a creșterii producției piscicole a heleșteielor. De accentuat că aceste specii sunt native în cursul inferior al Nistrului. În același timp, în cursul superior și parțial în cel medial al fluviului speciile ponto-caspice au apărut în rezultatul migrației sau introducerii intenționate sau accidentale.

Actualmente, 2 specii invazive bentonice și anume molusca *Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897 și crustaceul *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849 [în De Haan, 1833-1850]) constituie un pericol pentru ecosistemele acvatice ale fl. Nistru. *D.bugensis* în perioada 2020-2023 a atins un efectiv numeric de 15360 ex/m² și o biomasă de 2969 g/m². În același timp, *M. nipponense* și-a lărgit arealul până în aval de barajul Dubăsari.

Comunitățile de hidrobionți joacă un rol important nu numai în aprecierea calității apelor, dar, desigur, și în funcționarea ecosistemelor acvatice. În primul rând, aceasta se referă la moluștele bivalve atât native, cât și invazive care, datorită activității lor de filtrare și capacității de acumulare, influențează semnificativ asupra stării ecosistemelor acvatice.

Conform acordului de asociere cu UE, evaluarea stării populațiilor macrobentonice este unul din elementele-cheie în estimarea calității apei de suprafață în ecosistemele lotice și lentic (Verdonschot, Nijboer, 2004).

Conform hărții „Ecoregiuni pentru râuri și lacuri”, elaborată de Agenția Europeană de Mediu și bazată pe Directiva Cadru a Apei (DCA), teritoriul Republicii Moldova aparține a două ecoregiuni: 12 – Regiunea pontică și 16 – Câmpiile estice (Fig.6.1). Conform cerințelor DCA, trebuie identificat un sistem de referință pentru fiecare bazin, deoarece ecosistemele acvatice cu condiții de referință sunt baza evaluării calității apelor de suprafață în UE (Figura 6.2).

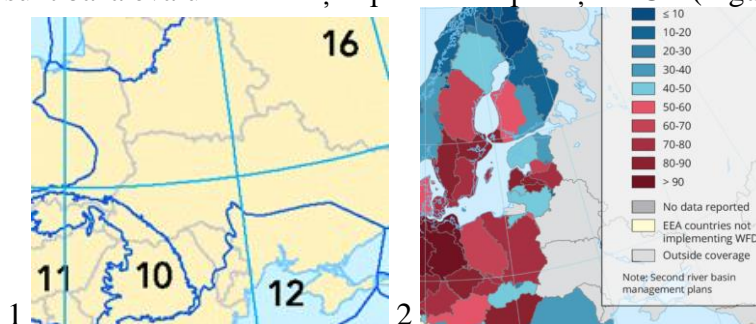


Fig. 6.1 Un fragment din harta „Ecoregiuni pentru râuri și lacuri” al Republicii Moldova: Provincia Pontică (12) și Câmpia de Est (16); 6.2 Un fragment din harta „Starea ecologică a apelor de suprafață în Europa” ce redă % de corpuri de apă care nu au o stare ecologică bună sau un potențial ecologic bun <https://www.eea.europa.eu/ims/ecological-status-of-surface-waters>

Cu toate acestea, în prezent determinarea unor sectoare ce au condiții de referință în basiful hidrografic al fluviului Nistru, pe teritoriul Republicii Moldova, este practic imposibilă. Aceasta se întâmplă deoarece 94% din teritoriul basifului fl. Nistru este sub riscul de eșec în atingerea stării ecologice bune a ecosistemelor acvatice în limitele Republicii Moldova (TDA, 2019). În țara vecină Ucraina situația este mai bună – 63% (TDA, 2019). România, țările nordice și câteva altele au o pondere ridicată de corpuri de apă cu stare ecologică bună sau mai bună (înaltă).

Principalele cauze ale riscului de a nu atinge o stare bună de mediu pentru fl. Nistru în limitele Republicii Moldova sunt cota-parte mare a terenurilor agricole, reglementarea albiilor

râurilor, precum și deversarea apelor uzate insuficient epurate (TDA, 2019). Pentru fl. Nistru în limitele Republicii Moldova există riscul de a nu atinge starea chimică bună – 3% (TDA, 2019). În pofida faptului că teritoriul Poloniei în bazinul râului Nistru reprezintă doar 0,6%, această secțiune a râului aparține bazinelor hidrografice transfrontaliere ale Uniunii Europene și trebuie să se țină cont de cerințele Directivei 2000/60/CE a UE, 2000.

Pentru evaluarea calității apelor conform DCA, trebuie create rețele de situri de referință. Sunt luați în considerare mai întâi factorii abiotici, deoarece ei determină atât compoziția de specii a comunităților de organisme acvatice, cât și viteza proceselor biologice. În consecință, factorii abiotici pot avea un rol mai important decât poluanții, dar tocmai influența poluanților și a altori factori negativi trebuie analizată în procesul de apreciere a calității apelor de suprafață. Prin urmare, în evaluarea calității apei de suprafață este folosită o abordare ecosistemică, cu crearea unei rețele de situri de referință, pentru a compara siturile cu factorii abiotici similari. În acest scop, au fost analizate toate datele privind zoobentosul fluviului Nistru în limitele Republicii Moldova.

Conform rezultatelor obținute, sectorul fluviului în punctul de colectare Camenca poate fi considerat ca fiind destul de potrivit ca un sit de referință privind compararea indicatorilor hidrobiologici recomandați în „Transboundary Diagnostic Analysis of the Dniester River Basin”(2019) (Tabelul 2).

Tab. 2. Compararea indicatorilor hidrobiologici de referință pentru fl. Nistru (I R), conform Anexei 5. „Transboundary Diagnostic Analysis of the Dniester River Basin”(2019), cu indicatorii corespunzători calculați pentru punctul de colectare Camenca (I C)

	Bivalvia	Gastropoda	Crustacea	Ephemeroptera	Odonata	Coleoptera	Hemiptera	Trichoptera	P-B	TBI
I R	7	7	15	2	3	4	3	3	2	7
I C	8	24	17	8	6	3	3	12	2,06	7

Printre indicatorii hidrobiologici recomandați au fost numărul de taxoni de Bivalvia, Gastropoda, Crustacea, Ephemeroptera, Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Trichoptera, indicele de saprobitate Pantle-Buck, indicele TBI. Deci, rezultatele obținute în sectorul fluviului Nistru în punctul de colectare Camenca corespund cerințelor recomandate (TDA, 2019).

CONCLUZII

În perioada 2020-2023 cele mai mici valori ale diversității taxonomice au fost înregistrate la Soroca, datorită poluării apei, și la Naslavcea, datorită parametrilor hidrologici nefavorabili. Diversitatea a fost mai bogată în sectorul medial și cel inferior al lacului de acumulare Dubăsari.

Specia invazivă *D. rostriformis bugensis* în perioada 2020-2023 a atins un efectiv numeric de 15360 ex/m² și o biomasă de 2969 g/m². Specia subtropicală *M. nipponense*, care populează în lacul refrigerent Cuciurgan, și-a lărgit arealul până în aval de barajul Dubăsari. Mizida *P.baeri bispinosa*, sau *P. bakuensis*, inclusă în Cartea Roșie a Republicii Moldova, nu a fost înregistrată în ultimii ani.

Clasa calității apelor fl. Nistru, conform indicilor de saprobitate Zelinka & Marvan și Pantle-Buck a variat de la I până la V, iar nivelul de eutrofizare a ecosistemelor a oscilat de la mezoeutrofic până la politrofic.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor - AQUABIO (Program de Stat 2020-2023).

REFERINȚE

1. AQEM CONSORTIUM (2002) Manual for the application of the AQEM system A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0 www.aqem
2. MUNJIU, O.; TODERAȘ, I.; BANU, V. Sampling of zoobenthos. In “Hydrochemical and hydrobiological sampling guidance” 2015. P. 18-22.
3. MUNJIU, O.; TODERAȘ, I.; ANDREEV N. MACROZOOBENTHOS. In: Guidance on the Monitoring of Water Quality and Assessment of the Ecological Status of Aquatic Ecosystems. MEQR, Institute of Zoology; eds: Bilețchi L, Zubcov E. Chișinău: „Tipografia Centrală” 2020. P. 66-69.
4. NISTREANU, V.; MUNJIU, O.; BUSMACHIU, G.; BULAT, D.; LIAN JENNA WONG, SHYAMA PAGAD ”Global Register of Introduced and Invasive Species – Moldova” 2020 <https://www.gbif.org/dataset/1aac3463-39ee-4a81-81f0-0a5718b218f3>
5. SCHMUTZ S., J. SENDZIMIR (EDS.). Riverine Ecosystem Management, 2018, Aquatic Ecology Series 8, https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_19
6. VERDONSCHOT, P.F., NIJBOER, R.C. Testing the European stream typology of the Water Framework Directive for macroinvertebrates. *Hydrobiologia* 516, 35–54 (2004). <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000025257.30311.b7>
7. EU, 2000, Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy (OJ L 327, 22.12.2000, p. 1-73).
8. Transboundary Diagnostic Analysis of the Dniester River Basin (TDA) https://drive.google.com/file/d/1EohwFL-prbz_LV_MB_tZ7VGlkxYff2/view
9. The Global Register of Introduced and Invasive Species (GRIIS). Global Register of Introduced and Invasive Species – Moldova Sep 23, 2020
10. Алимов А.Ф., Богущкая Н.Г. (ред.) Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. – М.: КМК, 2004. 436 с
11. КУТИКОВА, Л.; СТАРОБОГАТОВ, Я. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Ленинград, 1977. 510 с.
12. ЦАЛОЛИХИН, С. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 1. Низшие беспозвоночные. 1994. СПб. "Наука" 394 с.
13. ЦАЛОЛИХИН, С. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 2. Ракообразные. СПб. 1995. "Наука" 627с.
14. ЦАЛОЛИХИН, С. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 3. Паукообразные. Низшие насекомые. СПб. "Наука" 439с.
15. ЦАЛОЛИХИН, С. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 4. Двукрылые насекомые. СПб. "Наука" 2000. 997с.
16. ЦАЛОЛИХИН, С. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 5. Высшие насекомые. СПб. "Наука" 2001. 836 с.
17. ЦАЛОЛИХИН, С. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Т.6. Моллюски, Полихеты, Немертины. 2004. "Наука" СПб. 528с.

CZU 597.21.5(478:282.247.314)"2020/2023 DOI: <https://doi.org/10.53937/sea2023.10>

IHTIOFAUNA FLUVIULUI NISTRU ÎN ANII DE STUDIU 2020-2023

DENIS BULAT *, DUMITRU BULAT, NICOLAE ȘAPTEFRAȚI, ION GOLOGAN, OLEG CREPIS, MARIN USATÎ, NINA FULGA, ROSTISLAV CHELMENCIUC, ANA DADU

*autor corespondent: bulat.denis@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Ihtiologie și Acvacultură

Rezumat

*Lucrarea de față reprezintă rezultatele cercetărilor ihtiofaunei fluviului Nistru în anii de studii 2020-2023. Este evidențiată importanța protecției tronsonului situat în aval de barajul Dubăsari, fiind o zonă deosebit de sensibilă caracterizată de o mare diversitate ihtiofaunistică, unde se află vaste boiși ale speciilor litofile și psamofile de pești. De asemenea au fost analizate loturile reproductive ale speciei *Alosa immaculata* din punct de vedere al intensității migrației în fl. Nistru și al gradului de încărcare parazitară. În anul 2021 s-a semnalat în premieră pentru albia fl. Nistru specia *Caspiosoma caspium* (Kessler, 1877).*

Cuvinte-cheie: *diversitate ihtiofaunistică, specii rare, indici ecologici, migrații reproductive, captura pe unitate de efort*

INTRODUCERE

Cele mai mari artere acvatice ale țării, fluviul Nistru și râul Prut, sunt transfrontaliere, bunăstarea lor reflectându-se direct asupra diversității și securității biologice macroregionale, siguranței agroalimentare și sănătății populației. Din această cauză, evaluarea stării actuale a resurselor biologice acvatice din aceste macroecosisteme, identificarea soluțiilor eficiente privind conservarea și protecția diversității ihtiofaunistice și restabilirea capacității lor bioproductive, devine o prioritate de ordin nu numai național, dar și interstatal [1].

Sub aspect succesional, diversitatea ihtiofaunistică a fl. Nistru demonstrează valori fluctuante, în unele surse științifice figurând până la 130 specii, în majoritate catalogând de la 46 la 94 de taxoni [1, 3, 8, 10].

Dacă, până la începutul secolului XIX, ihtiofauna fl. Nistru era reprezentată în proporție mai mare de 70% din specii litofile de pești, ce reflectau în mare parte natura substratului albic, atunci, începând cu secolul XX, integritatea biotopurilor și a stării structural-funcționale a ihtiocenozelor a fost perturbată grav. Bararea și îndreptarea albiilor, construcția hidroelectrocentralelor, asanarea bălților și a lacurilor naturale, construcția canalelor de comunicare între diverse bazine hidrografice, dezvoltarea transportului naval, modernizarea metodelor de pescuit industrial, translocarea de material piscicol alogen, intensificarea poluărilor tehnogene ș.a., au condus la modificări ireversibile în structura și starea faunei piscicole autohtone. În prezent, capturile industriale și noncomerciale denotă declinul dramatic.

Scopul acestei lucrări constă în analiza particularităților ihtiofaunistice a ecosistemului fl. Nistru (limitele teritoriale ale Republicii Moldova) în condițiile intensificării presingului antropic.

MATERIALE ȘI METODE

Investigațiile ihtiologice asupra ecosistemului fl. Nistru (limitele teritoriale ale Republicii Moldova) s-au efectuat în perioada aa. 2020-2023 în cadrul laboratorului de Ihtiologie și Acvacultură al Institutului de Zoologie, USM.

