CZU 574.58(478:282.243.758)"2020/2023 **DOI: https://doi.org/10.53937/sea2023.02**

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 (CBO_{20}). Pentru monitorizarea apelor de suprafață, se determină, de obicei, CBO_5 sau CBO_7. Determinarea CBO_{20} 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), Branițte, Sculeni, Leușeni, Cahul, Câșlița și Giurgiulești (port) în perioada expedițiilor sezoniere pe parcursul anilor 2020-2023. Apă a fost colectata 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 CBO_5 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* (*CBOn*). *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 maximale în punctele Cahul (44,5 mg O/L) și Câșlița (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).

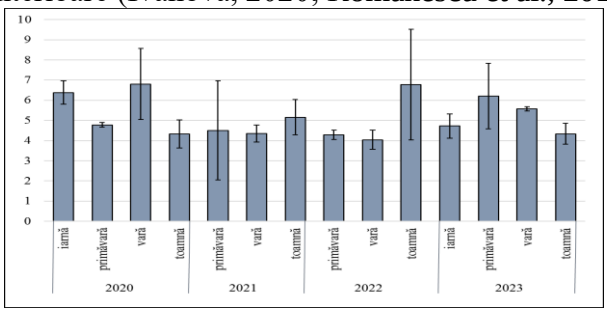


Fig. 1. Valorile medii (mg O/L) cu abaterile standard ale parametrului CCO-Mn în apele r.Prut

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”.

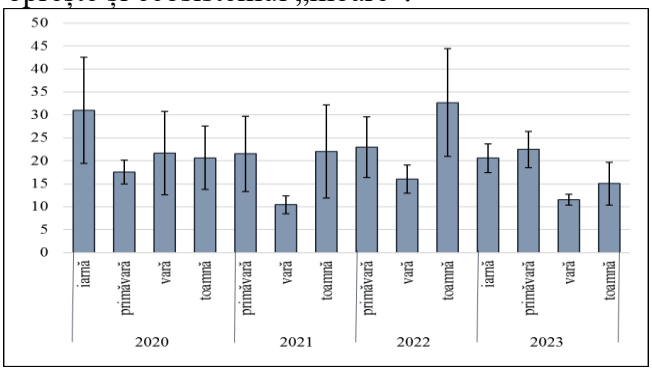


Fig. 2. Valorile medii (mg O/L) cu abaterile standard ale parametrului CCO-Cr în apele r. Prut

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:						
$CCO\text{-}Cr/CBO_5$	-	3,3	3,0	5,0	12,9	>12,9
$CBO_5/CCO\text{-}Cr$	-	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 CBO_5 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 CBO_5 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 CBO_5, 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 $CCO\text{-}Cr/CBO_5$ 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
$CCO\text{-}Cr/CBO_5$	15,2±5,1	12,0±5,0	23,6±15,8
$CBO_5/CCO\text{-}Cr$	0,076±0,034	0,094±0,029	0,059±0,036

Indexul CBO_5/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 in 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 CBO_5 denotă prezența substanțelor organice biodegradabile (Jurminscaia et al., 2020). Trebuie de menționat că valorile medii ale CBO_5 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 Branișteși valori maxime de 2,9 mg O/L obținute pentru stația Costești.

Indexul CBO_5/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 CBO_5/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 CBO_5/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 Branișteși Cahul primăvara, Costești și Câșlița-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.

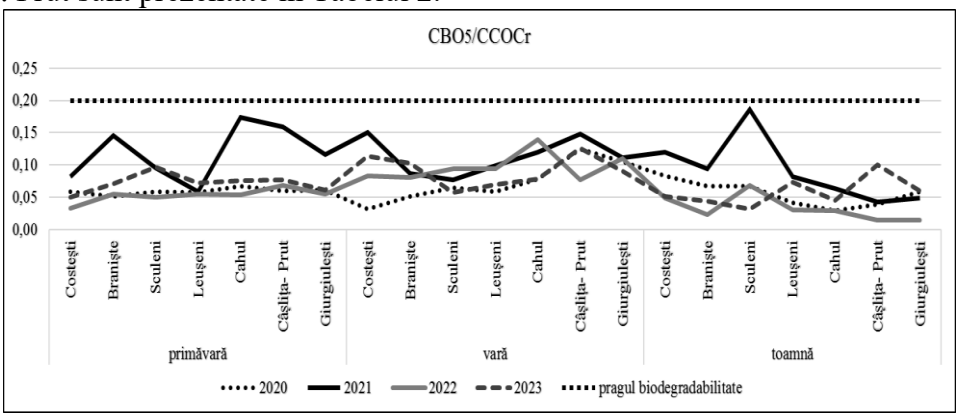


Fig. 3. Analiza comparativă a indicelui de autoepurare în apa r.Prut

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±1,5 mg O/L. Variabilitatea parametrului CCO-Cr este mai pronunțată și constituie în medie 20±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 (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.