

EVALUAREA IMPACTULUI AFLUENȚILOR DE DREAPTA ASUPRA STĂRII ECOLOGICE A NISTRULUI ÎN REPUBLICA MOLDOVA SUB ASPECTUL SEZONIER

ASSESSING THE IMPACT OF RIGHT TRIBUTARIES ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE DNIESTER RIVER IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA UNDER THE SEASONAL ASPECT

CZU: 551.583:574.5(478)

<https://doi.org/10.59295/spd2025e.61>

Olga JURMINSKAIA

ORCID: 0009-0002-8005-3577

E-mail: ojur_aia@mail.ru

*Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova,
Chișinău, Republica Moldova*

Elena ZUBCOV

ORCID: 0000-0002-8437-8195

E-mail: elzubcov@mail.ru

*Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova,
Chișinău, Republica Moldova*

Nina BAGRIN

ORCID: 0000-0003-4816-4349

E-mail: boicenco_nina@mail.ru

*Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova,
Chișinău, Republica Moldova*

Summary. *The aim of the work is to investigate under the seasonal aspect some physico-chemical parameters of the water quality of the Dniester River; before and after the confluence of the rivers Raut, Bâc and Botna, from the point of view of the functioning of the lotic ecosystem. In situ hydrochemical investigations and water sampling were carried out during the hydrological seasons 2024 and 2025 (summer, autumn, winter and spring) in the lower sector of the Dniester River Basin on the territory of the Republic of Moldova. The influence of the tributaries on the Dniester water temperature is pronounced in the period of Spring High Waters and practically absent in the period of hydrological drought. The pH values of the Dniester and the tributaries water vary within the quality classes I and II. The seasonal dynamics is not pronounced. According to the oxygen regime parameters, the WQC ranges from I to V, and the critical values of the oxygen regime are stably recorded for the Bâc River. The recovery of the oxygen regime by the Dniester River ecosystem is more effective during good flows and low water temperatures (winter and spring) and less effective during periods of high water temperatures and hydrological droughts.*

Keywords: *Dniester River, Răut, Bâc, Botna rivers, quality indicators of the aquatic ecosystem.*

INTRODUCERE

Toate corpurile de apă dulce sunt interconectate prin intermediul ciclurilor hidrologice [1] care, în ecoregiunile din estul și vestul Europei, sunt determinate de ciclurile climatice, având astfel o dinamică sezonieră pronunțată. Cea mai mare parte a biotei acvatice a râurilor din această zonă este reprezentată de hidrobionți poikilotermi care nu au o temperatură constantă a corpului, astfel încât ciclurile lor de viață sunt complet adaptate la dinamica sezonieră a temperaturii ambientale. O stare ecologică bună a corpurilor de apă asigură funcționarea durabilă a ecosistemelor acvatice, de care depinde în mod direct capacitatea lor de autopurificare. Această funcție se dovedește imposibil de îndeplinit în condițiile actuale de schimbări climatice și de presiune antropogenă asupra ecosistemelor de apă dulce.

Suprafața bazinului hidrografic Nistru în interiorul granițelor Republicii Moldova este repartizată asimetric față de axa principală a văii fluviului, astfel încât suprafața de stânga este de 3514,79 km² (18,27%), iar a celei de dreapta, de 15718,0 km² (81,73%). Cele mai lungi râuri din Districtul Bazinului Hidrografic Nistru (DBHN) sunt afluenții de dreapta: Răut cu lungimea de 286 km, Bâc cu lungimea de 155 km și Botna cu lungimea de 146 km [2].

Pentru a evalua impactul afluenților de dreapta (Răut, Bac și Botna) asupra calității apei Nistrului, au fost efectuate expedițiile sezoniere cu monitorizarea situației în situ și colectarea probelor. În condiții naturale, starea actuală a râului la momentul prelevării probelor instantanee este determinată de: caracteristica hidromorfologică a locației și dinamica condițiilor meteorologice care determină regimul hidrologic al cursului de apă. În condiții reale, starea ecologică a unui anumit sector de râu, în afară de factorii naturali, este determinată de impactul antropogen, cum ar fi reglarea debitului de apă, exploatarea economică a zonei riverane de protecție, care deschide accesul poluanților din aceste zone în albia râului, precum și evacuările apelor uzate.

Sezonul hidrologic de iarnă pe teritoriul Republicii Moldova se caracterizează prin formarea continuă a formațiunilor de gheață pe corpurile de apă. În unele cazuri de încălzire a vremii poate avea loc fenomenul de moină cu topirea parțială sau completă a stratului de zăpadă [3]. Conform observațiilor pe termen lung pe râurile Nistru și Prut, în astfel de cazuri pot avea loc viituri de iarnă. Regimul hidrologic al lunii februarie se caracterizează prin debite în limitele normei și periodic peste normă. Conform datelor multianuale pe râurile din Republica Moldova, această este luna termenelor medii de început al Apelor Mari de Primăvară (AMP).