Colectarea, determinarea și analiza materialului ihtiologic s-a efectuat prin utilizarea metodelor clasice ecologice și ihtiologice [4, 6, 7, 11].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Investigațiile ihtiologice în anii 2020-2023 efectuate în ecosistemul Nistrului inferior s-au soldat cu semnalarea unei specii noi pentru albia fluviului. Astfel, în anul în anul 2021 s-a semnalat în număr de 16 exp. specia *Caspiosoma caspium* (Kessler, 1877), inclusă în Cartea Roșie a RM, ed. III [2] (Figura 1). După unii autori, specia poate fi întâlnită doar în lacul refrigerent Cuciurgan (Cartea Roșie ed. III), fiind identificată o singură dată în anul 1969, în număr de un singur exemplar [9].



Fig. 1 Caspiosoma - *Caspiosoma caspium* (Kessler, 1877)

Exemplarele capturate au fost prelucrate metric și gravimetric, având următoarele valori: $n=16$, $L \text{ med.}=3,43\pm 0,16 \text{ cm}$ (C.V.=18,32%), $l \text{ med.}=2,91\pm 0,109 \text{ cm}$ (C.V.=14,65%) și $P \text{ med.}=0,33\pm 0,0177 \text{ g}$ (C.V.=20,98%). Structura de vârstă nu a fost determinată din considerentul păstrării intacte a integrității corporale (specie lipsită de solzi) și reîntoarcerii acestora în stare vie în mediul lor de viață. Trei exemplare au fost conservate pentru colecția laboratorului. Constatarea prezenței acestei specii servește drept confirmare a concepției privind progresia biologică a fam. Gobiidae (relicte ponto-caspice) în condiții ecologice actuale.

În continuare prezentăm structura capturilor și aportul ponderal al fiecărei specii la formarea comunității piscicole din tronsonul s.Olănești-s.Palanca în perioada anilor 2021-2023 (Figura 2).

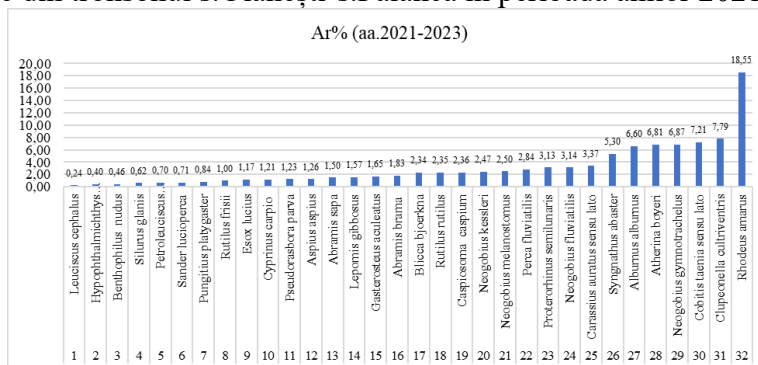


Fig. 2. Abundența relativă la speciile de pești din Nistrul inferior (s.Olănești – s.Palanca pentru anii 2021-2023) (unealta de pescuit: năvodul pentru puiet)

La analiza comparativă a comunităților piscicole din două situri distincte localizate în albia fl.Nistru inferior observăm că structura specifică a capturilor în năvodul pentru puiet este mai mare în zona situată nemijlocit în aval de barajul Dubăsari (38 specii) (tronsonul barajul Dubăsari – or. Vadul-lui-Vodă) (Figura 3) comparativ cu tronsonul s.Olănești- s.Palanca (32 specii) (Figura 2).

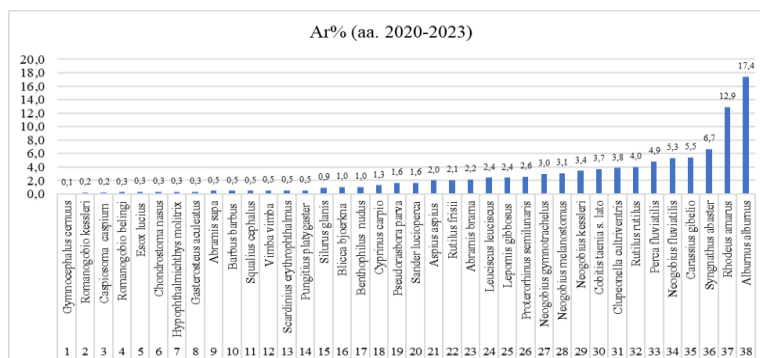


Fig. 3. Abundența relativă la speciile de pești din Nistrul inferior (tronsonul barajul Dubăsari – or. Vadul-lui-Vodă) pentru anii 2020-2023 (unealta de pescuit: năvodul pentru puiet)

Astfel, este regretabil faptul că în ultima modificare a Legii nr. 149 s-au redus substanțial zonele sensibile din punct de vedere piscicol. De menționat că segmentul km 356-345 situat în aval de barajul Dubăsari este de o importanță majoră pentru reproducerea, îngrășarea și iernarea faunei piscicole, fiindcă este ultima din zonele rămase (cu excepția zonei de lângă s. Șerpeni) a albiei minore formată din prundiș și piatră de râu unde sunt situate multiple bancuri de nisip, insulițe aluviale și praguri subacvatice. Acest fapt indică asupra necesității imperative de a lua sub regim de protecție strictă zona respectivă, ceea ce se află în contradicție directă cu ”amendamentele recente” a legii care o reduce nejustificat până la 300 de metri (art. 40, *alin. (1)*) [12]. În această zonă sunt situate gura de revărsare a r. Răut și barajul de la Dubăsari, care în timpul migrațiilor în masă a peștilor devin pur și simplu ”împânzite” cu unelte ilicite de tip înțepător, plase de pescuit și chiar se practică adesea curentul electric.

Abundența și diversitatea semnificativă a speciilor reofile și reo-limnofile indigene de pești de talie medie-mare concentrate în aval de barajul Dubăsari poate fi demonstrată la analiza capturilor piscicole efectuate cu ajutorul plasei staționare cu latura ochiului 40x40 mm în anul 2023.

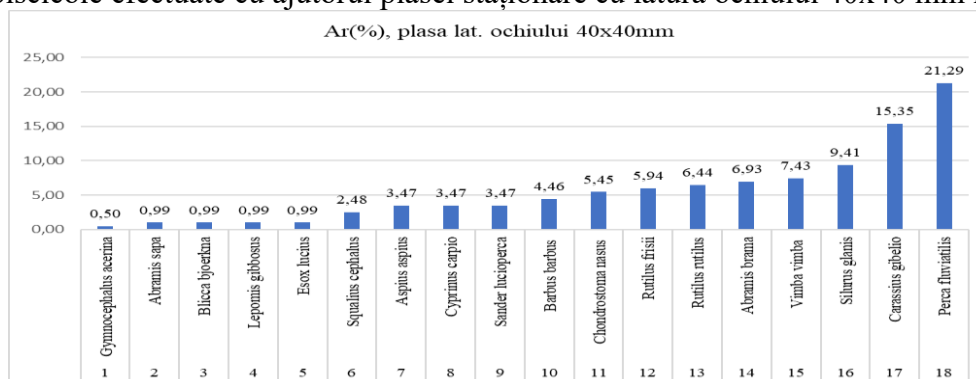


Fig. 4. Abundența relativă la speciile de pești în aval de barajul Dubăsari, anul 2023, unealta de pescuit - plasa flotabilă cu lat. ochiului 40x40 mm.

Din specii dominate reofile de pești (D4) în capturile plaselor staționare din anul 2023, latura ochiului 40x40 mm, lungimea 75 m, putem menționa *Vimba vimba* (7,43 %), *Rutilus frisii* (5,94%), *Chondrostoma nasus* (5,45%), iar din cele subdominate (D3) amintim: *Barbus barbus* (4,46%), *Aspius aspius* (3,36%), *Squalius cephalus* (2,48%). Viiturile de la sfârșitul primăverii – încep. verii din ultimii ani, în concurs cu baza trofică bogată sub formă de pești de talie mică, au creat premise de majorare a efectivelor speciei *Silurus glanis* devenind una dominată (D4=9,41%). Creșterea efectivelor grupelor tinere de vârstă la somm european se constată atât în fl. Nistru, cât și în r. Prut. Speciile eudominante, totuși, se prezintă a fi cele euritope de talie medie caracteristice ambelor sectoare ale fl.Nistru: *bibanul comun* (D5=21,29) și *carasul argintiu* (D5=15,35). Bibanul în acest habitat este în deosebi numeros din cauza condițiilor prielnice de nutriție, atingând dimensiuni considerabile.

În cadrul investigațiilor s-a pus drept obiectiv analiza loturilor speciilor migratoare de pești din fl. Nistru în condițiile fragmentărilor de biotop cauzate de construcția hidrocentralelor. Ca specie-model a fost selectată scrumbia-de-Dunăre (*Alosa immaculata*).

În fluvial Nistru s-a constatat că în prezent cele mai importante boiști pentru reproducerea *scrumbiei-de-Dunăre* sunt situate pe tronsonul Dubăsari-Speia. Declanșarea migrațiilor de reproducere are loc în martie, la temperatura apei de aproximativ 5 °C, cu atingerea apogeului la 10–17 °C (sfârșitul lunii aprilie – prima jum. a lunii mai) și se încheie la 22–24 °C (sfârșitul lunii iunie – încep. de iulie).

Rezultatele pescuitului științific de control cu plasele flotabile în derivă cu lat. ochiului 28x28-40x40 mm în perioada migrației *scrumbiei-de-Dunăre* din aa. 2022-2023 (Nistru inferior, s. Olănești) denotă următoarele ponderi în capturi (Figura 5).

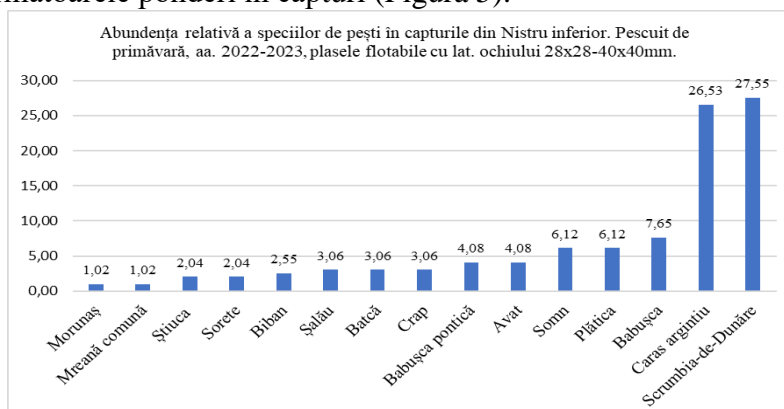


Fig. 5. Abundența relativă la speciile de pești din Nistrul inferior, primăvară, aa.2022-2023, s.Olănești (unealta de pescuit: plase flotabile cu lat. ochiului 28x28 - 40x40 mm)

La efectuarea pescuiturilor științifice de control în diferiți ani (Nistru inferior) cu ajutorul plasei flotabile (dimensiunile laturii ochiului de 30x30 mm, h=3 m, l=50 m, d_{triere} - 500 m), s-a constatat în anul 2018 o migrație reproductivă foarte slabă a *scrumbiei-de-Dunăre* în comparație cu anii 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 și 2023 (Figura 6).

Captura pe unitate de efort în a. 2017 a constituit 16,9 exp./triere, în a. 2018 – 6,05 exp./triere, în a. 2019 – 30,7 exp./triere, în anul 2020 – 15,8 exp./triere, în anul 2021 – 14,25 exp./triere, în anul 2022 – 4,85 exp./triere, iar în a. 2023 de doar 2,35 exp./triere. Ca urmare, constatăm pentru ultimii 2 ani un declin brusc al intensității migrației *scrumbiei-de-Dunăre* în fl. Nistru.

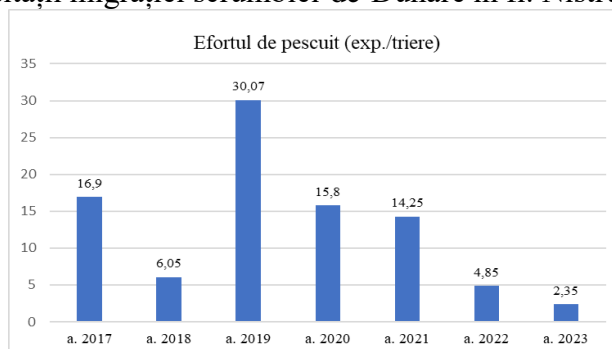


Fig. 6. Captura pe unitate de efort la scrumbia de Dunăre din fl. Nistru în aspect multianual

La analiza sistemului reproductiv la *scrumbia-de-Dunăre* din fl. Nistru în anul 2023 constatăm cea mai mare valoare a indicelui gonado-somatic la femelele cu vârsta de 5 ani în perioada prereproductivă. Se constată o micșorare nesemnificativă a valorii acestui indice la *scrumbia-de-Dunăre* din toate grupele de vârstă la sfârșitul lunii mai după depunerea primei porții de icre. În această perioadă *scrumbia* nu se hrănește.

Este important de menționat că pe parcursul lunilor ulterioare lungimea standard la femelele de patru și cinci ani nu se modifică, în timp ce greutatea corpului se micșorează în paralel cu majorarea valorii indicelui gonadosomatic (IGS). Acest fapt este determinat de majorarea regimului termic în Nistru inferior, ceea ce influențează intensificarea proceselor metabolismului generativ, atunci când are loc acumularea activă a substanțelor trofice în oocite, cu o ulterioară majorare a greutății ovarelor, și respectiv, a valorii indicelui gonadosomatic (IGS).

