CZU:556.5:550.46(478:282.27.314.6) https://doi.org/10.53937/sea2025.05

MONITORINGUL MACROMETALELOR ŞI URMELOR DE METALE ŞI METALOIZI ÎN R. RĂUT ŞI FL. NISTRU ÎN ZONA CONFLUENȚEI

Elena ZUBCOV*, ORCID: 0000-0002-8437-8195,

Natalia ZUBCOV, ORCID: 0000-0001-6048-9395,

Victor CIORNEA, ORCID: 0000-0009-6704-8728

Nina BAGRIN, ORCID: 0000-0003-4816-4349

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Chișinău, Republica Moldova
*Autor corespondent, e-mail: elzubcov49@gmail.com

Rezumat

Metalele grele inclusiv urme de metale şi metaloizi reprezintă o listă extinsă de contaminanți şi poluanți ai ecosistemului acvatic în deosebi Cd, Pb, As, Hg, Tl, Ni ș.a. , o bună parte dintre care fiind foarte solubile dar şi persistente în mediu acvatic şi cu un potențial înalt de bioacumulare şi biomagnificare în lanțurile trofice ale ecosistemelor acvatice. Astfel aceşti ecotoxicanți cu un potențial înalt de migrație în mod natural în mediul de trai, joacă şi un rol important vital în metabolismul organismele acvatice. Prin urmare, această lucrare este consacrată studiului migrării microelemente şi unor metale în ecosistemul r. Răut celui mai mare afluent al fl.Nistru cât şi evaluare influența acestui afluent asupra fluviului Nistru . Sa determinat şi nivelul de bioacumularea acestor ecotoxicanți în unele macrofite -macroconcentratori şi bioindicatori poluării ecosistemelor acvatice.

Cuvinte-cheie: r.Răut, fl.Nistru, metale, metaloizi, bioacumulare, migrare.

Introducere

Metalele nimeresc în ecosisteme acvatice prin procese naturale - erodarea rocilor şi solurilor din bazinele de captare cu apă, din precipitațiile atmosferice şi, în mare parte, prin activitățile umane, cum ar fi aruncarea apelor reziduale industriale şi menajere slab epurate, arderea combustibilului fosil şi emisiile industriale, aplicarea îngrăşămintelor şi pesticidelor [18].

Prezența unora dintre metale (cupru, cobalt, mangan, fier, nichel, zinc) în concentrații acceptabile sunt necesare in procesele metabolice, biochimice, fiziologice, biologice ale plantelor şi organismele acvatice însă concentrațiile sporite acestor şi altor metale în deosebi celor nocive (mercur, cadmiu, plumb, taliu) devin toxice sau letale pentru hidrobionţi [5,18].

Problema constă în ceia că metalele inclusiv si cele toxice sunt după proveninţa sa componentele naturale ale mediului de trai, dar în procesul unor cazuri de cataclisme naturale , precum erupții vulcanice, diverse tipuri de inundații, alunecări de teren şi transport atmosferic global, şi nu în ultimul rând în procesul de activitatea umană (arderea combustibilul fosil, diferite emisii in atmosferă şi reziduri in deosebi celor industriale şi medicale în ecosisteme acvatice, creează condiții când metalele sau compuşii lor devin în lista celor mai toxice şi periculoase pentru viața nu numai pentru viețuitoarele acvatice sau terestre sălbatice dar şi pentru viața umană, deoarece metalele nu se distrug şi numai schimbă forma sa de migrare [18].

Prin urmare de constatat că metalele în mediu de trai deja prezintă o amenințare pentru conservarea biodiversității şi viața umană fiind ecotoxicanți cu proprietăți de bioacumulare înaltă şi cunoscând faptul că 75-96 % de acvatoriu Marii Neagră , Mării Baltice , Marii Mediterană, şi 75% al Oceanul Atlantic de Nord-Est se referă la ecosisteme poluate cu metale [15,16], faptul că ecosistemele sărate cu un potențial de autoepurare mai înalt de cele cu ape dulce sunt poluate inclusiv cu metale grele [18]. Astfel - ideea că mările

şi oceanele a să ne salveze prin conservarea rezidiurilor toxice a eşuat şi în ecosistemele susnumite maritime şi oceanice procesele de autocurățire de metale sunt la nivel scăzut. Prin urmare fiecare ecosistem acvatic își poate utiliza capacitatea de autoepurare numai în măsura în care el nu este supra deteriorat.

Ecosistemele acvatice, îndeosebi râurile mici, deseori servesc drept depozite pentru apele reziduale industriale și menajere neepurate, scurgerilor de pe suprafețele urbanizate și celor din zonele industriale și agrare, inclusiv și gunoiștilor neatorizate. Valorificarea sustenabilă a ecosistemelor acvatice și resurselor lor trebuie să se bazeze pe cunoștințe științifice și un management cooperant care prevede coordonare, comunicare, colaborare și educație ecologică a persoanelor, activitatea cărora afectează ecosistemele.