Dinamica AMP sunt în raport direct cu evoluția condițiilor meteorologice din munții Carpați cât și din teritoriul Republicii Moldova. În anul 2025, valoarea medie a rezervei de apă din zăpadă la începutul fenomenului AMP a constituit 30-40 mm pentru partea de nord, 20-30 mm pentru partea centrală și 15-20 mm pentru partea de sud. Sezonul de iarnă 2025 în regiunea a fost cald și fără zăpadă [4]. În Transcarpatia, rezerva de apă din zăpadă a fost de 13,6 mm, în timp ce în bazinul Nistrului de pe teritoriul Republicii Moldova această rezervă de apă nu a fost prezentă deloc.. În contrast cu iarna, primăvara

2025 a fost răcoroasă și ploioasă, ceea ce a cauzat o creștere a nivelului apei în fluviul Nistru și în râurile din bazinul său hidrografic. În aceste condiții meteorologice, fenomenul APM a început la mijlocul decadei a doua a lunii martie și a continuat până la sfârșitul lunii aprilie. Prelevarea de probe în primăvara anului 2025 a coincis cu această perioadă. Ca urmare a creșterii debitului mediu zilnic în lacul de acumulare Dnestrovsk (Ucraina) de la 100 m³/s la 125 m³/s, nivelul apei a crescut cu 0,20-0,50 m, în timp ce debitul apei nu a depășit 40-45% din valorile lunare medii multianuale. Din cauza lipsei rezervei de apă din stratul de zăpadă și a precipitațiilor reduse, râurile mici pe teritoriul Republicii Moldova au prezentat o manifestare slabă a APM.

Caracteristica specifică a climei regionale este reprezentată de secetele periodice pe teritoriul Republicii Moldova. Cele mai importante și acute sunt secete hidrologice, care reprezintă o reducere semnificativă a nivelului apei din râuri și a nivelului apelor subterane. Clima regiunii în ultimul deceniu se caracterizează prin faptul că secetele hidrologice devin un fenomen obișnuit nu numai pentru sezonul de vară, ci și pentru sezonul de toamnă și chiar de primăvară. În astfel de perioade, multe râuri mici din țara rămân fără debit. Exact o astfel de situație a fost înregistrată în albia râului Botna în timpul expedițiilor de toamnă 2024 implementate de Laboratorul de Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie. Scopul acestei lucrări este de a investiga sub aspectul sezonier unii parametri fizico-chimici ai calității apei în sectorul inferior al Nistrului, înainte și după confluența râurilor Răut, Bâc și Botna, din punctul de vedere al funcționării ecosistemului lotic.

MATERIAL ȘI METODE

Investigațiile hidrochimice in situ și prelevarea de probe au fost efectuate pe parcursul sezoanelor hidrologice 2024 și 2025 (vară, toamnă, iarnă și primăvară) în sectorul inferior al fluviului Nistru, unde se află zonele de confluență cu râurile Răut, Bâc și Botna. Probele din râul Răut au fost prelevate în apropierea satului Ustia, din râul Bâc în apropierea satului Gura-Bîcului și din râul Botna în apropierea satului Merenești. Probele din fluviul Nistru au fost prelevate în amonte și aval de confluența cu afluenții.

Temperatura și reacția activă a apei (pH-ul) au fost măsurate la fața locului utilizând analizatorul multiparametric CONSORT C5030. Concentrația oxigenului dizolvat în apă a fost determinată prin metoda clasică Winkler, cu etapa de fixare a oxigenului efectuată in situ. Conținutul de substanțe biodegradabile în probele colectate a fost estimat prin metoda de determinare a consumului biochimic de oxigen (CBO₅), care este un test empiric de incubare ermetică la 20°C, în întuneric, timp de 5 zile a probelor de apă din care au fost eliminați consumatorii de oxigen, cum ar fi zooplanctonul și fitoplanctonul. Aceste condiții sunt reglementate de Metoda Standard 5210 (Biochemical Oxygen Demand, BOD) [5], precum și de standardul național SM EN ISO 5815-1:2020 [6]. Calitatea apei râurilor Nistru, Răut, Bâc și Botna a fost evaluată pe baza Anexei 1 la *Regulamentul* național în vigoare [7], care conține valori-limită pentru cinci clase de

80 de indicatori de calitate, inclusiv regimul de oxigen, starea de acidificare, nutrienți, metale, poluanți organici și alții.

REZULTATE

Perioada de cercetare a ecosistemului Nistrului sub impactul condițiilor climatice și al stării ecologice a afluenților, luată în considerare în prezenta lucrare, este vara anului 2024 – primăvara anului 2025. Pentru investigații hidrochimice, au fost prelevate probe instantanee. Rezultatele sunt prezentate în Tabelul 1 în mod sezonier cu distribuția locațiilor de prelevare de-a lungul profilului longitudinal al Nistrului.

Tabelul 1. Rezultatele de încercare ale probelor colectate în perioada analizată.