La compartimentul examenului parazitologic asupra loturilor migratoare de scrumbie-de-Dunăre din fl. Nistru (*Alosa immaculata*) s-a evidențiat infestarea acestora cu 3 specii de helminți din încrengătura Platyhelminthes, clasa Trematoda - *Pronoprymna ventricosa* (Rudolphi, 1819) Poche, *Lecithaster confusus* Odhner, 1905 depistate în sacii pilorici și intestin, și încrengătura Nematoda, clasa Chromadorea - *Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi, 1802) depistată în stomac (Figura 7, 8, 9).



Fig. 7. *Pronoprymna ventricosa* (Rudolphi, 1819) Poche, 1926, specimen depistat în intestinul și sacii pilorici scrumbiei de Dunăre



Fig. 8. *Lecithaster confusus* Odhner, 1905 specimen depistat în intestinul scrumbiei de Dunăre



Fig. 9. *Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi, 1802) specimene depistate în stomacul scrumbiei-de-Dunăre

Gradul infestării cu helminți varia. Din helminții depistați cea mai mare prevalență o avea specia *Hysterothylacium aduncum* (EI-85%), iar intensivitatea invaziei scrumbiei de Dunăre cu acest helmint era de 1-80 ex. În stomacul scrumbiei-de-Dunăre au fost depistate atât stadii larvare, cât și stadii adulte ale speciei *H. aduncum*. Dimensiunea specimenelor adulte era cuprinsă între 18 – 36 mm.

Slab infestată era scrumbia-de-Dunăre cu trematodele *Pronoprymna ventricosa* și *Lecithaster confusus*. Extensivitatea invaziei cu specia *P. ventricosa* era 20% iar intensivitatea invaziei 2-18 ex., iar în cazul speciei *L. confusus* extensivitatea invaziei era de 7,8% iar intensivitatea invaziei 1-12 ex.

Investigațiile au fost efectuate în cadrul proiectului nr. 20.80009.7007.06 AQUABIO (Program de Stat 2020-2023).

REFERINȚE

1. BULAT, DM. Ihtiofauna Republicii Moldova: amenințări, tendințe și recomandări de rehabilitare. Chișinău: Foxtrod, 2017. 343 p. ISBN 978-9975-89-070-0.
2. *Cartea Roșie a Republicii Moldova*. Ed. a 3-a. – Chișinău.: Î.E.P. Știința, 2015. 492 p.
3. COZARI, T.; USATÎL, M.; VLADIMIROV, M. Seria: Lumea animală a Moldovei. Pești. Amfibieni. Reptile. vol. II. Ed. „Știința”. Chișinău, 2003, 150 p. ISBN 978-9975-67-157-8
4. *Fish Base*. A Global Information System on Fishes <http://www.fishbase.org/search.php>
5. GOMOIU, M.-T.; SKOLKA, M. *Ecologie. Metodologii pentru studii ecologice*. Ed. Ovidius University Press, Constanța, 2001, p. 173.

6. KOTTELAT, M.; FREYHOF, J. Handbook of European Freshwater Fishes. Ed. Delemont, Switzerland, 2007, 646 p.
7. TODERAȘ, I.; ZUBCOV, E.; BILEȚCHI, L. Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice: Îndrumar metodic/ AȘM, IZ al AȘM, UnAȘM. Chișinău, 2015, 84 p.
8. USATÎI, M. Evoluția, conservarea și valorificarea durabilă a diversității ihtiofaunei ecosistemelor acvatice ale Republicii Moldova. Autoreferat al tezei de doctor habilitat în științe biologice, Chișinău, 2004, 48 p.
9. ВЛАДИМИРОВ, М.; КУБРАК, И. О нахождении нового для ихтиофауны бассейна Днестра вида бычков *Caspiosoma caspium* (Kessler) // Вопросы ихтиологии. – 1972. – Т. 12, вып. 2. – С. 386 – 387
10. ДОЛГИЙ, В. Ихтиофауна Днестра и Прута (современное состояние, генезис, экология и биологические основы рыбохозяйственного использования). Изд. Штиинца. Кишинев, 1993, 323 с.
11. КОТЛЯР, О. Методы рыбохозяйственных исследований. Рыбное, 2004, 180 с.
12. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=139016&lang=ro#

CZU 597.21.5(478:282.243.758)"2020/2023 DOI: <https://doi.org/10.53937/sea2023.11>

IHTIOFAUNA RÂULUI PRUT ÎN ANII DE STUDIU 2020-2023

DUMITRU BULAT *, DENIS BULAT, NICOLAE ȘAPTEFRĂȚI, NINA FULGA, OLEG CREPIS, AUREL CEBANU, ROSTISLAV CHELMENCIUC, ANA DADU

*autor corespondent: bulatdm@yahoo.com

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Ihtiologie și Acvacultură

Rezumat

În lucrarea de față se analizează dinamica diversității ihtiiofaunei râului Prut, afluent al fluviului Dunărea. Investigațiile efectuate în ecosistemul menționat au scos în evidență o diversitate ihtiiofaunistică constituită din 62 specii, atribuite la 13 ordine și 22 familii. Se constată că efectele schimbărilor climatice, exprimate prin secete de lungă durată urmate de inundații masive pe arii extinse provoacă răspândirea mai activă a speciilor de pești din diverse zone piscicole în cadrul bazinului hidrografic dunărean. Astfel, în anul 2010, a fost identificată o specie nouă pentru r. Prut – *Gymnocephalus baloni* Holcík & Hensel, 1974; în anul 2015 - *Benthophilus nudus* Berg, 1898, iar în anul 2022 - *Rutilus virgo* (Heckel, 1852).

Cuvinte-cheie: schimbări climatice, indici ecologici analitici și sintetici, specii rare, specii endemice, specii alogene, structura capturilor piscicole.

INTRODUCERE

Râul Prut își ia începutul din Carpații Păduroși ai Ucrainei (muntele Goverla) și se varsă în Dunăre. Are o lungime totală de 967 km, dintre care primii 211 km se află pe teritoriul Ucrainei și 695 pe teritoriul limitrof România - Republica Moldova. Albia râului este șerpuitoare, ramificată, cu multe insule, bare aluvionare, ostroave, vaduri, praguri. Patul este neregulat, cu nisip, prundiș sau mâl, la grinduri – pietriș bolovănos. În limitele țării noastre, este divizat de barajul lacului de acumulare Costești-Stânca în sectoarele: mijlociu (s. Criva – s. Costești) și inferior (în aval de l.a. Costești-Stânca până la confluența cu fl. Dunărea) [6]. Valoarea comunitară a zonei de confluență cu fl. Dunărea, în care intră și lacul Belevu, a fost recunoscută la nivel internațional, fiind prima zonă Ramsar desemnată în Republica Moldova (Nr. 1029 din 20.06.2000 „Lacurile Prutului de Jos”) [13]. Din salba lacustră de odinioară drept reminiscențe din lunca Prutului ne-au rămas lacurile Belevu, Rotundu, Dracile, precum și câteva bălți și iezere de pe aceleași văi. Lacul de acumulare Costești-Stânca a fost format în 1978 pe cursul r. Prut, la kilometrul 576 km de la confluența cu fl. Dunărea. Lungimea lacului constituie 70 km, suprafața - 5900 ha, adâncimea medie - 12,5 m. Construcția lacului de acumulare Costești-Stânca a provocat ruperea conectivității longitudinale a râului, cauzând consecințe dăunătoare, în primul rând, asupra echilibrului hidromorfologic al râului, dar și asupra habitatelor acvatice și funcțiilor ecologice ale acestor [2].

MATERIAL ȘI METODE

Investigațiile ihtiologice s-au efectuat în ecosistemul r. Prut în perioada aa. 2020 – 2023. Prelevarea probelor ihtiologice a fost efectuată prin pescuituri științifice și de control cu o garnitură variată de unelte de pescuit permise de lege (plase flotabile și staționare, năvod pentru puiet). Exemplarele capturate au fost supuse unor analize, care au avut ca finalitate determinarea apartenenței taxonomice, a unor indici biologici (parametrii morfometrici, structura de vârstă, structura de sex, ritmul de creștere, gradul de dezvoltare a produselor sexuale, etc.) și ecologici (analitici și sintetici) [8, 9, 12].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Investigațiile efectuate în bazinul râului Prut în aspect multianual au scos în evidență o diversitate ihtiofaunistică constituită din 62 specii, atribuite la 14 ordine și 23 familii: *Ord. Petromyzontiformes, fam. Petromyzontidae* (1 sp.); *Ord. Acipenseriformes, fam. Acipenseridae* (2 sp.); *Ord. Clupeiformes, fam. Clupeidae* (1 sp.); *Ord. Salmoniformes, Fam. Salmonidae* (1 sp.); *Ord. Esociformes, fam. Esocidae* (1 sp.), *fam. Umbridae* (1 sp.); *Ord. Cypriniformes, fam. Cyprinidae* (4 sp.), *fam. Xenocyprididae* (3 sp.), *fam. Tincidae* (1 sp.), *fam. Acheilognathidae* (1 sp.), *fam. Leuciscidae* (15 sp.), *fam. Gobionidae* (4 sp.), *fam. Nemacheilidae* (1 sp.), *fam. Cobitidae* (6 sp.); *Ord. Siluriformes, fam. Siluridae* (1 sp.); *Ord. Gadiformes, fam. Lotidae* (1 sp.); *Ord. Perciformes/Gasterosteoides, fam. Gasterosteidae* (2 sp.); *Ord. Sygnathiformes, fam. Sygnathidae* (1 sp.); *Ord. Perciformes/Percoidei, fam. Percidae* (7 sp.); *Ord. Gobiiformes, fam. Gobiidae* (6 sp.), *fam. Odontobutidae* (1 sp.); *Ord. Centrarchiformes, fam. Centrarchidae* (1 sp.).

Din numărul speciilor de pești și ciclostomate identificate 14 sunt considerate endemice al bazinului Dunării, iar 7 specii sunt considerate alogene translocate antropohor [1, 10]. Conform statutului din lista IUCN - 2 specii sunt critic periclitare (CR), 2 periclitare (EN) și 2 vulnerabile (VU) (Tabelul 1) [17].

Tab. 1 Ihtiofauna râului Prut în limitele teritoriale ale Republicii Moldova

Nr. d/o	Speciile de pești	Bazinul r. Prut Popa L., 1976- 1977[15,16]	Bazinul r. Prut Usafii M., 2004 [18]	Albia r. Prut Davideanu Gr. et al., 2008[7]	Bazinul r. Prut Bulat D. et. al., 2010- 2023	Abundența în capturi Bulat D. et. al., 2010- 2023	Specii alogene de pești și endemice al bazinului fl. Dunărea	Trendul populațional în r. Prut
Ord. Petromyzontiformes Fam. Petromyzontidae								
1	<i>Eudontomyzon mariae</i> (Berg, 1931) Chișcar-de-râu	+	-	-	+	*		?
Ord. Acipenseriformes Fam. Acipenseridae								
2	<i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus, 1758 Cegă	+	+	-	+	*		↓
3	<i>Acipenser stellatus</i> Pallas, 1771 Păstrugă	+	-	-	+	*		↓
4	<i>Acipenser nudiiventris</i> Lovetsky, 1828 Viză	+	-	-	-	0		?
Ord. Clupeiformes Fam. Clupeidae								
5	<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901) Rizeafcă	-	+	-	+	***		↑
Ord. Salmoniformes Fam. Salmonidae								
6	<i>Hucho hucho</i> (Linnaeus, 1758) Lostrigă	+	-	-	-	0	endemic	?
7	<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758 Păstrăv indigen	+	-	-	-	0		?
8	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792) Păstrăv-curcubeu	+	-	-	+	*	alogen	↑
Ord. Esociformes Fam. Esocidae								
9	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758- Știucă	+	+	+	+	***		→
Fam. Umbridae								
10	<i>Umbra krameri</i> Walbaum, 1792 Țigănuș	+	-	-	+	*	endemic	↓
Ord. Cypriniformes Fam. Cyprinidae								
11	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 Căp	+	+	+	+	***	endemic	↓
12	<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) Caracudă	+	+	-	-	0		?
13	<i>Carassius auratus</i> sensu lato (<i>C. auratus</i> / <i>C. gibelio</i>) Caras roșu/caras argintiu	+	+	-	+	*****	alogen	→
14	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758) Mreană comună	+	+	+	+	**		→
15	<i>Barbus petenyi</i> Heckel, 1852 Mreană-vânăță	+	-	-	+	*	endemic	↓