Cu regret monitoringul metalelor și metaloizilor lasă de dorit, sunt foarte puține rezultate investigațiilor complexe care descifrează procesele de migrare in sistemul "apa-suspensii-mâluri-hidrobionţi", despre corelarea între parametrii hidrologice ,chimice, biologice și formele de migrare a metalelor, despre factorii determinanți ai proceselor de bioacumulare și biomagnificare in lanțul trofic a hidrobionților, despre procesele de antagonism și sinergism, necesare pentru evaluarea funcționalității ecosistemelor acvatice. Dar și in Directivele UE [3,4] sunt incluse numai Pb, As, Hg, Cd ca substanțe periculoase, însă este cunoscută toxicitatea mai multor metale și metaloizi care prezintă pericol pentru sănătatea umană [5] .

Râul Răut este cel mai mare afluent de dreapta al fl.Nistru pe teritoriul Republicii Moldova. Izvorul râului se află în apropierea s. Rediu Mare iar zona confluenței cu fl. Nistru să află în localitatea Ustie, în aval de barajul acumulării Dubăsari (Fig1) [14] .

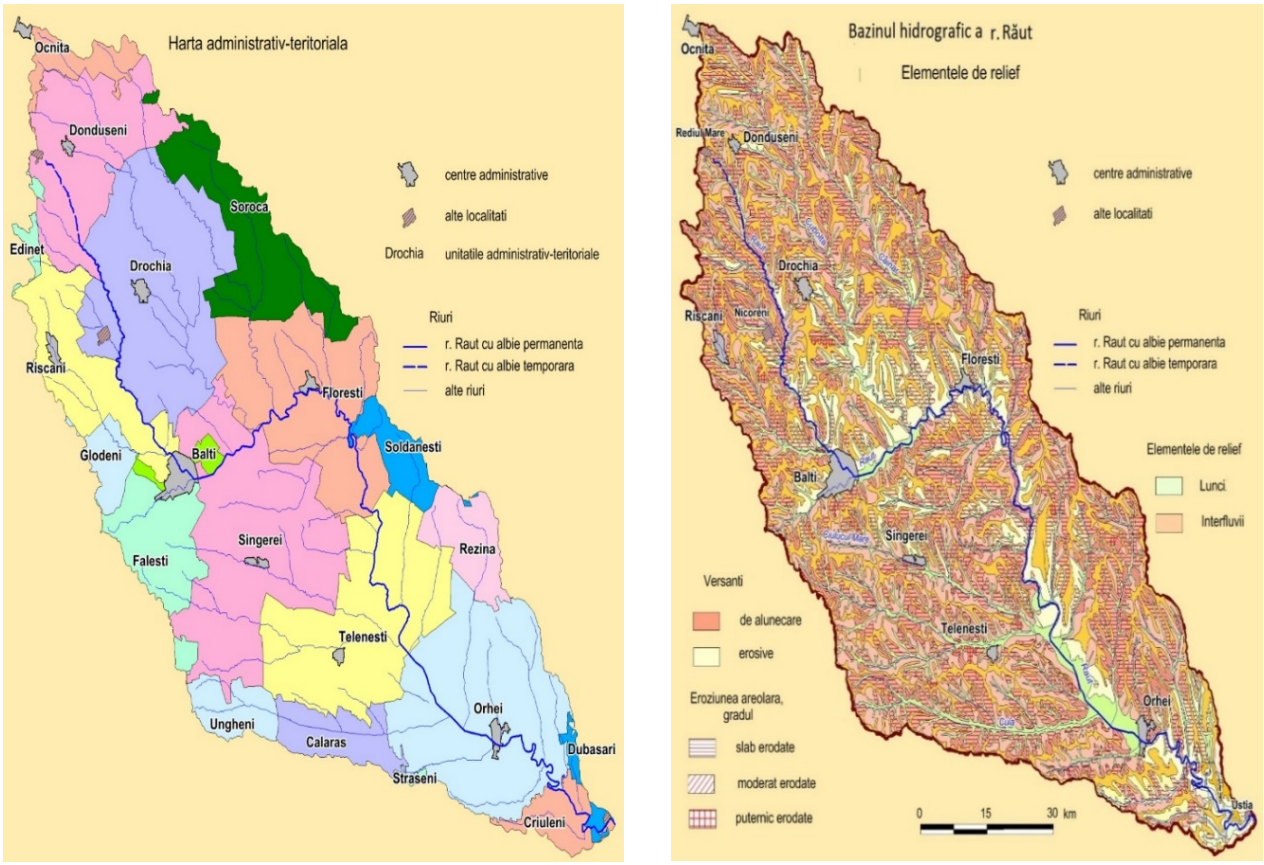


Figura 1. Bazinul hidrografic al r. Răut: elemente de relief, afluenți.și Harta administativ-teritorială Autor: Sirodoev Ghennadi [14]**.**

Lungimea r.Răut constituie 286 km, suprafața bazinului de captare a apelor – 7760 km^2. Lunca râului are o lățime minimă de 3 km (în regiunea or. Bălți) și maximă - de 9 km (lângă or.Orhei).