Locul de prelevare	Parametrii – indicatorii de calitate				
	T apei, °C	Unități pH	O ₂ , mg/L	O ₂ , % de sat	CBO ₅ , mgO/L
Vara 2024					
fl. Nistru amonte de r. Răut	23,8	8,15	4,30	48,9	1,81
r. Răut, zona de confluență	22,7	8,20	4,59	51,3	1,85
fl. Nistru aval de r. Răut	23,5	8,00	3,52	39,8	1,50
fl. Nistru amonte de r. Bâc	24,4	8,07	6,14	70,6	1,30
r. Bâc, zona de confluență	23,8	7,97	0,00	0,0	39,64
fl. Nistru aval de r. Bâc	25,3	8,03	5,98	69,7	1,80
fl. Nistru amonte de r. Botna	23,5	8,05	6,15	69,6	3,27
r. Botna, zona de confluență	22,8	8,10	5,03	56,3	13,62
fl. Nistru aval de r. Botna	23,3	8,06	5,91	66,7	3,35
min/max	22,7 / 25,3	8,0 / 8,2	0,0 / 6,2	0,0 / 70,6	1,3 / 39,6
Toamna 2024					
fl. Nistru amonte de r. Răut	17,2	8,37	7,09	71,7	0,60
r. Răut, zona de confluență	16,4	8,38	5,82	57,9	0,90
fl. Nistru aval de r. Răut	17,0	8,25	6,15	61,9	0,56
fl. Nistru amonte de r. Bâc	17,7	8,58	7,92	80,8	0,52
r. Bâc, zona de confluență	18,6	7,97	2,01	20,9	4,43
fl. Nistru aval de r. Bâc	18,3	8,45	7,37	76,1	0,78
fl. Nistru amonte de r. Botna	18,1	8,40	7,65	78,7	0,84
r. Botna, zona de confluență	Nu a fost apa în albia râului în zona de confluență				
fl. Nistru aval de r. Botna	18,3	8,46	7,34	75,7	0,72
min/max	16,4 / 18,6	8,0 / 8,6	2,0 / 7,9	20,9 / 80,8	0,5 / 4,4
Iarna 2025					
fl. Nistru amonte de r. Răut	2,4	8,37	11,65	84,5	1,06
r. Răut, zona de confluență	2,0	8,46	10,76	77,3	1,32
fl. Nistru aval de r. Răut	1,6	8,37	11,28	80,2	1,20

fl. Nistru amonte de r. Bâc	2,3	8,63	12,22	88,5	0,80
r. Bâc, zona de confluență	6,1	8,09	2,33	18,6	2,68
fl. Nistru aval de r. Bâc	2,3	8,77	11,69	84,7	1,42
fl. Nistru amonte de r. Botna	2,4	8,72	12,22	88,7	0,99
r. Botna, zona de confluență	1,1	8,87	11,12	78,0	1,97
fl. Nistru aval de r. Botna	2,3	8,73	11,86	85,9	0,90
<i>min/max</i>	1,1 / 6,1	8,1 / 8,9	2,3 / 12,2	18,6 / 88,7	0,8 / 2,7
<i>Primăvara 2025</i>					
fl. Nistru amonte de r. Răut	8,6	8,59	10,12	85,5	1,63
r. Răut, zona de confluență	10,7	8,68	8,86	78,4	1,40
fl. Nistru aval de r. Răut	8,6	8,75	9,71	82,0	1,48
fl. Nistru amonte de r. Bâc	10,2	8,68	10,39	91,0	1,38
r. Bâc, zona de confluență	12,7	7,79	0,21	1,9	17,60
fl. Nistru aval de r. Bâc	10,9	8,62	9,85	87,6	2,02
fl. Nistru amonte de r. Botna	11,0	8,63	9,96	88,7	1,80
r. Botna, zona de confluență	13,0	8,91	8,52	79,2	6,98
fl. Nistru aval de r. Botna	11,9	8,74	9,82	89,2	2,09
<i>min/max</i>	8,6 / 13,0	7,8 / 8,9	0,2 / 10,4	1,9 / 91,0	1,4 / 17,6

Rezultatul măsurării pH-ului prin metoda electrometrică nu depinde de culoarea probei, de turbiditatea acesteia, de prezența clorului liber și a substanțelor reducătoare sau oxidante, dar depinde de temperatura probei testate. Prin urmare, măsurarea pH-ului în cadrul programelor de monitorizare a ecosistemelor acvatice se realizează la fața locului. Utilizarea analizorului portabil CONSORT C5030 cu electrodul de referință și electrodul de detecție, combinate într-un senzor cu membrană de sticlă, permite compensarea automată a temperaturii în timpul măsurării pH-ului prin conectarea unui senzor de temperatură Pt1000.

Există diferiți factori care pot afecta precizia determinării CBO în apele de suprafață, inclusiv prezența materiilor solide în suspensie, a substanțelor organice greu oxidabile, oxidarea fierului redus și a compușilor de sulf și altele. Pe de altă parte, hidrobionții, prezente în mod natural în probele colectate, inclusiv bacterioplancton, fitoplancton și zooplancton, consumă oxigen dizolvat în timpul și după prelevare. Prin urmare, este foarte important să începeți analiza cât mai curând posibil după prelevarea probei.