Fam. Xenocypridae								
16	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844) Sânger	+	+	-	+	****	alogen	↑
17	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845) Novac	-	+	-	+	**	alogen	↑
18	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844) Cosaș	-	+	-	+	**	alogen	↑
Fam. Tincidae								
19	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758) Lin	+	-	-	+	*		↓
Fam. Acheilognathidae								
20	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782) Boarăță	+	+	+	+	****		↑
Fam. Leuciscidae								
21	<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758) Scobar	+	+	+	+	***		↑
22	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) Plătică	+	+	+	+	***		→
23	<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814) Cosac-cu bot-turtit (oceană)	+	+	+	+	***		→
24	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758) Batcă	+	+	+	+	*****		↑
25	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758) Morunaș	+	+	+	+	**		→
26	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) Babușcă	+	+	+	+	***		→
27	<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852) Babușca-de-Tur	-	-	-	+	**	endemic	↑
28	<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758) Avat	+	+	+	+	***		↑
29	<i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758) Sabiță	+	+	+	+	**		↑
30	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758) Clean	+	+	+	+	***		→
31	<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758) Văduviță	+	+	+	+	**		→
32	<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758) Boiștean	+	-	-	-	0		?
33	<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758) Clean-mic	-	+	-	-	0		?
34	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758) Roșioară	+	+	+	+	***		→
35	<i>Leucaspius delineatus</i> (Heckel, 1843) Fufă	+	+	+	+	*		↓
36	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) Obleț	+	+	+	+	****		→
37	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782) Beldiță	+	+	+	+	**		↓
Fam. Gobionidae								
38	<i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758) Porcușor comun	+	+	+	+	*		?
39	<i>Romanogobio vladkovi</i> (Fang, 1943) Porcușor-de-șes	+	+	+	+	**	endemic	↑
40	<i>Romanogobio uranoscopus</i> (Agassiz, 1828) Porcușor-de-vad	+	-	-	-	0	endemic	?
41	<i>Romanogobio kesslerii</i> (Dybowski, 1862) Porcușor-de-nisip	+	+	+	+	**		→
42	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846) Murgoi bălțat	-	-	+	+	***	alogen	→
Fam. Nemacheilidae								
43	<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758) Grindel	+	-	-	+	*		↓
Fam. Cobitidae								
44	<i>Cobitis taenia</i> Linnaeus, 1758 Zvârlugă comună	+	+	+	+	*		?
45	<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969 Zvârlugă-de-Dunăre	-	-	+	+	****	endemic	↑
46	<i>Cobitis tanaitica</i> Băcescu & Mayer, 1969 Zvârlugă-de-Don	-	-	-	+	*		↑
47	<i>Sabanejewia balcanica</i> (Karaman, 1922) Râmbiță	+	-	+	+	**	endemic	↓
48	<i>Sabanejewia bulgarica</i> (Drensky, 1928) Dunărița	-	-	-	+	**	endemic	↑
49	<i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758) Țipar	+	+	+	+	**		↓
Ord. Siluriformes Fam. Siluridae								
50	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758 Somn	+	+	+	+	***		→

Ord. Gadiformes Fam. Lotidae								
51	<i>Lota lota</i> (Linnaeus,1758) Mihalt	+	-	+	+	*		↓
Ord. Perciformes/Gasterosteidae Fam. Gasterosteidae								
52	<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler,1859) Osar	+	+	-	+	**		→
53	<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus,1758 Ghidrin	-	-	-	+	*		?
Ord. Sygnathiformes Fam. Sygnathidae								
54	<i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827 Undrea	+	-	-	+	**		↑
Ord. Perciformes/Percoidei Fam. Percidae								
55	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus,1758 Biban	+	+	+	+	***		→
56	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) Șalău	+	+	+	+	***		↓
57	<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758) Ghiborț	+	+	+	+	**		↓
58	<i>Gymnocephalus schraetser</i> (Linnaeus, 1758) Răspăr	+	-	+	+	*	endemic	↓
59	<i>Gymnocephalus baloni</i> Holcık & Hensel, 1974 Ghiborț-de-Dunăre	-	-	-	+	***	endemic	↑
60	<i>Zingel streber</i> (Siebold, 1863) Fusar	+	+	+	+	*	endemic	→
61	<i>Zingel zingel</i> (Linnaeus, 1766) Pietrar	+	+	-	+	**	endemic	→
Ord. Gobiiformes Fam. Gobiidae								
62	<i>Ponticola kessleri</i> (Guenther, 1861) Guvid-de-baltă	-	+	+	+	***		↑
63	<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857) Mocănaș	-	-	+	+	****		↑
64	<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814) Stronghil	-	-	+	+	**		↑
65	<i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1837) Moacă-de-brădiș	+	+	+	+	****		↑
66	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814) Ciobănaș	+	+	+	+	****		↑
67	<i>Benthophilus nudus</i> Berg, 1898 Umflătura-golașă-pontică	-	-	-	+	***		↑
Fam. Odontobutidae								
68	<i>Perccottus glenii</i> Dybowski, 1877 Moșul-de-Amur	-	-	+	+	**	alogen	↑
Ord. Perciformes/Cottoidei Fam. Cottidae								
69	<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758 Zglăvoacă comună	+	-	-	-	0		?
70	<i>Cottus poecilopus</i> Heckel, 1837 Zglăvoacă-peștiță	+	-	-	-	0		?
Ord. Centrarchiformes Fam. Centrarchidae								
71	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758) Biban-soare	+	+	+	+	***		↑
Total (specii)		55	42	40	62			

Notă: Semne convenționale privind abundența numerică a speciilor în capturi la nivel bazinal (limetele teritoriale ale Republicii Moldova), trendul populațional

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 0 - specie absentă în capturi, | ↑ - dinamică populațională pozitivă, |
| * - foarte rară în capturi, | ↓ - dinamică populațională negativă, |
| ** - rară în capturi, | → - dinamică populațională stabilă, |
| *** - relativ numeroasă, | ? - dinamică incertă. |
| **** - specie abundentă, | |
| ***** - foarte abundentă în capturi. | |

După inundațiile majore din 2008 și 2010, în albia r. Prut s-a constatat pătrunderea din heleșteiele avariate situate în bazin hidrografic prutean a unei cantități semnificative de ciprinide asiatice de cultură (*Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys nobilis*, *Ctenopharyngodon idella*) și a raselor de crap european - *Cyprinus carpio* [2]. Dintre speciile introduse de ciprinide asiatice doar sângerul a reușit să-și mențină în continuare o pondere semnificativă în ihtiocenoza râului, atingând faza de naturalizare și prezentând pe viitor un pericol serios de provocare a efectului bioinvaziv (Tabelul. 2).

Tab. 2. Abundența relativă în aspect comparativ a crapului și speciilor de ciprinide asiatice din bazinul Prutul inferior în capturile cu plasele staționare (%)

№	Specia	Lacul Beleu		Lacul Manta		Albia Prutului inferior		
		1996–1997 [18]	2011	1996–1997 [18]	2011	1996–1997 [18]	2011	2022-2023
1	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	0,1	7,18	0,6	23,55	0,6	30,05	9,29
2	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	-	2,83	-	4,40	-	3,7	-
3	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	-	3,05	-	3,65	-	5,2	-
4	<i>Cyprinus carpio</i>	4,4	21,43	3,65	9,7	2,0	6,7	10,62
5	<i>Alte specii</i>	95,5	65,51	95,75	58,7	97,4	54,35	80,09

La analiza capturilor piscicole din plasele staționare (latura ochiului 28x28 mm și 40x40 mm) pentru anii 2022-2023 din albia Prutului inferior (tronsonul s. Brânda – Giugiulești) observăm faptul că în ultima perioadă au crescut semnificativ valorile abundenței relative la crap european (10,62 %), ceea ce demonstrează succesul reproducerii naturale din ultimii ani ca rezultat al nivelului favorabil al apei în perioada mai-iunie. Astfel, speciile eudominate (D5) în capturi devin batca (29%), carasul argintiu (23,01%) și crapul european (10,62%) (Figura 1).

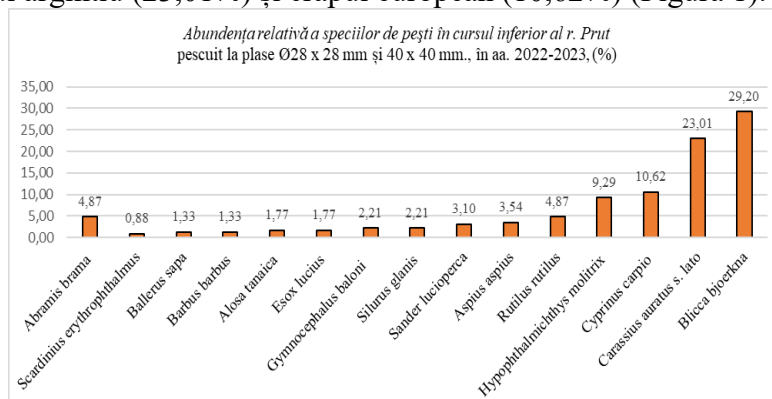


Fig. 1. Abundența relativă medie la speciile de pești din Prutul inferior (tronsonul s.Brânda-s.Giugiulești) în aa. 2022-2023 (unealta de pescuit: plase cu lat. ochiului 28x28 - 40x40 mm)

La sfârșitul verii anului 2022, în sectorul inferior al r. Prut a fost semnalată o specie nouă pentru acest ecosistem, endemit al bazinului Dunării - *Rutilus virgo* (Heckel, 1852).

Se distinge de alți reprezentanți din genul *Rutilus* prin următoarele caractere unice: peritoneu negru; înotătoarea anală de obicei cu 11-12½ radii ramificate (*R. rutilus* 10½); 44-46 solzi de-a lungul liniei laterale (*R. rutilus* 41-43); cap relativ mic; gura inferioară; corp comprimat lateral, grosimea maximă a corpului aproximativ 50% din înălțimea corpului [8] (Figura 2).



Fig. 2 Fenotipul *Rutilus rutilus* (sus) și *Rutilus virgo* (jos) din albia Prutului inferior în aspect comparativ

În capturile cu năvodul pentru puiet din Prutul inferior au fost identificate 38 de specimene de vârstă (0+ – 2+), respectiv: 0+, n=3, l=5,23±0,18cm (min.–5,0cm și max.–5,5cm), P=2,23±0,15g

(min.–2,0g și max.–2,4g); 1+, n=30, l=7,54±0,12cm (min.–6,3 cm și max.–8,5 cm), P=8,82±0,42g (min.–5,2g și max.–12,7g); 2+, n=5, l=9,88±0,44cm (min.–8,6 cm și max.–10,2cm). P=20,82±3,07g (min.–13,9g și max.–30,1g) (Figura 3).

În pofida faptului că râul Prut este recunoscut prin abundența speciilor endemice ale bazinului Dunărean, o amenințare majoră pentru biodiversitatea acestui ecosistem reprezintă expansiunea speciilor alogene cu efect bioinvaziv. Astfel, în unele biotopuri se constată ponderi semnificative în capturi la următoarele specii de pești: soretele - *Lepomis gibbosus* (zonele inundabile din lunca Prutului), carasul roșu - *Carassius auratus* (întreg bazinul hidrografic), sângerul - *Hypophthalmichthys molitrix* (albia Prutului inferior), murgoiul bălțat (întreg bazinul hidrografic), moșul-de-Amur - *Perccottus glenii* (albia și afluenții din sectorul medial al r. Prut) [2].

Din grupa relictelor ponto-caspice fam. *Gobiidae* demonstrează o progresie biologică evidentă în ultima perioadă. Astfel, speciile reprezentative de pești în ecosistemul r. Prut sunt: ciobănașul - *Neogobius fluviatilis*, mocănașul - *Babka gymnotrachelus*, guvidul-de-baltă - *Ponticola kessleri* și moaca-de-brădiș - *Proterorhinus semilunaris*.

Analiza abundenței speciilor de pești în capturile cu năvodul din albia Prutului inferior în aa. 2022-2023 este reflectată în următoarea diagramă (Figura 3).

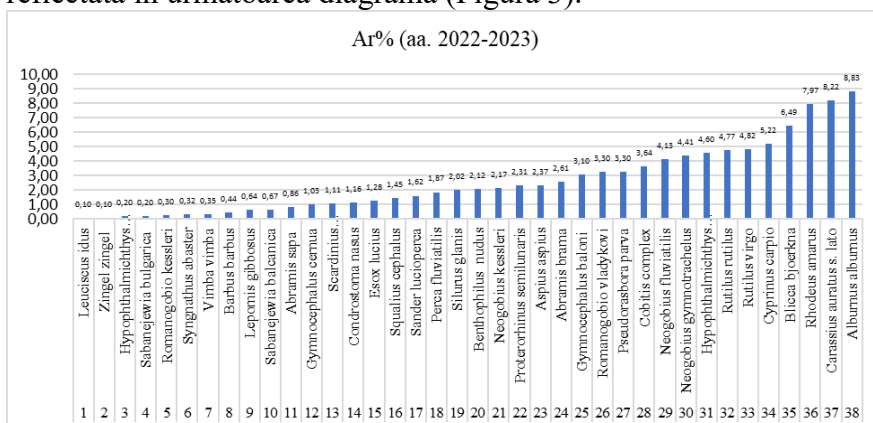


Fig. 3. Abundența relativă la speciile de pești din Prutul inferior (tronsonul s.Brânza – s.Giurgiulești) pentru anii 2022-2023 (Unealta de pescuit: năvodul pentru puiet)

În rezultatul pescuiturilor științifice de control efectuate în ecosistemul lacului de acumulare Costești-Stânca în anul 2021 utilizând năvodul pentru puiet, s-au identificat 22 specii de pești, aparținând la 4 ordine și 6 familii (ord. *Cypriniformes* cu fam. *Cyprinidae* și *Cobitidae*; ord. *Siluriformes* cu fam. *Siluridae*; ord. *Gasterosteiformes* cu fam. *Gasterosteidae*; ord. *Perciformes* cu fam. *Percidae* și *Gobiidae*) (Tabelul 3).

Tab. 3. Valorile indicilor calitativi și cantitativi determinați în baza pescuitului științific efectuat în lacul Costești-Stânca, anii 2020 și 2021

Indicator		Valorile pentru a. 2020	Valorile pentru a. 2021
1.	Numărul de specii	23	22
3.	Indicele de diversitate Shannon (Hs)	3,35	3,74
4.	Echitabilitatea (e)	0,74	0,84
5.	Indicele Simpson (Is)	0,15	0,09
6.	Densitatea (exp./ha)	2140,0	1993,3
7.	Biomasa (kg/ha)	29,02	26,67

În anul 2021 se observă unele modificări nesemnificative ale valorilor indicilor ecologici sintetici, exprimate prin creșterea valorilor Hs (3,74) și e (0,84), și micșorarea indicelui de

dominanță Is (0,09), cauzate de micșorarea semnificativă a efectivelor în capturi a unor specii considerate în a. 2020 eudominante, precum este *bibanul* și *oblețul* (Tabelul 3).