Pe sectorul luncii dintre or. Florești și s. Căzănești (sectorul Telenești, județul Bălți) Răutul întretaie stânci calcaroase, formând defileuri adânci și înguste.

Albia Răutului este puțin șerpuitoare. În sectoarele superior și mijlociu, albia se pierde în lunca înmlăștiniță, în unele locuri lunca este barată, formându-se iazuri și lacuri cu o lungime de 0,4-1,0 km, lățimea de 70-150 m, adâncimea de 1,2-2 m, volumul lor fiind în limitele 4,5-18,1 mii m^3, iar capacitatea – de 2,9 mii m^3 . Râul Răut traversează orașele Bălți, Orhei, Florești raioanele Dondușeni, Drochia, Sângerie, Șoldănești, Telenești, Rezina, Orhei (Fig,1).

Cei mai mari afluenți ai râului sunt Copăceana, Cubolta, Căinar, Camenca, Soloneț, Ciulucul Mic. În cursul inferior, pe o lungime de 80 km, râul primește numai două râulețe mai majore - Cula și Cogâlnic. Regimul hidrologic al râului are un caracter instabil: pentru el sunt caracteristice revărsări de primăvară, viituri în timpul verii și etiaje în perioada de vară-toamnă. Alimentarea râului este mixtă, debitul mediu al apei oscilează între 8 și 15 m^3/sec.

Din structura geologică a bazinului de captare fac parte formațiuni meoțiene, ponțiene și levantine. Sporirea spre sud a stratului de roci loessoide și apropierea lor de loessul tipic intensifică dezvoltarea fenomenelor de tasare. Răspândirea rocilor pe teritoriul republicii este determinată de structura sa geologică, istoria formării reliefului și, de asemenea, a modificării vegetației, care influențează nemijlocit desfășurarea procesului pedogenetic și formarea diferitor tipuri de sol [14].

Materiale și metode

Cercetarea metalelor în râul Răut prezentate în lucrarea dată sau realizat în anii 2018-2025 au fost investigate probe de apă, suspensii câteva probe de nămoluri, material biologic (plantei), schema și metodele de cercetare utilizate corespund standardelor ISO[9,10], adaptate la cele naționale [5,11]..

Materialul biologic și solid a fost supus digestiei acide cu microunde la temperaturi și presiuni ridicate, în vase din PTFE închise ermetic, conform metodei EPA 3005A [6,7,8,13], folosind SpeedWave SW-4 (Berghof). Determinarea metalelor și microelementelor (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Hg, In, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, S, Sb, Se, Sn, Sr, Te, Ti, Tl, V și Zn) sa realizat prin metoda de emisie atomică cu plasmă cuplată inductiv într-un flux continuu de argon la o presiune de 5 bar [2,17] cu utilizarea spectrometrului Termo iCAP 6200 Duo (Thermo Fisher Scientific), completat cu softul „iTEVA Software" versiunea 2.8.0.97. Metoda presupune utilizarea standardului intern de Sc (5 mg(Sc)/L.) [1].

Investigațiile sau realizat în cadrul mai multor proiecte naționale și internaționale și dacă in anii 2018-2023 scopul a fost evaluarea surselor și nivelului de poluare și elaborarea managementului de valorificării durabilă a râului prin minimizare influenței deșeurilor managere și atragere populației locale în activități privind diminuarea poluării în bazinul de captare cu apă, atunci în 2024-2025 – scopul principal este evaluarea influenței r. Răut asupra fluviului Nistru. Sau realizat investigații lunare a dinamicii metalelor și metaloizilor în zona de confluență de afluentul r. Răut . Locații de prelevare a probelor și coordonate (GPS): Nistru în amonte de afluentul Răut (47°16'28"/29°33'36"); Răut la vărsarea sa în fl. Nistru (47°16′06′/29°08′07′); Nistru în aval de afluentul Răut (47°15'06"/29°09′46′);

Rezultatele și discuții

Rezultatele din anii precedenți 2018-2023 inclusiv și dinamica metalelor în afluenții r. Răut sunt parțial publicate [19], în lucrarea dată prezentăm dinamica microelementelor nemijlocit în apele r,Râut pe porțiunea Bălți-Ustie . Maximele concentrații în apele râului, cu mici excepții, sunt înregistrate în aval de m, Bălți, Orhei și minime la Ustie sau în aval de baraj de la Florești (Tabelul 1), ce corespunde cu sursele de poluare a râului [14].