DISCUȚII

Temperatura apei. Regimul natural de temperatură al unui corp de apă este rezultatul mai multor procese care au loc simultan, și anume: radiația solară, evaporarea, schimb de temperatură cu atmosfera, transferul de căldură prin scurgere, amestecul turbulent al apei și altele. Temperatura râurilor lungi variază, de asemenea, în funcție de schimbarea zonelor geografice pe care le traversează. Sectorul moldovenesc al Nistrului (475 km – pe teritoriul Republicii Moldova și 225 km – sectorul transfrontalier cu Ucraina) este

situat în două ecoregiuni (DCA, anexa XI): nr. 16 – *Câmpia de Est* și nr. 12 – *Provincia Pontică*. Granița dintre ecoregiuni trece de-a lungul hidrocentralei Dubăsari. Pe teritoriul Republicii Moldova, Nistru curge de la nord-vest la sud-est în condițiile unui climat continental moderat, cu o temperatură medie de 21,4°C în iulie și -3,5°C în ianuarie. Precipitațiile scad de la 620 la 450 (mm/an) în această direcție. Majoritatea riscurilor din această zonă a bazinului Nistrului sunt asociate în prezent cu secetele hidrologice [8].

În perioada analizată, intervalul de variație sezonieră a temperaturilor apei în râurile Răut, Bâc, Botna și Nistru în amonte și în aval de confluență a fost de 22,7-25,3 (°C) vara, 16,4-18,6 (°C) toamna, 1,1-6,1 (°C) iarna și 8,6-13,0 (°C) primăvara (Tab. 1). Este evident că temperaturile apei în râurile cu adâncimi și debite mici sunt mai ridicate decât în fluviul Nistru în sezoanele calde și mai scăzute în sezoanele reci. Analiza grafică a datelor din Fig. 1 indică faptul că cel mai natural co-raportul de temperaturi pentru fluviul Nistru și afluenții săi a fost în primăvara 2025, când prelevarea de probe a coincis cu fenomenul AMP. În timpul iernii, temperatura apei din râul Bâc în aval de municipiul Chișinău este mai mare decât cea naturală, deoarece este determinată de temperatura apelor uzate municipale ale populației care utilizează alimentarea cu apă caldă.

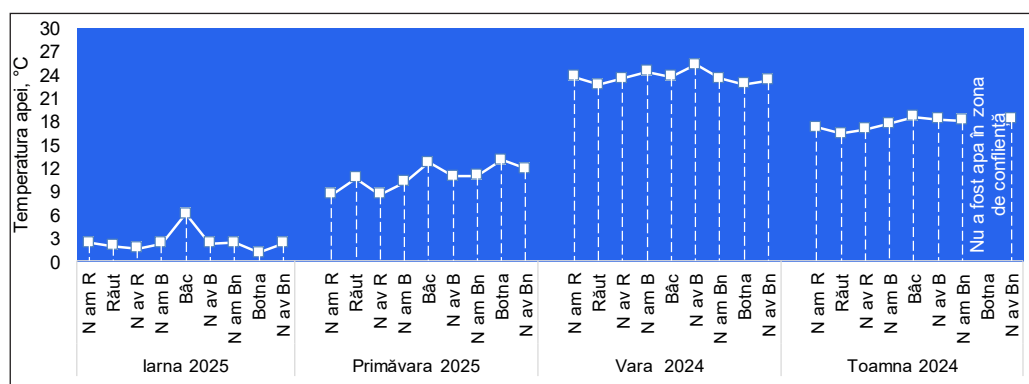


Figura 1. Variațiile sezoniere ale temperaturii apei în râurile Răut, Bâc, Botna și Nistru în amonte/aval de confluență.

Temperatura apei este unul dintre principalii factori limitativi în ecosistemele lotice, adaptarea la care necesită mai mult timp, cu cât nivelul de dezvoltare al organismelor este mai înalt. În procesul de adaptare la regimul de temperatură al unui corp de apă, se formează ciclurile de dezvoltare ale hidrobionților poikilotermi, se reglează rata proceselor metabolice, ceea ce asigură supraviețuirea comunităților biotice [9].

Reacția activă a apei. Un factor la fel de important în habitatele acvatice este starea de acidificare – reacția activă a apei (pH-ul). Majoritatea standardelor naționale și internaționale cu privire la calitatea mediului pentru apele de suprafață reglementează parametrul pH în intervalul 6,5-8,5. În conformitate cu *Regulamentul* național (2013), acest interval corespunde clasei de calitate I. Efectele biologice ale expunerii acestui factor de habitat încep la pH < 6,5 și > 9,0. Atunci când pH-ul scade sub 5,6, acesta poa-

te afecta respirația, deteriora branhiile peștilor și limita absorbția oxigenului; în timp ce condițiile alcaline (pH peste 9,0) pot crește toxicitatea amoniacului [10].

În condiții naturale (fără impact antropic), reacția activă a apei în ecosistemele acvatice este supusă fluctuațiilor sezoniere. În perioada de vegetație, pH-ul apei poate fi influențat de diferite procese: vara – procesul de fotosinteză (în acest caz, concentrația de CO_2 în apa scade, ceea ce provoacă alcalinizarea locală a apei), iar la sfârșitul verii și toamna – procesele de descompunere a biomasei (în acest caz, se produce CO_2 , ceea ce acidifică stratul de apă supranatantă) [11].