Aceste specii oportuniste cu ciclul vital scurt sau mediu și o structură populațională simplă, în anumiți ani, pot da dovadă de depresii numerice evidente, însă, ulterior, își revin într-un timp foarte scurt și chiar pot produce adevărate explozii de efectiv. La majoritatea acestor specii, grupele de vârstă care intră, în premieră, în procesul reproductiv pot fi mai numeroase decât toate cele de vârstă mai înaintată luate la un loc, de aceea, orice ”an fructuos” pentru reproducere poate provoca rapid o ”suprasaturare populațională”, scăderile bruște de efectiv devenind o strategie eficientă în cadrul procesului de autoreglare numerică.

Spre deosebire de anul 2020, în anul 2021 speciile eudominante (D5) de pești sunt *oblețul* (D5=16,4%) și *ciobănașul* (D5=16,4%) (Tab. 2). În grupa speciilor euconstante (C4) avansează doar *ciobănașul* (C4=80,0%), iar caracteristice, conform semnificației ecologice (W4 și W5), devin aceleași specii de talie mică și medie, euritope și cu un polimorfism ecologic accentuat ca *ciobănașul* (W5=13,1%), *oblețul* (W4=9,83%) și *bibanul* (W5=5,22%) (Tabelul 4).

De menționat abundența încă relativ înaltă a speciilor oxifile în capturile din anii 2020 și 2021, precum sunt *ghiborțul comun* (D4=7,2% și D3=4,0) și *porcușorul de șes* (D3=3,5% și D3=2,4%), ceea ce relevă o calitate superioară a apei comparativ cu acumularea Dubăsari de pe fl. Nistru (unde aceste specii practic au dispărut).

Tab. 4. Indicii ecologici analitici ai capturilor piscicole din lacul de acumulare Costești-Stânca obținuti în baza capturilor cu năvodul pentru puiet, anii 2020 și 2021

N/dr	Specia	a.2020			a.2021		
		D%	C%	W%	D%	C%	W%
1	Biban <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	27,1	60,0	16,3	8,7	60,0	5,2
2	Obleț <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	21,5	70,0	15,1	16,4	60,0	9,8
3	Babușcă <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	14,8	80,0	11,8	8,0	60,0	4,8
4	Ghiborț comun <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	7,2	45,0	3,3	4,0	40,0	1,6
5	Plătică <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	4,2	35,0	1,5	10,7	40,0	4,1
6	Avat <i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	4,0	35,0	1,4	6,0	40,0	2,4
7	Șalău <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	3,7	35,0	1,3	5,0	40,0	2,0
7	Porcușor-de-șes <i>Romanogobio vladkyovi</i> (Fang, 1943)	3,5	35,0	1,2	2,3	20,0	0,5
8	Ciobănaș <i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	3,5	30,0	1,1	16,4	80,0	13,1
9	Caras argintiu <i>Carassius auratus sensu lato</i>	3,0	35,0	1,1	2,7	50,0	1,3
10	Clean <i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	1,9	25,0	0,5	1,3	20,0	0,2
11	Boarță <i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	1,8	20,0	0,4	1,0	20,0	0,2
12	Mreană-comună <i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	1,3	25,0	0,3	0,3	10,0	0,03
13	Mocănaș <i>Neogobius gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	1,0	10,0	0,1	7,0	60,0	4,21
14	Ochenă <i>Abramis sapa</i> (Pallas, 1814)	0,8	15,0	0,1	-	-	-
15	Morunaș <i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	0,8	15,0	0,1	3,0	30,0	0,9
16	Crap <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	0,8	25,0	0,2	0,7	10,0	0,1
18	Zvârlugă <i>Cobitis taenia sensu lato</i>	0,6	10,0	0,1	1,0	20,0	0,2
19	Murgoi bălțat <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1842)	0,3	10,0	0,0	0,3	10,0	0,03
20	Osar <i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859)	0,3	5,0	0,0	-	-	-
21	Moacă-de-brădiș <i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1837)	0,3	10,0	0,0	2,7	20,0	0,5
22	Somn <i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	0,2	5,0	0,0	1,3	30,0	0,4
23	Guvid-de-baltă <i>Babka kessleri</i> (Gunther, 1861)	0,2	5,0	0,0	1,0	20	0,2
24	Stronghil <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	-	-	-	0,3	10	0,03

De asemenea, se constată abundențele satisfăcătoare ale speciilor reofile native de pești în lacul de acumulare Costești-Stânca, precum *cleanul*, *morunașul*, *mreana comună*, *cosacul-cu-bot-turtit* ș.a., care, de asemenea, sunt indicatori fermi ai unei stări ecologice mai favorabile, comparativ cu ecosistemul lacului de acumulare Dubăsari. Totodată, este important de menționat constatarea progresiei biologice a guvizilor ponto-caspici și în acest ecosistem antropizat, mai ales a *ciobănașului* oxifil, valurile cărui în capturile din anul 2021 l-au plasat în grupa speciilor eudominate, euconstante și caracteristice ($D_5=16,4\%$, $C_4=80,0\%$, $W_5=13,1\%$).

De remarcat creșterea bruscă a ponderii *carasului argintiu* în capturile cu plasele staționare, ceea ce anterior nu se constata. Astfel, dacă în capturile cu plasa staționară cu latura ochiului 40x40 mm ponderea *carasului argintiu* în anii 2012-2013 constituia în medie 5,2 %, atunci în anul 2020 ea a crescut până la 34,1%. Una din cauze poate fi populările masive cu puiet de caras argintiu în primăvara anului 2018 efectuate de partea moldavă. În a. 2021 s-a urmărit o oarecare stabilizare valorică (11,9 %) în urma intrării active în stocul de exploatare piscicolă a acestei generații populate. O altă cauză poate fi procesul activ de invazie a speciei pe fundalul parcurgerii fazelor succesionale ale ecosistemului lacului (Figura 4).

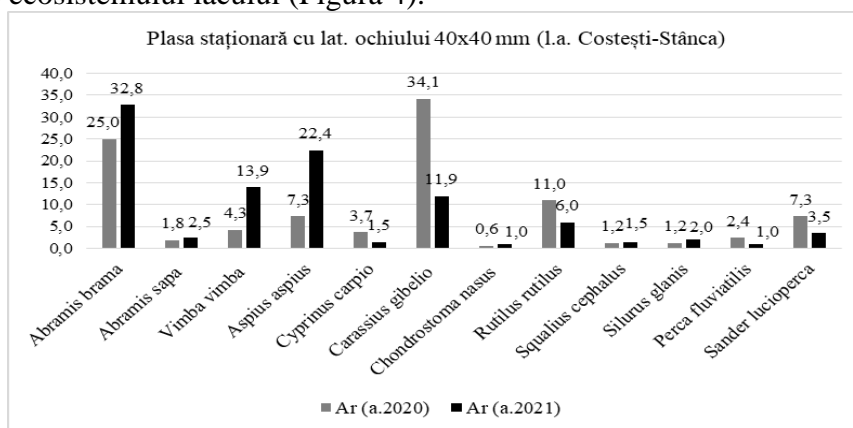


Fig. 4. Dominanța speciilor de pești din lacul de acumulare Costești-Stânca (a. 2020 și 2021) în plasa staționară cu dimensiunile laturii ochiului 40x40mm.

Comparativ cu anul 2020, în anul 2021 s-a constatat majorarea semnificativă a ponderii în capturile cu plasa staționară cu dimensiunile laturii ochiului 40x40 mm a speciilor de: *plătică* (de la 25,0 % până la 32,8%), *morunaș* (de la 4,3% până la 13,9%) și *avat* (de la 7,3% până la 22,4%), în schimb se urmărește o descreștere a abundențelor relative la speciile de: *crap* (de la 3,7% până la 1,5%), *babușcă* (de la 11,0 % până la 6,0 %), *biban* (de la 2,4 % până la 1,0 %) și *șalău* (de la 7,3 % până la 3,5 %).

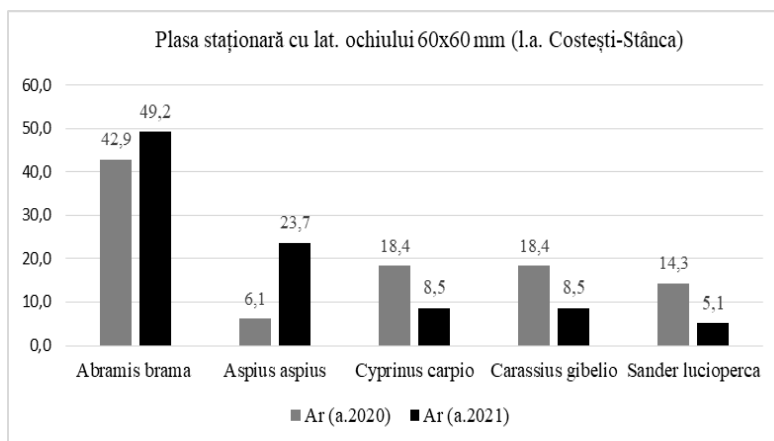


Fig. 5. Abundența relativă a speciilor de pești din lacul de acumulare Costești-Stânca (a. 2020 și 2021) în plasa staționară cu dimensiunile laturii ochiului 60x60mm.

De menționat că precipitațiile abundente în lunile iunie-iulie din anii 2018-2021 pe teritoriul Republicii Moldova au provocat sporuri populaționale semnificative în grupele tinere de vârstă la speciile fitofile de talie mare cu perioadă reproductivă medie-târzie, precum este *somnul european* și *crapul european*. Totuși, factorul determinant care limitează efectivele populaționale, mai ales în grupele superioare și medii de vârstă, rămâne a fi amploarea mare a pescuitului ilicit. Acest fapt poate fi demonstrat prin analiza capturilor din plasele staționare cu dimensiuni mai mari ale laturii ochiului (60mmx60mm), unde se constată o reducere semnificativă a structurii specifice, cât și a abundențelor relative în capturi (Figura 5).

Din Figura 2 constatăm lipsa în capturile piscicole din anii 2020 și 2021 a complexului speciilor introducente de ciprinide asiatice, precum este *sângerul*, *novacul* și *cosașul*, ceea ce indică la neefectuarea lucrărilor de populare cu specii economic valoroase în ultimii ani și, respectiv, ratarea unor producții piscicole înalte, precum și lipsa oricăror lucrări de combatere a fenomenelor periculoase de ”înflorire algală” și ”îmburuienare” a ecosistemelor lacurilor de acumulare mari din Republica Moldova. De menționat că în urma construcțiilor lacurilor de acumulare (Dubăsari și Costești-Stânca) pe fl. Nistru și r. Prut, s-a format și extins o nișă spațială necaracteristică speciilor de râu - zona pelagică și de litoral, unde, în condiții de stagnare a apei, are loc o dezvoltare vertiginoasă a fitoplanctonului, zooplanctonului și a macrofitelor, ceea ce impune efectuarea sistematică a lucrărilor de ameliorare biologică și creează perspective majore de valorificare economică a acestor ecosisteme.

Structura capturilor piscicole din lacul de acumulare Costești-Stânca în anii 2022-2023 este reprezentată în următoarea tabelă (Tabelul 5).

Tab. 5 Structura de vârstă a speciilor de pești din lacul de acumulare Costești-Stânca în perioada 2022 - 2023 capturate cu plase Ø 40 x 40 mm, 45 x 45 mm 50 x 50 mm și 60 x 60 mm.

Speciile de pești evidențiate	Indicii	Grupele de vârste (ani) și valorile indicilor biometrici										Valorile medii	Numărul de pești examinați (ex.)	Abundența relativă %
		0+	1-1+	2-2+	3-3+	4-4+	5-5+	6-6+	7-7+	8-8+	9-9+			
Plătică <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	<i>L (cm)*</i>	-	-	23,5	26,0	35,0	37,0	40,5	47,0	50,0	-	37,0	136	39,9
	<i>l (cm)*</i>	-	-	19,0	21,0	29,0	30,5	33,0	37,5	40,5	-	30,9		
	<i>P(g)*</i>	-	-	135	208	442	595	882	1080	1496	-	691,2		
	<i>n*</i>	-	-	2	6	57	43	20	6	2	-	-		
	<i>%*</i>	-	-	2,4	4,4	41,2	31,1	14,1	4,4	2,4	-	-		
Avat <i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	<i>L (cm)</i>	-	17,0	29,0	36,5	40,5	44,0	56,0	58,9	61,0	-	42,8	34	9,9
	<i>l (cm)</i>	-	15,0	24,5	30,5	33,8	39,8	47,5	50,0	51,0	-	36,5		
	<i>P(g)</i>	-	47	218	487	594	791	1588	2385	2445	-	1069,4		
	<i>n</i>	-	1	2	4	6	7	1	12	1	-	-		
	<i>%</i>	-	2,9	5,8	11,7	17,6	20,3	2,9	35,9	2,9	-	-		
Șalău <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	<i>L (cm)</i>	-	-	26,5	33,5	44,3	52,8	56,0	67,0	68,5	-	49,8	65	18,9
	<i>l (cm)</i>	-	-	22,0	27,0	37,7	46,7	47,9	57,0	60,0	-	42,6		
	<i>P(g)</i>	-	-	305,0	564,0	749,0	1310,0	1505,0	2745,0	3250,0	-	1489,7		
	<i>n</i>	-	-	2	18	15	17	9	2	2	-	-		
	<i>%</i>	-	-	3,0	27,6	23,1	26,4	13,8	3,0	3,0	-	-		
Crap <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	<i>L (cm)</i>	-	-	-	26,0	31,0	40,5	44,8	56,0	61,0	-	43,2	16	4,6
	<i>l (cm)</i>	-	-	-	22,0	25,0	34,0	37,0	47,0	51,5	-	36,0		
	<i>P(g)</i>	-	-	-	300,0	571,0	980,0	1280,0	2442,0	3610,0	-	1530,3		
	<i>n</i>	-	-	-	2	3	5	3	2	1	-	-		
	<i>%</i>	-	-	-	12,5	18,7	31,4	18,7	12,5	6,2	-	-		
Babușcă <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>L (cm)</i>	-	-	-	23,0	30,0	33,5	35,0	38,0	-	-	31,9	24	6,9
	<i>l (cm)</i>	-	-	-	19,0	26,0	28,0	29,0	32,0	-	-	26,8		
	<i>P(g)</i>	-	-	-	119	248	370	639	799	-	-	411,2		
	<i>n</i>	-	-	-	3	9	10	1	1	-	-	-		
	<i>%</i>	-	-	-	12,5	37,5	41,8	4,1	4,1	-	-	-		
Caras - argintiu <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1783)	<i>L (cm)</i>	-	-	-	22,5	26,0	30,0	32,5	36	-	-	29,4	23	6,7
	<i>l (cm)</i>	-	-	-	16,5	22,0	25,0	26,5	30	-	-	24,0		
	<i>P(g)</i>	-	-	-	265	360	580	645	841	-	-	538,2		
	<i>n</i>	-	-	-	2	4	6	10	1	-	-	-		
	<i>%</i>	-	-	-	8,6	17,2	26,0	43,9	4,3	-	-	-		
Biban <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>L (cm)</i>	-	-	15,0	18,6	24,8	27,9	-	-	-	-	21,6	7	5,2
	<i>l (cm)</i>	-	-	13,0	13,5	20,5	23,5	-	-	-	-	17,5		
	<i>P(g)</i>	-	-	66,0	83,0	241,0	358,0	-	-	-	-	187,0		
	<i>n</i>	-	-	1	6	9	2	-	-	-	-	-		
	<i>%</i>	-	-	5,5	33,4	50,1	11,0	-	-	-	-	-		

Materialele Simpozionului „Starea ecosistemelor acvatice în contextul impactului antropic și al schimbărilor climatice”, Chișinău, Republica Moldova, 13 noiembrie 2023.