Tabelul 1. Dinamica concentraţiei metalelor şi metaloizilor în apele pe cursul râul Răut µg/L

Element µg/g	*În amonte de m. Bălți*	*În aval de m. Bălți*	*În aval de baraj Florești*	*În amonte de Orhei*	*În aval de m. Orhei*	*Ustie*
Ag	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Al	12,5	17,8	46,8	26,1	60,68	11,60
As	5,1	9,3	9,5	3,1	7,3	7,1
Ba	28,0	51,4	48,4	21,2	26,7	33,7
Be	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Bi	1,3	1,4	1,7	1,1	1,3	0,9
Cd	1,0	1,0	1,0	0,9	0,95	1,0
Co	0,4	0,8	0,6	0,6	1,1	1,7
Cr	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,27
Cu	1,8	3,9	7,2	3,6	5,4	5,8
Fe	21,8	38,0	86,0	57,3	94,0	89,9
Hg	0	0,1	0	0	0	0
Li	256,7	270,8	166,9	164,2	176,3	173,6
Mn	47,7	55,6	16,7	10,0	15,6	9,3
Mo	2,3	3,2	8,1	5,7	6,0	6,2
Ni	4,4	5,0	5,9	6,5	7,4	3,3
Pb	1,0	1,9	2,6	1,4	3,7	3,6
Sb	2,7	2,9	1,8	1,3	2,4	2,7
Sn	0	0,2	0,0	0,3	0,3	0,2
Sr	1137	1984	1726	2021	1786	2193
V	2,5	2,7	1,8	1,5	2,3	2,2
Zn	5,8	12,8	17,1	37,8	67,6	33,0

Plantele acvatice fiind o componentă a biodiversității ecosistemelor acvatice, căruia îi revine un rol important în procesele de migrare a elementelor chimice şi circuitul acestora şi ele pot servi indicatori a poluării cu metale în monitoringului ecosisteme acvatice [12]. Plantele acvatice superioare sau microfitele sunt macro concentratoare de metale. Fiind biofiltre, macrofitele posedă o rezistență înaltă la substanțe toxice şi rolul lor în procesele de autoepurare a ecosistemelor acvatice este destul de mare [18]. În acelaşi timp, în timpul secetei hidrologice de vară şi în perioada de toamnă-iarnă, plantele acvatice superioare pot deveni o sursă de poluare secundară, în rezultatul pierii şi descompunerii, ceea ce se observă în ultimii ani în heleşteiele piscicole şi lacurile de acumulare cu ape stagnante[18].

Luând în considerație faptul că în ultimii ani se înregistrează o acoperire intensă cu plante a ecosistemelor acvatice din bazinul hidrografic al Nistrului Medial şi Inferior (principala sursă de aprovizionarea cu apă în Republica Moldova), cunoştințele despre acumularea microelementelor-metale în plantele acvatice au o valoare ştiințifică şi mai mare în evaluarea proceselor funcționării ecosistemelor acvatice şi o importantă practică deosebită pentru valorificarea durabilă a ecosistemele acvatice [20], ..

Sunt determinate următoarele microelementelor-metale şi a metaloizilor (Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sr, Te, Ti, Tl, V, Zn) în plantele superioare acvatice (*Myriophyllum spicatum* şi *Ceratophyllum demersum*), plantele au fost colectate în perioada de primăvara-vară ,anilor 2018-2023 colectate din 3 situri ale r. Răut. *Myriophyllum spicatum* sa colectat -numai în 2 situri. În majoritatea de cazuri nivelul de acumulare a microelementelor în macrofite corespunde concentrației acestora în apele râului (Tabelul 2,1).

Tabelul 2. Dinamica concentrației metalelor și metaloizilor în în plantele acvatice pe cursul râul Răut . µg/g de masă umedă

Element µg/g	În aval de m. Bălți		În aval de baraj Florești		Ustie
	Myriophyllum spicatum	*Ceratophyllum demersum*	*Myriophyllum spicatum*	*Ceratophyllum demersum*	*Ceratophyllum demersum*
Ag	4,2	3,8	4,0	3,0	2,8
Al	55,6	66,7	72,0	33,5	22,8
As	3,3	5,3	2,5	4,1	5,8
Ba	42,6	66,6	60,1	40,5	30,7
Be	2,2	2,8	2,8	1,2	0,6
Bi	1,9	2,2	1,8	0,9	1,2
Cd	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
Co	0,3	0,4	0,2	0,2	1,0
Cr	2,3	3,2	1,1	0,9	2,1
Cu	31,8	26,6	37,1	22,6	30,2
Fe	188,5	210,5	208,4	107,8	220,4
Hg	0,1	0,2	0	0,1	0,3
Li	10,7	12,,8	11,9	14,7	23,6
Mn	204,7	225,7	133,7	155,0	160,2
Mo	11,0	12,2	20,3	10,2	12,0
Ni	24,6	28,,8	20,3	16,7	26,8
Pb	1,1	2,3	2,0	1,9	2,6
Sb	3,3	3,7	2,8	2,3	3,0
Sn	2,2	3,1	1,5	2,1	22
Sr	350,5	480,8	400,6	300,0	520,0
V	8,7	10,5	7,6	6,2	8,7
Zn	188,0	200,5	250,1	301,8	320,3

Pentru estimarea influenței afluentului – râului Răut asupra fl. Nistru sa cercetat dinamica celor 3 metale alcaline (Li, Na, K), 5 metale alcaline - pământoase (Be, Mg, Ca, Sr, Ba), 13 metale de tranziție (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Hg), 6 metale post-tranziționale (Al, Ga, In, Tl, Pb, Bi), 5 metaloizi (B, Ge, As, Sb, Te) și 2 nemetale (Se, S,).