În perioada analizată, reacția activă a apei în râurile Răut, Bâc, Botna și Nistru în amonte și în aval de confluență a variat în intervalul 8,0-8,2 (un. pH) vara, 8,0-8,6 (un. pH) toamna, 8,1-8,9 (un. pH) iarna și 7,8-8,9 (un. pH) primăvara (Tab. 1). Astfel, reacția activă a apei în ecosistemele lotice studiate a variat între I-II clase de calitate. În ceea ce privește dinamica sezonieră naturală, aceasta a fost absentă în secțiunea studiată a Nistrului Inferior. Cele mai scăzute valori au fost asociate cu sezonul de vară (Fig. 2): în condiții de secetă hidrologică, debit scăzut și viteză redusă a fluxului, procesele de descompunere a biomasei în straturile de fund ale cursurilor de apă au fost intensificate. În râul Bâc, aceste procese (sedimentarea și descompunerea nămolului activat) sunt stabile pe tot parcursul anului, chiar și iarna, deoarece temperaturile fluxului de apă după stația de epurare nu sunt niciodată negative. Râul Răut nu afectează în mod semnificativ pH-ul apei din râul Nistru, în timp ce pH-ul apei din râul Botna, dacă este prezent, adesea nu îndeplinește clasa de calitate I.

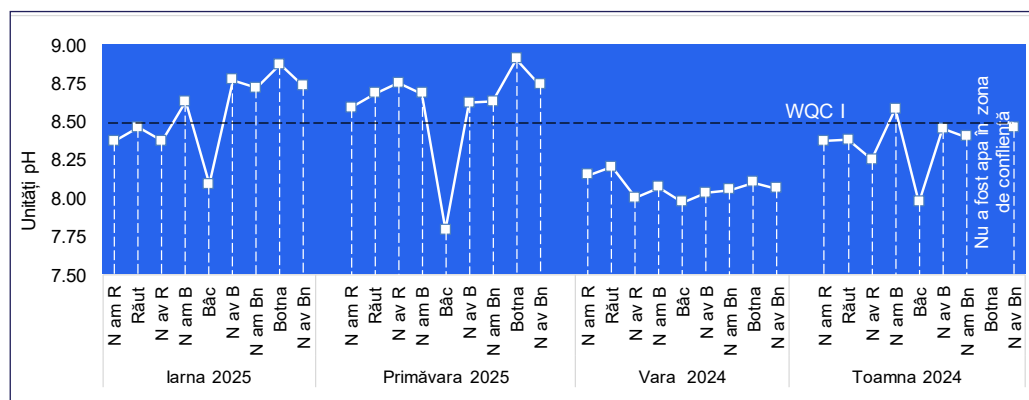


Figura 2. Variațiile sezoniere ale reacției active a apei în râurile Răut, Bâc, Botna și Nistru în amonte/aval de confluență, comparativ cu valoarea-limită pentru clasa de calitate I.

Diferenții parametri ai calității apei sunt strâns corelați, și modificările unuia dintre aceștia îi afectează pe ceilalți. Temperaturile ridicate pot crește ușor pH-ul, deoarece solubilitatea CO_2 scade. Atunci când pH-ul este mai mare de 9, NH_4^+ este transformat în NH_3 , ale cărui proprietăți toxice pentru biota acvatică sunt cunoscute. Caracteristicile bune de tamponare ale apei fluviului Nistru permit încă echilibrarea

reacției active în cadrul claselor de calitate I-II, în ciuda influenței râurilor precum Bâc sau Botna.

Oxygen dizolvat. Regimul de oxigen al unui ecosistem acvatic este caracterizat de un grup de parametri fizico-chimici precum concentrația oxigenului dizolvat (mg/L, % de saturație), consumul biochimic de oxigen (CBO) și consumul chimic de oxigen (CCO). În ecosistemele acvatice studiate, cea mai mare variație a valorilor a fost înregistrată pentru parametrii regimului de oxigen. În probele colectate din râurile Răut, Bâc, Botna și Nistru, conținutul oxigenului a variat în intervalul 0,0-6,2 (mg/L) vara, 2,0-7,9 (mg/L) toamna, 2,3-12,2 (mg/L) iarna și 0,2-10,4 (mg/L) primăvara (Tab. 1). Cea mai mare valoare de 10,4 mg/L (saturație de 91% la temperatura apei de 10,2°C) a fost înregistrată primăvara pentru apa Nistrului în amonte de râul Bâc (în aval de barajul lacului de acumulare Dubăsari). Această valoare corespunde clasei de calitate I. Cele mai scăzute valori de 0,0 și 0,2 (mg/L) au fost înregistrate în râul Bâc în expedițiile de vară 2024 și primăvară 2025. O analiză grafică a dinamicii sezoniere a oxigenului dizolvat în apa Nistrului și a afluenților este prezentată în Figura 3, care arată că, pe parcursul perioadei hidrologice analizate, valorile acestui parametru au variat în intervalul claselor de calitate I-V, cu excepția râului Bâc, deoarece pentru astfel de valori ale oxigenului dizolvat, clasa de calitate nu este prevăzută în *Regulamentul*.