Morunaș <i>Vimba vimba (Pallas, 1911)</i>	<i>L (cm)</i>	-	-	25,5	30,0	32,0	35,0	-	-	-	-	30,6	26	7,5
	<i>l (cm)</i>	-	-	21,0	25,5	26,5	29,5	-	-	-	-	25,6		
	<i>P(g)</i>	-	-	141	265	320	495	-	-	-	-	305,0		
	<i>n</i>	-	-	1	15	1	9	-	-	-	-	-		
	<i>%</i>	-	-	3,8	-	3,8	34,6	-	-	-	-	-		
Somn <i>Silurus glanis (Linnaeus, 1758)</i>	<i>L (cm)</i>	-	-	-	63	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3
	<i>l (cm)</i>	-	-	-	57,4	-	-	-	-	-	-	-		
	<i>P(g)</i>	-	-	-	957	-	-	-	-	-	-	-		
	<i>n</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	<i>%</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Total													343	

* L - lungimea totală a peștelui (cm);

l - lungimea până la baza înotătoarei caudale;

P - greutatea (g);

N – numărul de pești examinați;

% - raportul grupelor de vârste a populației

CONCLUZII

Investigațiile efectuate în bazinul râului Prut au scos în evidență o diversitate ihtiofaunistică constituită din 62 specii, atribuite la 13 ordine și 22 familii: *Ord. Petromyzontiformes, fam. Petromyzontidae* (1 sp.); *Ord. Acipenseriformes, fam. Acipenseridae* (2 sp.); *Ord. Clupeiformes, fam. Clupeidae* (1 sp.); *Ord. Salmoniformes, Fam. Salmonidae* (1 sp.); *Ord. Esociformes, fam. Esocidae* (1 sp.), *fam. Umbridae* (1 sp.); *Ord. Cypriniformes, fam. Cyprinidae* (4 sp.), *fam. Xenocyprididae* (3 sp.), *fam. Tincidae* (1 sp.), *fam. Acheilognathidae* (1 sp.), *fam. Leuciscidae* (15 sp.), *fam. Gobionidae* (4 sp.), *fam. Nemacheilidae* (1 sp.), *fam. Cobitidae* (6 sp.); *Ord. Siluriformes, fam. Siluridae* (1 sp.); *Ord. Gadiformes, fam. Lotidae* (1 sp.); *Ord. Perciformes/Gasterosteoides, fam. Gasterosteidae* (2 sp.); *Ord. Sygnathiformes, fam. Sygnathidae* (1 sp.); *Ord. Perciformes/Percoidei, fam. Percidae* (7 sp.); *Ord. Gobiiformes, fam. Gobiidae* (6 sp.), *fam. Odontobutidae* (1 sp.); *Ord. Centrarchiformes, fam. Centrarchidae* (1 sp.).

Efectul schimbărilor climatice exprimate prin secete de lungă durată urmate de inundații masive a provocat întrepătrunderea parțială a zonelor piscicole în cadrul ecosistemului fluvial și răspândirea mai activă a speciilor, atât native cât și alogene, în cadrul bazinului hidrografic dunărean.

Investigațiile au fost efectuate în cadrul proiectului nr. 20.80009.7007.06 AQUABIO (Program de Stat 2020-2023) și a proiectelor internaționale BSB165 HydroEcoNex și BSB 27 MONITOX.

REFERINȚE

1. Balon E. The oldest domesticated fishes, and the consequences of an epigenetic dichotomy in fish culture. In: Journal of Ichthyology and Aquatic Biology. Vol. 11, nr. 2, 2006. p. 47-66
2. Bulat Dm. Ihti fauna Republicii Moldova: amenințări, tendințe și recomandări de reabilitare. Chișinău: Foxtrod, 2017. 343 p. ISBN 978-9975-89-070-0.
3. Bulat Dm., Bulat Dn., Davideanu A., Irinel E., Popescu Davideanu, Gr. Romania – Republic of Moldova joint study concerning the fish fauna in Stânca-Costești reservoir. In: AACL Bioflux 9(3): 2016, pp. 550-563. ISSN 184-8143.
4. Bulat, Dm. E.; Bulat, Dn. E. Danubian ruff – *Gymnocephalus baloni* Holčík Et Hensel, 1974 a new species for the ichthyofauna of Moldova. In Abstracts of the IV International Ichthyological Scientific and Practical Conference. Modern problems of theoretical and practical ichthyology, 7-11 September 2011, Odessa, Ukraine; Phoenix: Odessa, Ukraine, 2011; pp. 43-45.
5. Bulat, Dm., Bulat, Dn., Zubcov, E., Bilețchi, L. First record of the species *Benthophilus nudus* (Berg, 1898) in the Prut River. International Conference “Environmental Challenges in Lower Danube Euroregion” 25-26 June, Galați. Romania, 2015, p. 34.
6. Cazac, V., Mihailescu, C., Bejenaru, Gh., Gâlcă, G. Apele de suprafață. Resursele acvatice ale Republicii Moldova. Chișinău, Știința, 2007, p. 142. ISBN 9789975672900.
7. Davideanu, Gr. ș.a. Ihti fauna râului Prut. Societatea Ecologică pentru Protecția și Studiarea Florei și Faunei Sălbatică Aquaterra. Societatea Bioremedierii Ecosistemelor Acvatice și Umede „Euribiont”. Iași, 2008, 80 p.
8. Fish Base. A Global Information System on Fishes. <http://www.fishbase.org/search.php>
9. Guidance on the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems, I.S. Editorial-Poligrafică ”Tipografia Centrală”, Chișinău, 2021, Republica Moldova ISBN 978-9975-157-05-6
10. Holčík J. Fish introductions in Europe with particular reference to its central and eastern part. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48(1). 1991. p. 13-23. https://www.reabic.net/publ/Holcik_1991.pdf
11. Holčík, J. Possible reason for expansion of *Carassius auratus* (L.) (Teleostei, Cyprinidae) in the Danube river basin. In: International Revue. Gessellschaft für Hydrobiologie, 65, 1980, pp. 673–679.
12. Kottelat, M., Freyhof J. Handbook of European Freshwater Fishes. Ed. Delemon, Switzerland, 2007, 646 p. ISBN: 9782839902984
13. Legea nr. 1538/1998 privind fondul ariilor naturale protejate de stat <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=311614>.
14. Marta, A., Toderaș, I., Bulat, Dm., Bulat, Dn., Purcic, V. Diversitatea speciilor și a biotipurilor hibride din genul *Cobitis* (Teleostei: Cobitidae) din bazinele acvatice ale Republicii Moldova. În: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2017, 3 (333), pp. 126-131. ISSN 1857-064X (RO).
15. Popa, L. Ryby basseyna r. Prut. Izd. Shtiintsia. Kishinev, 1976, 85 s.
16. Popa, L. Ryby Moldavii. Spravochnik – opredelitel'. Izd. Kartya Moldovenyaske. Kishinev, 1977, 200 c (RU).
17. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponibil: <http://www.redlist.org>
18. Usatyi M. Diversity of fish fauna in the catchment area of the Prut river in Republic of Moldova. În: Analele științifice ale Universitatii «A.I.Cuza» din Iași. Editura Universitatii «Alexandra Ioan Cuza» Iași, 2004, p.91-99.

OPTIMIZAREA METODELOR DE REPRODUCERE A SPECIILOR DE PEȘTI INCLUSE ÎN CARTEA ROȘIE A REPUBLICII MOLDOVA (DUPĂ EXEMPLUL LINULUI – *TINCA TINCA*)

DUMITRU BULAT *, OLEG CREPIS, DENIS BULAT

*autor corespondent: bulatdm@yahoo.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a
Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Ihtiologie și Acvacultură*

Rezumat

Lucrarea de față prezintă rezultatele elaborării și modernizării metodologiei reproducerii natural-dirijate a speciilor vulnerabile de pești, după exemplul linului *Tinca tinca*, Linnaeus, 1758. S-a demonstrat eficiența mai mare de utilizare a reproducătorilor domesticiți în comparație cu cei capturați nemijlocit înaintea perioadei de reproducere naturală. Cea mai probabilă cauză de dereglare a comportării reproductive la loturile sălbatice este influența stresului produs în procesul de capturare, transportare, precum și în alte manipulări piscicole. În scopul diminuării efectului negativ al stresului asupra eficienței reproductive a fost elaborată și modernizată instalația de reproducere natural-dirijată a speciei care poate fi plasată nemijlocit în zona boiștilor caracteristice.

Cuvinte-cheie: specii vulnerabile de pești, eficiența reproducerii, diminuarea factorilor de stres, instalația de reproducere natural-dirijată

INTRODUCERE

În baza analizei literaturii științifice și a studiilor experimentale (lacul refrigerent Cuciurgan), s-au efectuat lucrările de elaborare a unui algoritm de optimizare a metodei de reproducere natural-dirijată a linului (*Tinca tinca*) în ecosistemele naturale ale Republicii Moldova.

Linul (*Tinca tinca*, Linnaeus, 1758) este o specie vulnerabilă inclusă în cartea Roșie a Republicii Moldova (ed. III-a), iar populațiile puțin numeroase rămase în unele ecosisteme naturale se găsesc într-o continuă regresie numerică din cauza condițiilor actuale de mediu nefavorabile (secarea zonelor umede, poluarea habitatelor naturale cu fertilizanți și pesticide, folosirea lacurilor și iazurilor în piscicultura ciprinicolă cu specii de origine alogenă, etc) [2, 3]. În legătură cu aceasta este necesar de elaborat metodele de dirijare a productivității acestei specii în bazinele piscicole naturale și artificiale.



Fig. 1. Linul (*Tinca tinca*)

Biologia linului este studiată destul de bine [4, 7, 8, 11, 13]. În lacul Cuciurgan prolificitatea femelelor în vârstă de 5 ani ajunge până la 150 mii de icre, în timp ce a femelelor de 8 ani – până la 470 mii icre. Eclozarea larvelor are loc după 3-4 zile. După incubatie prelarvele duc un mod de viață sedentar. Linul are o imunitate sporită la cele mai răspândite boli ale peștilor.

Studiul literaturii privind reproducerea linului în complexe piscicole demonstrează că descendenții se pot obține prin reproducerea artificială sau natural-dirijată [1, 5, 6, 9, 12]. În conformitate cu datele cunoscute, este posibil să se obțină descendenți de lin de la reproducătorii

ținuți în captivitate în heleșteie speciale pentru reproducători, sau nemijlocit în mediile lor naturale la boiști. Mai mult, cea de-a doua schemă a fost aplicată într-o măsură mai mică, datorită etologiei destul de complexe a reproducerii sale, asociată cu caracteristicile hidrologice și hidrobiologice ale corpurilor de apă, structurii loturilor de reproducători și modului porționat de depunere a icrelor. O anumită dificultate în procesul biotehnologic este cauzată de faptul că linul este sensibil la manipulare. Și acest fapt se reflectă în susceptibilitatea sa la factorii de stres, ceea ce este evident mai ales atunci când aplici metodele de reproducere artificială.

Lucrările experimentale s-au desfășurat la complexul de reproducere a peștilor de la CTEM la lacul de acumulare Cuciurgan.

REZULTATELE ȘI DISCUȚII

Cercetările au demonstrat, că la reproducere în condiții industriale stimularea exohormonală acționează eficient asupra reproducătorilor domesticiți. S-a stabilit că femelele capturate în lac și introduse în heleșteu pentru reproducerea natural-dirijată se maturizează într-un număr mai mic și depun porțiile de icre mai mici. Analiza rezultatelor obținute ne permite să conchidem că cea mai probabilă cauză de dereglare a comportării reproductive a linului nedomesticit este influența stresului produs în procesul de capturare și transportare din lacul de acumulare precum și în procesul desfășurării altor acțiuni tehnologico-piscicole. Mai puțin receptivi la manipulare în mare parte sunt masculii.