Concentrațiile tuturor elemente chimice învestigate în apele r. Răut sunt mai înalte de cele din fl.Nistru. Toate metalele și metaloizii menționate mai sus, si in special conform terminologiei ecologice și ecotoxicologice, sunt considerate ecotoxicante, fiind de origine naturală și extrem de importante în metabolismul tuturor ființelor vii, dar care se pot acumula în mediu de trai, plante, animale, până la nivelul de a deveni toxice pentru mediu și viață în general [5].

Concentrațiile majorității dinmacro- și micro metale și metaloizi în apele r.Răut sunt mai înalte de cele din fl.Nistru din zona de confluenta. Astfel în apele fl.Nistru sub influența r.Răut în mod fiabil se mărește conținutul celor 3 metale alcaline, 5- alcaline-pământoase, 2 metaloizi , 11 metale de tranziție 4- metale post-tranziționale și 1 nemetal (Figurile 2,3,4).

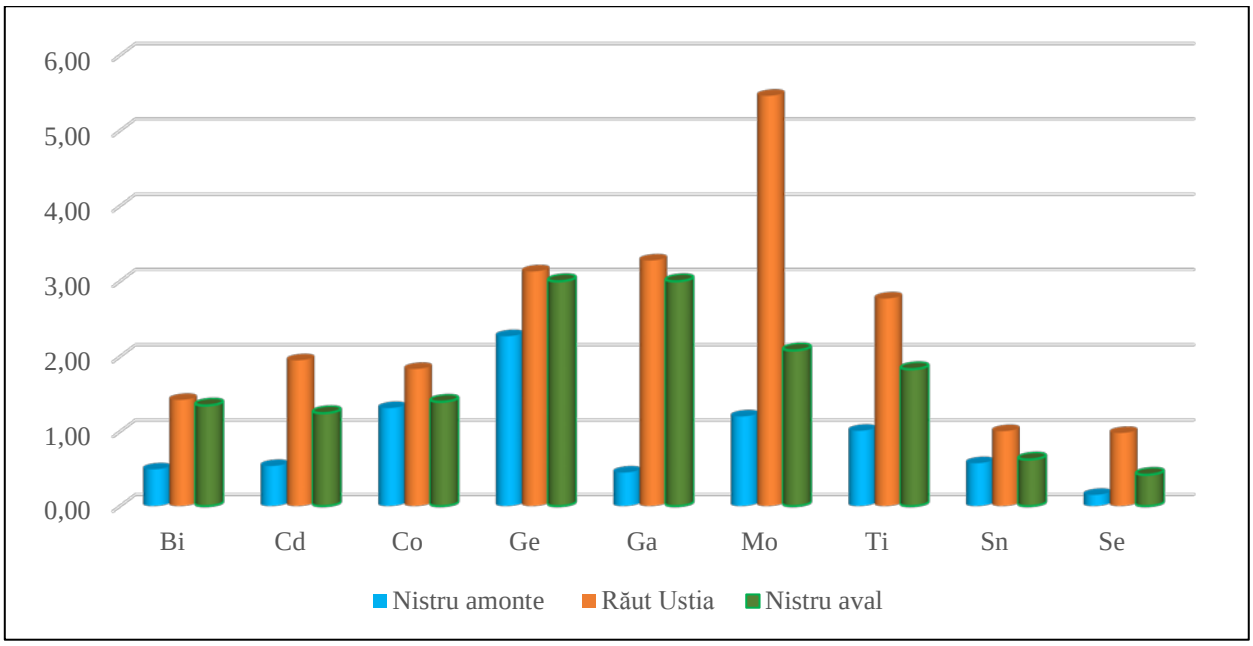


Figura 2. Dinamica conținutului Bi, Cd, Co, Ge, Ga, Mo, Ti, Sn în apele r.Răut în zona de confluență și în fl. Nistru în amonte și aval, µg/L