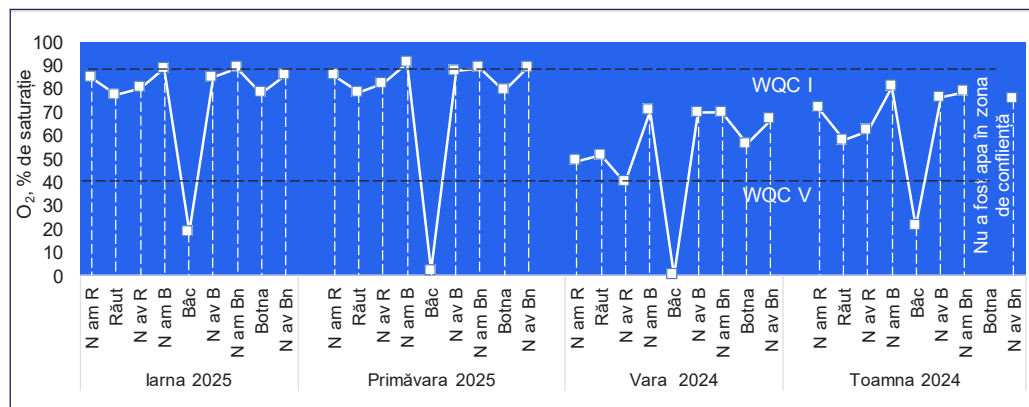


Figura 3. Variațiile sezoniere ale saturației oxigenului în apa râurilor Răut, Bâc, Botna și Nistru în amonte/aval de confluență, comparativ cu valorile-limită claselor de calitate I și V (WQC).

Factorii naturali cei mai importanți care afectează solubilitatea oxigenului în apa de râu sunt presiunea atmosferică, turbulența fluxului, temperatura apei, iar în ecosistemele lentice și activitatea fotosintetică a fitoplanctonului și a macrofitelor. Deficitul de oxigen poate fi provocat atât de cauze naturale (temperatura ridicată a apei, descompunerea sezonieră a biomasei), cât și de impactul antropogen (barajul cursului de apă, reducerea vitezei și a debitului râului, evacuarea apelor uzate neepurate etc). În orice combinație a acestor factori, concentrația de oxigen la un moment dat este rezultatul echilibrului dinamic între procesul natural de aerare (difuzie/convecție), procesele de consumare

chimică și biochimică a oxigenului și procesul de producție fotosintetică de oxigen (dacă există).

Procesul de solubilitate a oxigenului se corelează negativ cu temperatura apei, astfel încât în ecosistemele de referință concentrația de oxigen dizolvat crește odată cu scăderea temperaturii. În râurile Răut, Bâc, Botna și Nistru, corelația acestor parametri arată așa cum este prezentat în Figura 4.

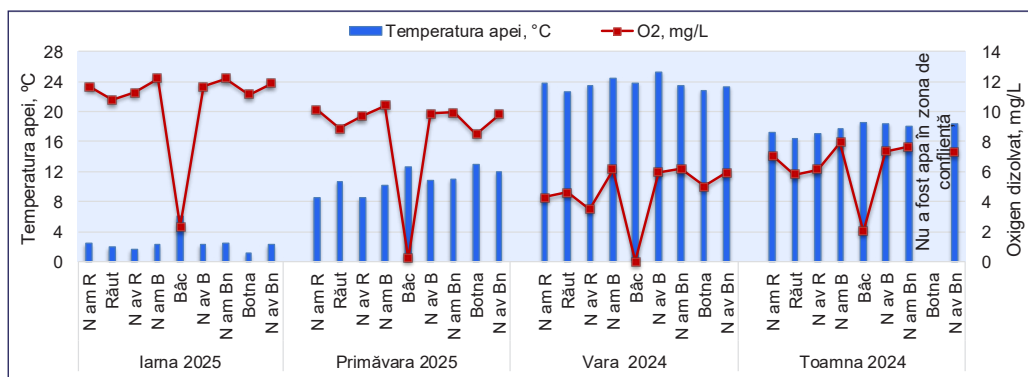


Figura 4. Corelația dintre temperatura apei și concentrația de oxigen dizolvat în probe instantanee din râurile Răut, Bâc, Botna și Nistru în amonte/aval de confluența.

Este destul de evident că la o temperatură a apei în râul Bâc de 12,7°C, concentrația de oxigen dizolvat în condiții de referință ar trebui să fie de 10,8 mg/L, și nu de 0,21 mg/L, așa cum s-a dovedit în realitate. Această situație se datorează prezenței nămolului în effluentul evacuat din Stația de epurare biologică, care consumă în mod activ oxigenul dizolvat, cauzând deficitul acestuia pentru alți reprezentanți ai hidrobiocenozei râului Bâc.

În corpurile de apă de suprafață, există în mod natural multe sisteme de respirație activă a oxigenului dizolvat. Acestea includ toate hidrobionții, precum și consorțiul bacterian din plancton și detritus, și organismele fotosintetizatoare, care consumă, de asemenea, oxigen în timpul respirației, în special noaptea sau în condiții de stres. În afară de consumul biochimic, consumul chimic de oxigen, cauzat de oxidarea substanțelor organice (taninuri, lignine, acizi humici), a compușilor sulfuroși (sulfuri, tiouree), a unor complexe minerale, a ecotoxicanților și a xenobioticelor, duce la un deficit semnificativ al oxigenului.