Datele obținute privind eficacitatea folosirii de către reproducătorii de lin a diferitor tipuri de substrat ne demonstrează că pe cel combinat s-a semnalat cea mai mare densitate a icrelor depuse.

Pe baza rezultatelor cercetării și a datelor din literatură, a fost alcătuită o metoda ecologică de reproducere a linului în ecosistemele naturale ale Republicii Moldova. Procesul de reproducere a linului este împărțit în mai multe etape succesive.

1. Pregătirea unui sit pe lac pentru reproducerea natural-dirijată a linului.

În zonele de reproducere naturală a linului, (golvulețe mici cu adâncimi de 0,5 - 1,0 m, desigururi dense de stuf și vegetație moale submersă, temperatura apei 16-22 °C , conținut de oxigen în apă 6-8 mg/l, debit slab etc.) se eliberează de macrofite o suprafață cu dimensiuni corespunzătoare numărului planificat de cuști care urmează să fie instalate. În același timp, desigururile de stuf și alte macrofite sunt lăsate în exterior de-a lungul perimetrului sitului, care servesc la protejarea împotriva vântului și a valurilor. Dacă există un strat de nămol în partea de jos a site-ului, atunci acesta este compactat cu nisip. De-a lungul perimetrului sitului, este instalat un cadru pentru atașarea cuștilor de plasă de reproducere cu dimensiuni ale ochiurilor inaccesibile pătrunderii micilor specii de pești autohtoni consumatori activi de icre și larve de lin. Dimensiunile cuștilor trebuie să fie de cel puțin 3x3x1,5 m.

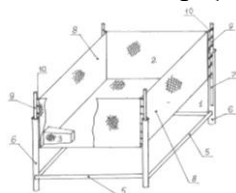


Fig. 2. Dispozitiv pentru reproducere linului, vedere în axonometrie.

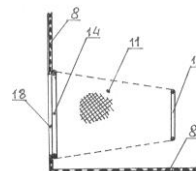


Fig. 3. Mâneca desfăcută din plasă elastică, vedere laterală în secțiune de-a lungul axei.

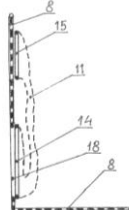


Fig. 4. Mâneca strânsă din plasă elastică, vedere laterală în secțiune axială.

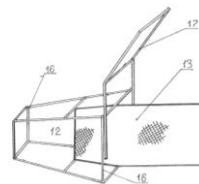


Fig. 5. Cadru de distanțare din poarta de acces, cu mâner și aripă de ghidare cu plasă, vedere axonometrică.

Dispozitivul pentru reproducere linului include o carcasă 1, cușcă 2, poartă de acces 3 și substratul 4 pentru depunerea icrelor de către peștii fitofili. Carcasa 1 este formată din distanțiere orizontale 5 și bare verticale 6 cu fante verticale 7.

Cușca 2 este formată dintr-un corp dreptunghiular 8 din plasă fină, distanțiere verticale 9 și extensii elastice orizontale 10, care sunt fixate la un capăt de colțurile corpului dreptunghiular 8, iar celălalt capăt - de distanțiere verticale 9. Poarta de acces 3 include o mânecă 11 din plasă elastică, cadru de distanțare 12 și aripa 13 de ghidare din plasă. Mâneca 11 din plasă elastică este realizată sub forma unei piramide retezate, de-a lungul perimetrului capetelor căreia sunt atașate rame rigide 14 și 15. Cadrul de distanțare 12 urmează forma mânecii de plasă 11, intră liber în acesta și constă dintr-un carcasă rigidă 16 cu un mâner 17, în care este montată vertical aripa 13 de ghidare cu plasă. Astfel în cât, în colțul inferior al corpului dreptunghiular 8, este prevăzută o fereastră 18 pentru atașarea ramei 14 al mânecii de plasă 11.

2. Instalarea cuștilor pentru reproducerea natural-drijată a linului.

La sfârșitul lunii mai, când temperatura din lac este optimă pentru demararea perioadei de reproducere a linului, cuștile sunt plasate în locuri speciale pregătite preventiv. Pentru aceasta, distanțierele verticale 9, unite de marginile cuștii 2 folosind extensiile elastice orizontale 10 sunt introduse de sus în barele verticale 6 al carcasei 1 și le coboară până când partea inferioară a cuștii 2 intră în contact cu fundul bazinului. Astfel încât, extensiile elastice orizontale 10 trec prin fantele verticale 7 din barele 6 asigurând întinderea (rigiditatea) părților laterale și inferioare ale corpului dreptunghiular 8 al cuștii 2.

După aceea, cuiburi artificiale de reproducere cu un substrat combinat, concepute de către noi pe baza rezultatelor experimentelor, sunt plasate nemijlocit în aceste cuști.

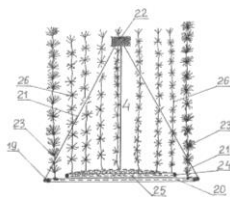


Fig. 6. Substratul de reproducere, vedere laterală în secțiune de-a lungul axei centrale.

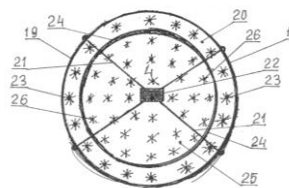


Fig. 7. Substratul de reproducere, vedere de sus.

Substratul 4 pentru reproducerea peștilor fitofili include un inel orizontal exterior 19 cu o plasă 20, tije verticale 21, o plută 22 și plante acvatice naturale 23 fixate în jurul perimetrului inelului 19, precum și un inel orizontal interior 24 detașabil cu o plasă 25 și elemente artificiale 26 fixate pe ea, imitând plantele acvatice.

Substraturile 4 pentru depunerea icrelor, imitând desigururi dense de plante acvatice, sunt plasate la colțurile cuștii 2, din partea inferioară a acesteia. Pre asamblarea substratului 4 este efectuată pe uscat. Așa încât elemente artificiale 26, care imită plantele acvatice moi, sunt poziționate în interiorul inelului din plante acvatice naturale 23, acestea vor atrage reproducătorii pentru depunerea icrelor și, ca urmare, vor mări eficiența utilizării de către aceștia a elementelor artificiale 26.

3. Capturarea reproducătorilor din lac în perioada prereproductivă.

Recoltarea reproducătorilor se efectuează noaptea în zonele de depunere a icrelor în perioada de concentrare a reproducătorilor la boiști. Pentru a prinde reproducătorii de lin dintr-un rezervor acvatic, se folosesc metode și unelte de pescuit care au un efect stresant și traumatic minim asupra peștilor (ventire și metoda electronarcozei). Din același motiv, durata transportului trebuie menținută în perioade de timp cât mai scurte și trebuie efectuată în cuve ambulante.

4. Amplasarea producătorilor în zona de depunere a icrelor.

Pentru plasarea reproducătorilor în cuști sunt selectați cele mai potrivite femele și masculi. Femelele ar trebui să aibă o lungime a corpului de 20 până la 30 cm, cu o greutate de 0,4 - 1 kg, cu

un abdomen pronunțat rotunjit și moale. La masculii de lin, care sunt de obicei de dimensiuni mai mici, la pășare în regiunea orificiului anal, spera trebuie să fie eliberată cu ușurință. Densitatea și raportul de plasare a reproducătorilor de lin în cuști este de o femelă la doi masculi pe 1 m².

5. Manipulările în procesul de reproducere a linului.

După plasarea familiilor de reproducători de lin, aceștia încep să-și demonstreze comportamentul nupțial. Înainte de a depune a icrelor, peștii încep să se miște activ în jurul cuștii, ceea ce este vizibil prin agitarea substratului de depunere a icrelor. Depunerea icrelor începe de obicei dimineața și continuă pe tot parcursul zilei. În această perioadă, este important să se asigure liniștea pentru a nu deranja reproducătorii. La trei zile de la începutul actului de reproducere, se verifică substraturile reproductive 4. Pentru aceasta, folosind pluta 22 și tijele verticale 21, substratul 4 este scos din cușca 2 și sunt examinate elementele artificiale 26. Dacă vizual se constată o densitate suficientă de icre depuse, inelul orizontal interior 24 cu elementele 26 sunt scoase și transferate în containere s-au dispozitivele speciale pentru incubarea icrelor embrionate și creșterea larvelor. După aceea, pe inelul orizontal exterior 19, se instalează un nou inel orizontal interior 24 iar substratul 4 este returnat pe fundul cuștii.

Pentru a soluționa problema colmatării cuștilor, acestea sunt înlocuite periodic cu transferul reproducătorilor într-o nouă cușcă. Mai mult ca atât, pentru a preveni stresul și rănirea reproducătorilor de lin, cuștile sunt prevăzute cu un dispozitiv special de andocare care asigură transferul independent al peștilor.

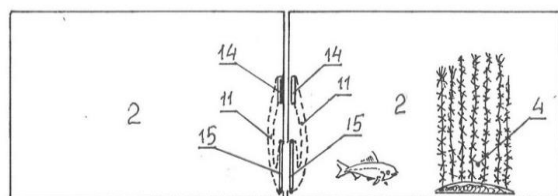


Fig. 8. – Schema de transferare a reproducătorilor într-o cușcă nouă (prima etapă), vedere laterală în secțiune de-a lungul axei centrale.

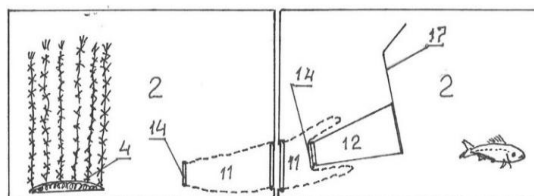


Fig. 9. – Schema de transferare a reproducătorilor într-o cușcă nouă (a doua etapă), vedere laterală în secțiune de-a lungul axei centrale.

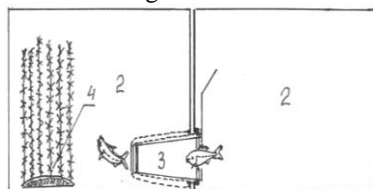


Fig. 10. – Schema de transferare a reproducătorilor într-o cușcă nouă (a treia etapă), vedere laterală în secțiune de-a lungul axei centrale.

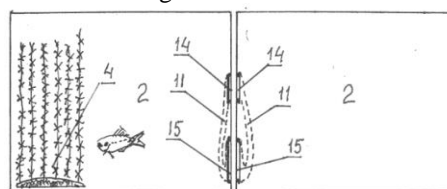


Fig. 11. – Schema de transferare a reproducătorilor într-o cușcă nouă (a patra etapă), vedere laterală în secțiune de-a lungul axei centrale.

Cușca 2 este instalată astfel încât fereastra sa 18 pe corpul dreptunghiular 8 să fie aliniată cu fereastra 18 a cuștii vechi. Apoi, noaptea, între cuștile 2 se formează o poartă de acces 3. Pentru a realiza acest lucru, la ambele cuști 2, sunt îndepărtate de pe pereții corpului carcusele rigide 15 și despăturite mânecile 11 din plasă elastică. În vechea cușcă 2, de rama rigidă 15 al mâncii elastice 11 este fixat capătul carcusei rigide 16 al cadrului de distanțare 12 și apoi este introdus prin ferestrele 18 în mânica din plasă elastică 11 al noii cuști 2, formând poarta de acces 3 pentru deplasarea independentă a reproducătorilor de la vechea cușcă la cea nouă. După formarea porții de acces 3, substraturile 4 din vechea cușcă 2 sunt transferate în cea nouă. Peștii, rămași fără substrat reproductiv, încep să se deplaseze de-a lungul pereților cuștii 2, ajung la aripa 13 de ghidare cu plasă a cadrului de distanțare 12 și intră prin poarta 3 în noua cușcă 2. După finalizarea deplasării reproducătorilor, poarta de acces 3 este demontată, iar mânecile elastice 11 din ambele cuști sunt strânse (păturite), fixând ramele rigide 15 pe pereții verticali ai corpului 8. Vechea cușcă 2 este scoasă din apă, curățată și dezinfectată.

6. Modalități de incubare a icrelor și creștere a prelarvelor.

În funcție de capacitățile tehnice ale operatorului piscicol, incubarea icrelor și creșterea prelarvelor pot fi efectuate nemijlocit în cuștile unde a avut loc depunerea icrelor sau prin transferul substratului cu icre embrionate în condiții de heleşteu în cuști speciale pentru incubație, sau în condiții industriale (în juvelnice sau în incubatoare speciale destinate reproducerii artificiale a speciilor pelagofile de pești).

7. Variante ale transferului larvelor în locurile de hrănire pentru creștere.

După trecerea larvelor la nutriția mixotrofă (etapa de trecere este atinsă în funcție de regimul termic), acestea sunt transferate în heleşteie de predezvoltare sau cele de creștere în vara I, cu scop de a fi crescute până la stadiul de puiet bine dezvoltat pentru a fi populat în ecosistemele naturale (unde sunt numeroși răpitori). În cazul incubației icrelor în cuștile de reproducere, larvele continuă să se dezvolte în interiorul cuștilor (acestea servind ca refugiu împotriva răpitorilor și dușmanilor de dimensiuni mai mari care nu pot pătrunde prin ochiurile mici ale carcăsei din plasă), până la momentul când alevinii de lin vor părăsi de sine stătător spațiul interior al cuștii.



Fig. 12. Translocarea cuiburilor în incubatoare, incubarea icrelor embrionate și predezvoltarea ulterioară a larvelor în incubatoare.



Fig. 13. Larvele de lin (Tinca tinca)



Fig. 14. Translocarea larvelor din incubatoare în saci de polietilenă



Fig. 15. Popularea lacului refrigerant cu larve de lin

CONCLUZII

Cercetările au demonstrat, că la reproducerea în condiții industriale stimularea exohormonală acționează eficient asupra reproducătorilor domesticiți. La reproducătorii capturați în lac, nemijlocit în perioada pre-reproductivă se obține o cantitate mai mică de icre și de o calitate mai scăzută (se maturizează un număr mai mic de femele apte de reproducere, depun un număr mai mic de porții cu un număr mai mic de icre).