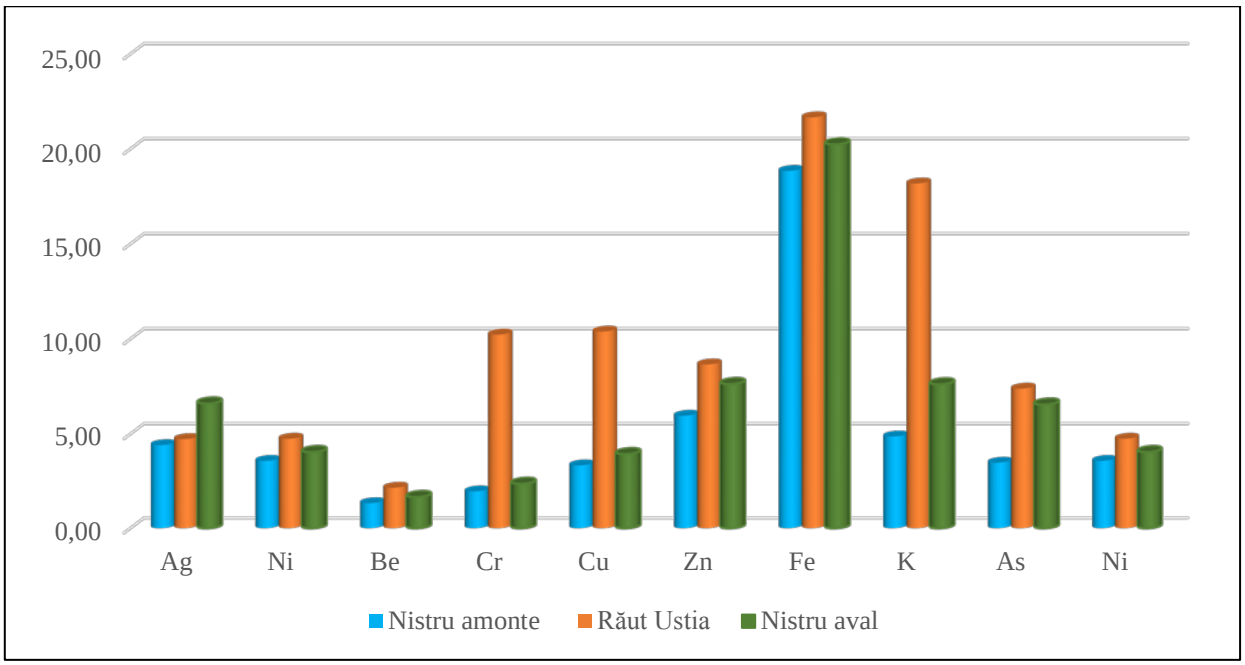


Figura 3. Dinamica conținutului Ag, Ni, Be, Cr, Cu, Zn, Fe, K, As, Ni microelementelor în apele r.Răut în zona de confluență și în fl. Nistru în amonte și aval, µg/L

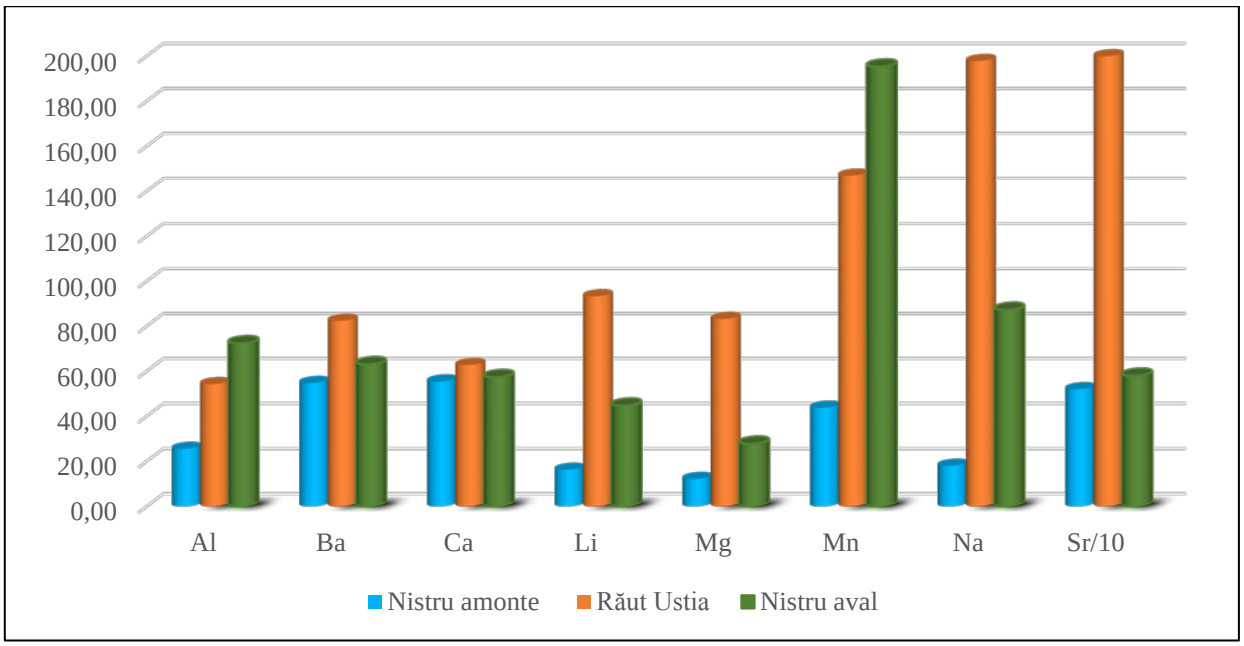


Figura 4. Dinamica conținutului Al, Ba, Ca, Li, Mg, Mn, Na, Sr în apele r.Răut în zona de confluență și în fl. Nistru în amonte și aval, µg/L

De facto nu este vizibilă mărire concentrației numai pentru patru microelemente - Hg, In, Te, Sb, conținutul cărora n-a fost stabilit în toate probele investigate din afluent şi fluviu sau concentrațiile cărora fiind destul de mici, sau în limitele de detecție a echipamentului.