Pentru a restabili echilibrul oxigenului dizolvat după confluența cu fluxul fără oxigen al Bâcului, fluviul Nistru are nevoie de un potențial ridicat de autopurificare, care este garantat de întregul complex hidrochimic și hidrobiologic al acestui ecosistem lotic [12]. Recuperarea oxigenului este mai eficientă la temperaturi scăzute ale apei (iarna și primăvara) și mai puțin eficientă în perioadele cu temperaturi ridicate și secete hidrologice.

Consumul biochimic de oxigen. Un alt indicatorul important al regimului de oxigen este consumul biochimic de oxigen (CBO, mgO/L). Programele de monitorizare a corpurilor de apă de suprafață utilizează o versiune de CBO₅, care simulează în condiții de laborator procesul de biodegradare de către bacterioplancton a substanțelor organice în probă analizată pe parcursul a 5 zile de incubare. Clasificarea corpurilor de apă în funcție de parametrul CBO₅ în *Regulamentul* național începe de la 3 mgO/L – clasa de calitate I, și mai departe: 5 mgO/L – clasa II, 6 mgO/L – clasa III, 7 mgO/L – clasa IV, > 7 mgO/L – clasa V. În perioada analizată, valorile parametrului CBO₅ în râurile Răut, Bâc, Botna și Nistru în amonte și în aval de confluență au variat în intervalul 1,3-39,6 (mgO/L) vara, 0,5-4,4 (mgO/L) toamna, 0,8-2,7 (mgO/L) iarna și 1,4-17,6 (mgO/L) primăvara (Tab. 1). Variațiile sezoniere sunt prezentate în Figura 5.

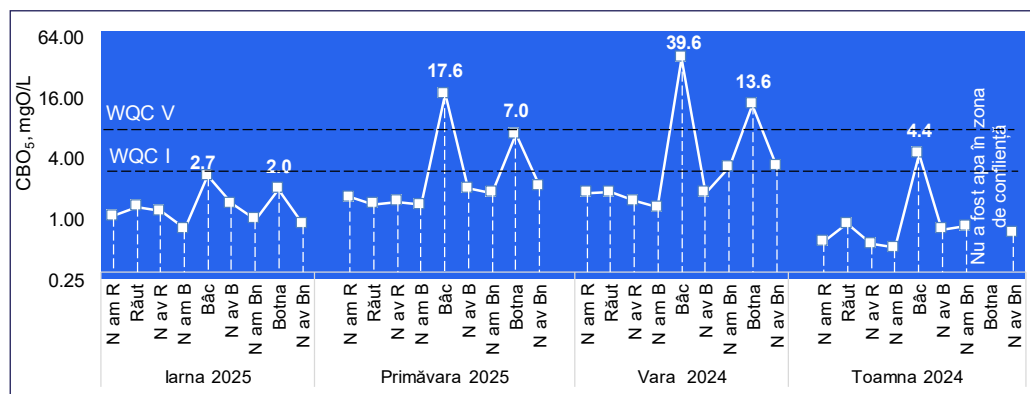


Figura 5. Variațiile sezoniere ale parametrului CBO₅ în apa râurilor Răut, Bâc, Botna și Nistru în amonte/aval de confluență, comparativ cu valorile-limită claselor de calitate I și V.

Conform parametrului CBO₅, apa din râurile Nistru și Răut în toate sezoanele analizate corespund clasei de calitate I. Conținutul de substanțe organice biodegradabile în apa râului Botna a corespuns valorii-limită a clasei V în primăvară, a depășit-o deja în vară, iar în toamnă nu a fost apă în gura râului. În conformitate cu parametrul CBO₅, care este normalizat pentru apele epurate deversate în corpurile de apă naturale, apa râului Bâc a îndeplinit clasa de calitate I numai iarna, la temperaturi scăzute ale apei. Primăvara, valoarea CBO₅ în apa Bâcului a depășit valoarea-limită a clasei V de 2,5 ori, iar vara – de peste 5 ori. Și în timp ce în alte anotimpuri factorul de diluție și potențialul de auto-recuperare al ecosistemului Nistrului asigură menținerea clasei I privind acest indicator de calitate, în perioada de vară cu debitul scăzut de apă acest potențial nu mai este suficient.

CONCLUZII

Analiza datelor prezentate demonstrează prezența dinamicii sezoniere a temperaturii apei în sectorul moldovenesc al fluviului Nistru în aval de barajul lacului de acumula-

re Dubăsari, precum și în afluenții săi de dreapta Răut, Bâc și Botna. Influența afluenților asupra temperaturii apei Nistrului este pronunțată în perioada Apelor Mari de Primăvară și practic lipsesc în perioada de secetă hidrologică.

Valorile pH-ului în apa Nistrului și a afluenților Răut, Bâc și Botna variază în cadrul claselor de calitate I și II. Dinamica sezonieră este slab pronunțată. Fluctuațiile locale ale parametrului pH se datorează în principal intensității de utilizare a acestor cursuri de apă și a ceea ce este evacuat în ele după utilizare.