Analiza rezultatelor obținute ne permite să conchidem că cea mai probabilă cauză de dereglare a comportării reproductive a linului nedomesticit este influența stresului produs în procesul de capturare și transportare din lacul de acumulare precum și în procesul desfășurării altor acțiuni piscicole. Mai responsabili pentru lipsa comportării reproductive în mare parte sunt masculii.

Investigațiile au fost efectuate în cadrul proiectului nr. 20.80009.7007.06 AQUABIO (Program de Stat 2020-2023)

REFERINȚE

1. Brevet de invenție 3198 G2 MD, A 01 K 61/00 (2006.01). Procedeu de reproducere artificială a linului. /I.Toderaș, O. Crepis, M. Usafii, P. Leuca.(MD). Cererea depusă 2006.02.24, BOPI nr. 12/2006.
2. Cartea Roșie a Republicii Moldova. Ed. a 3-a. – Chișinău.: Î.E.P. Știința, 2015. 492 p.
3. Cozari, T., Usafii, M., Vladimirov, M. Seria:Lumea animală a Moldovei. Pești. Amfibieni. Reptile. vol. II. Ed. „Știința”. Chișinău, 2003, 150 p. ISBN 978-9975-67-157-8
4. Fish Base. A Global Information System on Fishes <http://www.fishbase.org/search.php>
5. Kouril J. 1987. Induced ovulation of the female tench (*Tinca tinca* L.) effect of the numbers and levels of pituitary injections on the results of stripping// Pr. Vurh., Vodnani.- Nr. 16. S. 53 -61.
6. Usafii M., Crepis O., Bodean A., Cubrac T., Strugulea O. Vicol V. 1997. Bazele științifice de sporire a eficacității de reproducere a linului prin metoda ecologo-industrială // În: «Diversitatea și ecologia lumii animale în ecosist. naturale și antropizate», Chisinau. P. 165 -166.

7. Вавилкин А.С. 1955. Условия и особенности нереста линей // Тр. Моск. технол. института рыбной промышленности и хозяйства им. А. И. Микояна. Вып.7. С. 149-161.
8. Ветлугина Т.А. 1992. О биологии линя (*Tinca tinca L.*) дельты Волги // Вопросы ихтиологии. -Т.32, Вып.1. с.88-93.
9. Мартышев Ф. Г. 1973. Прудовое рыбоводство // Москва, «Высшая школа». с. 428.
10. Мельников Е. Ф. 1956. Некоторые экологические особенности выращивания линя в прудовых хозяйствах Украинской ССР. В: Сборник работ Украинской станции рыбоводства. Вып. 2. С. 24-32.
11. Мороз В.Н. 1968. Биология линя Килийской дельты Дуная // Вопросы ихтиологии. – Т. 8, вып. 1(48). С. 56 -65.
12. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. 1986. // Москва, ВНИИПРХ. Т. 1. с. 264.
13. Чебан А.И. 1975. О плодовитости линя Кучурганского лимана-охладителя Молдавской ГРЭС // Биологические ресурсы водоемов Молдавии. Вып. 13. С. 99-104.

REZULTATELE ANALIZEI PARTICULARITĂȚILOR REPRODUCTIVE LA UNELE SPECII REPREZENTATIVE DE PEȘTI DIN FLUVIUL NISTRU ȘI RÂUL PRUT

NINA FULGA, DUMITRU BULAT, DENIS BULAT *

*autor corespondent: bulat.denis@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei, Laboratorul Ihtiologie și Acvacultură

Rezumat

În lucrarea de față sunt analizate aspectele reproductive la unele specii reprezentative de pești din ecosistemul fl. Nistru precum: complexul zvârlugilor - *C. taenia*, umflătura golașă pontică - *Benthophilus nudus*, mocănașul - *Babka gymnotrachelus*, bibanul comun - *Perca fluviatilis* și *scrumbia-de-Dunăre* - *Alosa immaculata* în condițiile actuale de fragmentări ale hidrobiotopului, poluări și schimbări climatice.

Cuvinte-cheie: particularități reproductive, ovogeneză, ovocite, indice gonadosomatic, indivizi hermafrodiți.

INTRODUCERE

În condițiile schimbărilor climate se constată progresia biologică a unor specii de pești sau, dimpotrivă, depresia numerică a populațiilor altor specii de pești [1]. Cauzele acestor dinamici populaționale deosebite se poate elucidă la studierea biologiei reproducerii speciilor de pești [7].

Scopul lucrării de față constă în studierea legităților oogenezei speciilor reprezentative de pești din fl. Nistru în perioada ciclurilor reproductive. Astfel, în procesul de investigare au fost relevate perioadele de depunere a porțiilor de icre, caracterul de dezvoltare a oocitelor, periodicitatea și numărul pontelor depuse.

MATERIAL ȘI METODE

În cercetările menționate au fost utilizate metodele histofiziologice. Pe baza structurii morfologice a ovarului și particularităților de dezvoltare este apreciată starea funcțională a ovarului. Probele de ovare au fost fixate în formol de 4 % cu o tratare ulterioară conform metodelor clasice unanim recunoscute. Stadiul de maturare a ovarelor s-a determinat după Maien cu unele precizări Sacun, Buțcoi (1963), iar gradul de dezvoltare a ovocitelor – conform clasificării Kazanskii (1949) [3, 6]. Secțiunile de ovare cu grosimea de 7μm au fost colorate după metoda Mallori [5]. Indeele gonadosomatic (GSI) a fost determinat raportând greutatea ovarelor la greutatea corporală (fără viscere) [4]. Microfotografiile au fost obținute cu ajutorul microscopului cu cameră foto „Lomo, Mikmed-2”.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

- *Analiza histomorfologică a gonadelor la zvârlugile Cobitis poliploide de origine hibridă din Nistrul inferior.*

În Nistrul inferior, femelele poliploide ale complexului *C. taenia* demonstrează un mod de reproducere porționat cu o dezvoltare asincronă a gameților pe parcursul întregii perioade de reproducere. Sezonul său de reproducere în fluviu începe în a doua decadă a lunii mai și finalizează în iulie. În populație, în paralel cu femelele, sunt prezenți și indivizi hermafrodiți, la care zona ovarului este funcțională, iar zona testiculară este sterilă (Figura. 1). Pe parcursul sezonului de reproducere în care sunt depuse trei ponte de icre, la femele se observă o scădere a masei relative a gonadelor cu fiecare generație ulterioară, ceea ce duce la o scădere semnificativă a valorii indicelui gonadosomatic înainte de a doua și a treia reproducere. Valorile mai mici ale acestui indice, după o ulterioară depunere a icrelor, sunt asociate cu o scădere a numărului de oocite bogate în vitelogen din generația actuală.

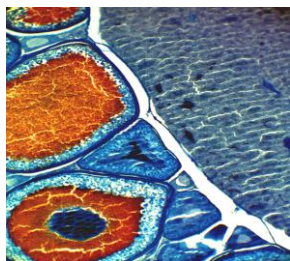


Fig. 1. Porțiune din gonada hermafroditului

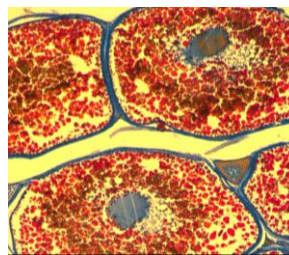


Fig. 2. Fragmentul ovarului umflăturii golașe pontice în stadiul IV de maturizare

- *Starea prereproductivă a ovarelor la umflătura golașă pontică (*Benthophilus nudus*) și mocănaș (*Babka gymnotrachelus*) din sectorul Prutului inferior*

Umflătura golașă pontică și mocănașul fac parte din fam. Gobiidae și se atribuie la grupa speciilor cu ciclul vital scurt. O particularitate deosebită a umflăturii golașe pontice este faptul că are un mod de reproducere unitar, iar perioada îndelungată de ovogeneză a unicei generații denotă reproducerea acestora în primul an de viață după care reproducătorii mor (Figura 2).

În baza investigațiilor histologice, stării ovarelor și stadiului de dezvoltare a ovocitelor în perioada prereproductivă (aprilie) putem presupune că femelele de mocănaș depun prima porție de icre în luna aprilie iar umflătura golașă pontică se reproduce în luna mai. Cu înaintarea în vârstă, la mocănaș crește semnificativ valoarea indicelui gonadosomatic (IGS).

- *Dezvoltarea gonadelor la femelele bibanului comun *Perca fluviatilis* din Nistrul inferior în perioada vegetativă.*

La bibanul comun din Nistrul inferior dezvoltarea oocitelor poartă un caracter sincron, ceea ce determină un mod unitar de depunere a icrelor. Gonadele femelelor nemijlocit după procesul reproductiv conțin doar oocite din faza de creștere protoplasmatică și foliculi eliberați în stadiul de resorbție. Rămășițele membranelor foliculare în stadiul de resorbție se identifică pe parcursul următoarelor faze de dezvoltare a ovarelor. Tranziția gonadelor în stadiul II-III de maturitate, iar a oocitelor la începutul fazei de creștere trofoplasmatică, are loc în ultimele zile ale lunii iulie. Procesul de vacuolizare a citoplasmei în oocite durează două luni, și doar cu scăderea temperaturii apei până la 12 °C, la sfârșitul lunii octombrie, începe acumularea de granule de vitelus în oocitele la femelele de dimensiuni mai mari. La femelele de dimensiuni mai mici în această perioadă în oocite începe deja vitelogeneza intensivă. În consecință, femelele de dimensiuni mai mici a acestei specii sunt primele care depun icrele. În Nistrul inferior, la femelele de șapte ani cu ovare în stadiile de dezvoltare II și II-III s-a constatat resorbția oocitelor în faza creșterii protoplasmatică și în fazele inițiale de vacuolizare a citoplasmei, ceea ce indică la atenuarea funcției reproductive din cauza pragului de vârstă. Printre femelele de biban capturate în luna mai, a fost identificat un hermafrodit de patru ani, cu o dezvoltare anormală a celulelor germinale (Figura 3).

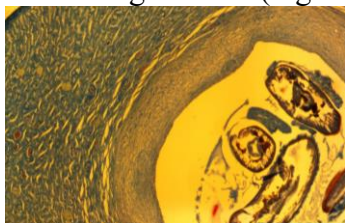


Fig 3. Fragment de gonadă la bibanul hermafrodit

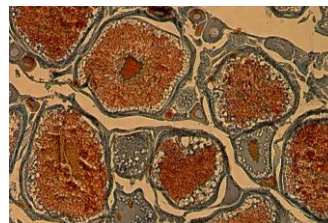


Fig. 4. Oocite de scrumbie-de-Dunăre în faza vitelogenezei intensive

- *Caracteristică biologică ale femelelor de scrumbie-de-Dunăre (*Alosa immaculata*) din Nistrul de jos în perioada pre-reproductivă.*

La analiza sistemului reproductiv la scrumbia-de-Dunăre din fl. Nistru în anul 2023 constatăm cea mai mare valoare a indicelui gonado-somatic la femelele cu vârsta de 5 ani în perioada pre-

reproductivă (Figura 4). Se constată o micșorare nesemnificativă a valorii acestui indice la *scrumbia-de-Dunăre* din toate grupele de vârstă la sfârșitul lunii mai după depunerea primei porții de icre. În această perioadă scrumbia nu se hrănește.

Este important de menționat că pe parcursul lunilor ulterioare lungimea standard la femelele de patru și cinci ani nu se modifică, în timp ce greutatea corpului se micșorează în paralel cu majorarea valorii indicelui gonadosomatic (IGS). Acest fapt este determinat de majorarea regimului termic în Nistru inferior, ceea ce influențează intensificarea proceselor metabolismului generativ, atunci când are loc acumularea activă a substanțelor trofice în oocite, cu o ulterioară majorare a greutății ovarelor, și respectiv, a valorii indicelui gonadosomatic (IGS).

Investigațiile au fost efectuate în cadrul proiectului nr. 20.80009.7007.06 AQUABIO (Program de Stat 2020-2023)

REFERINȚE

1. Bulat Dm. Ihtiofauna Republicii Moldova: amenințări, tendințe și recomandări de reabilitare. Chișinău: Foxtrod, 2017. 343 p. ISBN 978-9975-89-070-0.
2. Долгий Н.П. Ихтиофауна бассейнов Днестра и Прута. Кишинев «Штиинца» 1993 С.196-215.
3. Казанский Б. Н. Особенности функции яичников у рыб с порционным икротетанием. В: Тр. лаб. основ рыбоводства. Ленинград: Изд. АН ССР, 1949, Т. 2, С. 64-121
4. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. Москва: Пищевая промышленность, 1966, 376 с
5. Роскин Г.И., Левинсон Л. Б. Микроскопическая техника. Москва: Советская наука, 1957, 487 с.
6. Сакун О. Ф., Буцкая Н. Ф. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. Мурманск: Изд-во «ПИНРО», 1968, 48 с.
7. Чепурнова Л. В. Размножение днестровских рыб (осетровых, сельдевых, окуневых). Кишинев «Штиинца», 1975, 52 с.

Materialele Simpozionului

**STAREA ECOSISTEMELOR ACVATICE
ÎN CONTEXTUL IMPACTULUI ANTROPIC
ȘI AL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE**

Chișinău, Republica Moldova, 13 noiembrie 2023

Semnat pentru tipar 22.11.2023
Formatul 60 × 84 1/16.
Coli editoriale 6,95. Coli de tipar 6,5.
Comanda 115/23. Tiraj 100 ex.

Tipografia CEP USM
str. A. Mateevici, 60, Chișinău, MD-2009