Dinamica conținutului microelementelor în suspensiile r. Răut pe cursul râului şi in zona de confluentă depinde de cantitatea suspensiilor în apele râului ($r \geq 0.75$) pentru majoritatea metalelor investigate. În fluviu Nistru, cantitatea suspensiilor este extrem de mică (< 20 mg/L) din cauza construcției şi funcționării celor trei lacuri de baraj hidroenergetice în amonte de confluența a r. Răut concentrațiile metalelor şi metaloizilor în suspensii sunt vizibil mai mice de celor dizolvate în apă. Astfel influența afluentului Răut asupra dinamica metalelor şi metaloizilor in apele fluviu Nistru este indiscutabilă.

Concluzii

Prin urmare, menținerea unui mediu acvatic bun, lipsit de contaminanți (cum ar fi metalele grele şi alți factori de stres), este crucială pentru sănătatea umană, socioeconomică şi din motive de sustenabilitate ale mediului de trai. Elucidarea legităților migrației şi repartizării microelementelor, elementelor urme în ecosistemele acvatice reprezintă una din obiectivele fundamentale ale ecologiei acvatice, ecotoxicologiei şi hidrobiologiei care prezintă nuclei a teoriei funcţionării ecosistemelor acvatice.

Fără un studiu detaliat al particularităţilor de deplasare a elementelor chimice odată cu masele de apă este imposibilă evaluarea stării ecosistemelor acvatice.

Identificarea căilor de redresare a situației ecologice în bazinele hidrografice sunt specifice pentru fie care ecosistem acvatic, dar pentru toate de la un izvor până la fluviu sau mare este necesar că pentru succesul implementării planurilor de gestionarea să participe nu numai comunitatea științifică, dar şi organele de resort, societatea civilă şi comunitățile locale de cetățenii, care au capacitate şi motivație în rezolvarea problemelor complexe pentru întreținerea echilibrului ecologic între mediu de trai şi dezvoltarea durabilă a economiei şi businessului.

Gestionarea durabilă a resurselor acvatice necesită o bună comunicare şi colaborare între factorii de decizie de mediu, oamenii de ştiință, societatea civilă. Orice decizie, lucrare, investiție cu privire la ecosistemele acvatice trebuie discutată, planificată şi implementată interdisciplinar.

Este cunoscut că o abordare predominant hidrotehnică și economică provoacă daune deseori ireparabile asupra ecosistemelor acvatice, de aceea este necesară o abordare pe criterii ecologice, în temeiul analizei multidisciplinare, pe termen lung. Modul cum o societate abordează politicile de apă este o oglindă fidelă a proceselor politice, culturale și economice din sânul acelei societăți.

Finanțare. Investigațiile au fost realizate în cadrul subprogramului 010701 „Evaluarea structurii și funcționării lumii animale și ecosistemelor acvatice sub influența factorilor biotici și abiotici în contextul asigurării securității ecologice și bunăstării populației" (Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie), proiectului internațional eMS BSB165 „Crearea unui sistem de monitorizare inovativă transfrontalieră privind transformările ecosistemelor rîurilor bazinului Mării Negre sub impactul construcțiilor hidroenergetice și schimărilor climatice" - HydroEcoNex și a proiectului FNM/ONIPM „Investigarea schimbărilor mediului acvatic și a hidrobiocenozelor ecosistemului Nistrului Inferior, evaluarea impactului afluenților (Răut, Bâc, Botna), elaborarea propunerilor de valorificare durabilă și prevenirea degradării ecosistemelor acvatice lotice și lentice", contractul nr. 01-23H-074/02-78-2024.