Parametrii regimului de oxigen al Nistrului și al afluenților Răut, Bâc și Botna luați în considerare în această lucrare ne permit să diferențiem doar două sezoane pentru parametrul oxigen dizolvat (iarnă/primăvară și vară/toamnă) și nicio dinamică sezonieră pentru parametrul CBO₅. Calitatea apei variază de la I la V, iar valorile critice ale regimului de oxigen se înregistrează în mod stabil pentru râul Bâc.

După afluența cursului de apă cu un regim de oxigen atât de critic, întregul potențial hidrochimic și hidrobiologic al Nistrului ar trebui să fie activat pentru a restabili echilibrul de oxigen dizolvat și mineralizarea încărcăturii organice. Recuperarea este mai eficientă în timpul debitelor bune și al temperaturilor scăzute ale apei (iarna și primăvara) și mai puțin eficientă în timpul perioadelor cu temperaturi ridicate și secete hidrologice.

REFERINȚE:

1. Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition. London, 1996, p. 19. Disponibil on line: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/41850/0419216006_eng.pdf;jsessionid=806A4651201AEBB8D53FFA3EF501D9B9?sequence=1
2. Planul de gestionare a Districtului Bazinului Hidrografic Nistru, ciclul II (2024-2029). Ministerul Mediului al Republicii Moldova. Disponibil on line: https://www.mediu.gov.md/sites/default/files/Documente%20atasate%20Avance%20Pagines/Nistru_Plan%20ajustat%20dupa%20avizare.pdf
3. Serviciul Hidrometeorologic de Stat. Caracteristica hidrologică. Anuar 2022. Chișinău, 2023. Disponibil on line: <https://www.meteo.md/images/uploads/Hydro/anuar%20final%202022.pdf>
4. Serviciul Hidrometeorologic de Stat. Caracteristica regimului hidrologic pe teritoriul Republicii Moldova în perioada de primăvară a anului 2025. Disponibil on line: https://www.meteo.md/images/uploads/Hydro/caracteristica/prim%C4%83vara_2025.pdf
5. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 24th edition: 5210 Biochemical Oxygen Demand (BOD). Disponibil on line: https://www.fishersci.com/content/dam/fishersci/en_US/documents/programs/scientific/technical-documents/white-papers/apha-biochemical-oxygen-demand-white-paper.pdf

6. SM EN ISO 5815-1:2020 Calitatea apei. Determinarea consumului biochimic de oxigen după n zile (BOD_n). Partea 1: Metoda prin diluare și însămânțare cu adăugare de alțiouree. Chișinău, Institutul de Standardizare din Moldova, 2020.
7. Regulamentul cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață. HG RM nr. 890 din 12.11.2013. Chișinău: Monitorul Oficial nr. 262 - 267, 22 noiembrie 2013.
8. КОРОБОВ, Р., ТРОМБИЦКИЙ, И., СЫРОДОЕВ, Г., АНДРЕЕВ, А. Уязвимость к изменению климата: Молдавская часть бассейна Днестра. Кишинев: Есо-TIRAS, 2014. Disponibil on line: <https://www.eco-tiras.org/docs/ecotirasFinal-small.pdf>
9. JURMINSKAIA, O., ȘUBERNEȚKII, I. Starea actuală a Nistrului Inferior și a afluenților săi de dreapta pe teritoriul Republicii Moldova în primăvara anului 2024. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare". Științe exacte și ale naturii*. Chișinău, Universitatea de Stat din Moldova, 2024, pp. 459 – 463. Disponibil on line: <https://doi.org/10.59295/spd2024n.64>
10. TIMMONS, M. B., EBELING, J. M. Water Quality: Water Quality Parameters. In: *Recirculating Aquaculture Systems*. Hamburg, Cayuga Aqua Ventures, 2010, pp. 50 - 66.
11. JURMINSKAIA, O., BAGRIN, N., ZUBCOV, E. Comparative analysis of acid-neutralizing capacity of rivers in the Republic of Moldova. In: *Conference "Environmental Toxicants in Freshwater and Marine Ecosystems in the Black Sea Basin"*. Kavala, Grecia, 2020. pp. 67-69. Disponibil on line: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/67-69_23.pdf
12. JURMINSKAIA, O. Assessment of the potential of the Dniester River and its tributary to recover the oxygen concentration. In: *Proceedings of International Conference Transboundary Dniester River Basin management: platform for co-operation and current challenges*. Tiraspol: ECO-TIRAS, 2017, pp. 109 – 113. Disponibil on line: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/109-113_30.pdf

N.B. Investigațiile ecosistemelor lotice din bazinul Nistrului Inferior au fost realizate în cadrul proiectului "ECOTOX" (2024-2026), implementat de AO Societatea Ecotoxicologilor din Republica Moldova cu finanțarea de la Oficiul Național de Implementare a Proiectelor în domeniul Mediului (ONIPM), și al subprogramului 010701 "ZOOAQUATERRA" (2024-2027) al Universității de Stat din Moldova, implementat de Institutul de Zoologie.