Bibliografie

1. BRADSHAW, DEBORAH K. KEY points to remember when using internal standards for sample analysis by ICP-OES. *Spectroscopy*, 2023, vol. 38, no. 8, pp. 22-25. DOI: https://doi.org/10.56530/spectroscopy.gb4767c3
2. CIORNEA, VICTOR, ZUBCOV, ELENA, BAGRIN, NINA, CIORBA, PETRU, ENE, ANTOANETA, ZUBCOV, NATALIA. Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-OES) for environmental analysis. In: *High-performance analytical techniques for the monitoring of toxicants in environment. Methodological guide*, Ene, A., Ed.; Casa Cărții de Știință: Cluj-Napoca, 2021, pp. 37-44.
3. 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). Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120&from=EN (accessed: April 10, 2023)
4. Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union, L 348/84, 2008, pp. 84-97. http://data.europa.eu/eli/dir/2008/105/oj
5. Ecotoxicological methodological guide for environmental monitoring: problematics, laboratory techniques and health risk investigation. Zubcov, E.; Ene, A. Eds . Chişinău: S.n. (Î.S. F.E.-P. "Tipografia Centrală"), 2021, 112 p. ISBN: 978-9975-157-99-5. https://zoology.md/en/new-publications
6. EPA Method 200.2, Revision 2.8: Sample preparation procedure for spectrochemical determination of total recoverable elements. https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/method_200-2_rev_2-8_1994.pdf
7. EPA Method 3050B, Revision 2: Acid digestion of sediments, sludges, and soils. Available at https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/epa-3050b.pdf (accessed on 29.07.2024)
8. EPA Method 3051a. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. Available at https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/3051a.pdf (accessed on 29.07.2024)
9. International Organization for Standardization. ISO 5667-1:2023. Water quality – Sampling. Part 1: Guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques. Edition 4, 2023, 39 p. https://www.iso.org/standard/84099.html
10. International Organization for Standardization. ISO 5667-6:2014. Water quality – Sampling. Part 6: Guidance on sampling of rivers and streams. Edition 3, 2014, 26 p. https://www.iso.org/standard/55451.html
11. Guidance of the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems. Eds: Bileţchi, L.; Zubcov, E. Chişinău: S. n., 2021 (Î. S. F.E.-P. „Tipografia Centrală"). Chisinau: I.S.F.I.Tipografia Centrală, pp. 8–16. Available at https://zoology.md/sites/default/files/2021-05/Indrumar_monit_calit_apa_stare%20ecosis%20 acvatice _2020.pdf
12. Materazzi, S. Canepari, S., Aquili, S. Monitoring heavy metal pollution by aquatic plants. *Environmental Science and Pollution Research*, 2012, volume 19, pp. 3292-3298. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-012-0846-8

13. Method 3005A: Acid digestion of waters for total recoverable or dissolved metals for analysis by FLAA or ISP Spectroscopy. Disponibil la U.S. Environmental Protection: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/3005a.pdf
14. Prevenirea poluării și gestionarea durabilă a resurselor acvatice din bazinul r. Răut/ Ghid metodologic. Chișinău: S.n., 2019 (Tipogr. „Biotehdesign"),79 p.ISBN 978-9975-108-73-7
15. SHAH AI. Heavy metal impact on aquatic life and human health – an over , iaia17 conference proceedings ia's contribution in addressing climate change. in: 37th annual conference of the international association for impact assessment. usa: iaia publisher; 2017. pp. 4-7 https://www.mdpi.com/2071-1050/13/18/10237
16. TAO W, LI H, PENG X, ZHANG W,LOU Q, GONG J, et al. characteristics of heavy metals in seawater and sediments from daya bay (south china): environmental fates, source apportionment and ecological risks. sustainability. 2021;**13**:10237 https://www.mdpi.com/2071-1050/13/18/10237
17. ZUBCOV ELENA, CIORNEA VICTOR, ENE ANTOANETA. Micro- and macroelement analysis of environmental components. In: *Guidance of the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems*. Bileţchi, L.; Zubcov, E., Eds; I.S.F.I. Tipografia Centrală: Chişinău, 2021, pp. 8-16 https://zoology.md/sites/default/files/2021-05/ Indrumar_monit_calit_apa_stare% 20ecosis%20 acvatice_ 2020.pdf
18. ZUBCOV, E.; TODERAȘ, I.; ZUBCOV, N.; BILEȚCHI, L. Cap. IV Repartizarea, migrația și rolul microelementelor în apele de suprafață. In: Microelementele în componentele biosferei și aplicarea lor în agricultură și medicină. Monografie colectivă. Coordonator Simion Toma. Ed. Pontos. 2016. p.78-107.
19. ELENA ZUBCOV, NINA BAGRIN, NATALIA ZUBCOV, OLGA JURMINSKAIA, VICTOR CIORNEA, ANASTASIA IVANOVA Calitatea apei în râurile mici și unele izvoare din bazinul râului Răut, Materialele Simpozionului național,Starea ecosistemelor acvatice transfrontaliere ale Republicii Moldova, ediția I-a, Chișinău, Republica Moldova, 14 noiembrie 2024, pp.30-61. https://zoology.usm.md/sites/default/files/2025-01/Culegere%20simpozionInstitutul%20_de%20Zoologie%202024.pdf
20. NATALIA ZUBCOV, ELENA ZUBCOV, LUCIA BILEȚCHI, ELENA FILIPENCO Monitoringul acumulării microelementelor-metale în plantele acvatice pentru evaluarea funcționalității ecosistemelor acvatice, Materialele Simpozionului național,Starea ecosistemelor acvatice transfrontaliere ale Republicii Moldova, ediția I-a, Chișinău, Republica Moldova, 14 noiembrie 2024, pp.121-126.. https://zoology.usm.md/sites/default/files/2025-01/Culegere%20simpozionInstitutul%20_de%20Zoologie%202024.pdf