CZU: 543.31:504.453:556.532(478)"2020/2022"
https://doi.org/10.59295/PRTEP2023_17

17. COMPOZIȚIA CHIMICĂ, PROCESE DE POLUARE ȘI AUTOPURIFICARE A FLUVIULUI NISTRU ÎN PORȚIUNEA BARAJUL DUBĂSARI (AMONTE R. RĂUT) – OR. VADUL LUI VODĂ (AMONTE R. ICHEL). PERIOADA ANILOR 2020 – 2022

Viorica GLADCHI, Vladislav BLONSCHI, Elena BUNDUCHI, Angela LIS
Universitatea de Stat din Moldova

Rezumat. Articolul include rezultatele monitoringului apelor fluviului Nistru în porțiunea barajul de la Dubăsari, amonte vărsare a r. Răut – or. Vadul lui Vodă, aval de vărsare a r. Ichel pe parcursul anilor 2020-2022. Sunt analizate parametrii hidrochiici tradiționali, care reprezintă dinamica macroelementelor, mineralizării și indexul hidrochimic al apelor fluviului. La fel, a fost analizat regimul de oxigen al apelor, variația diferitor forme minerale ale elementelor biogene, precum și gradul de poluare a apelor cu substanțe organice de diferit tip. Rezultatele obținute indică influența apelor afluentului Răut asupra parametrilor hidrochimici al Nistrului în porțiunea monitorizată și un grad avansat de poluare a apelor fluviului cu substanțe organice greu degradabile, care sunt în mare parte de origine antropogenă.

Cuvinte-cheie: monitoring, ionii principali, mineralizarea apelor, indexul hidrochimic, elemente biogene, regimul de oxigen, substanțe organice dizolvate.

CHEMICAL COMPOSITION, POLLUTION AND SELF-PURIFICATION PROCESSES OF THE DNISTRE RIVER IN THE DUBĂSARI DAM PORTION (UPSTREAM RĂUT RIVER) - VADUL LUI VODĂ CITY (UPSTREAM ICHEL RIVER). YEARS 2020 – 2022

Summary. *The article includes the results of the monitoring of the waters of the Dniester river in the portion of the Dubasari dam, upstream of the Raut river - town Vadul lui Vodă, downstream of the Ichel river during the years 2020-2022. The traditional hydrochemical parameters are analyzed, which represent the dynamics of macroelements, mineralization and the hydrochemical index of the river waters. In the same way, the oxygen regime of the waters, the variation of different mineral forms of the biogenic elements, as well as the degree of water pollution with organic substances of different types were analyzed. The obtained results indicate the influence of the waters of the Raut tributary on the hydrochemical parameters of the Dniester in the monitored portion and an advanced degree of pollution of the river waters with hard-to-degradable organic substances, which are mostly of anthropogenic origin.*

Keywords*: monitoring, main ions, water mineralization, hydrochemical index, biogenic elements, oxygen regime, dissolved organic substances.*

1. INTRODUCERE

Fluviul Nistru este un râu principal al Republicii Moldova și bazinul hidrografic ale acestuia ocupă o parte considerabilă a țării noastre. Apele Nistrului sunt utilizate pentru asigurare cu apă potabilă a mai multor localități, inclusive și a capitalei țării, mun. Chișinău. La fel Nistru reprezintă o valoare ecologică și de recreere, de aceea este important de monitorizat compoziția chimică și gradul de poluare a apelor fluviului.

Pentru a evalua compoziția chimică, gradul de poluare și capacitatea de autopurificare a apelor din bazinul fluviului Nistru, pe parcursul anilor 2020-2022 a fost monitorizată porțiunea fluviului de la amonte de vărsare în el a r. Răut (priza de captare – aval barajului de la Dubăsari) – aval de vărsare în Nistru a r. Ichel (or. Vadul lui Vodă). Pentru a evalua influența afluenților asupra compoziției chimice a apelor din fluviul Nistru, au fost prelevate probe din secțiunile de vărsare a r. Răut și Ichiel în fluviu. În total, pe parcursul realizării proiectului, au fost alese 5 prize de captare:

- Priza nr. 1. – Nistru, barajul de la Dubăsari, amonte de vărsare a r. Răut;
- Priza nr. 2. – Răut, gura de vărsare în Nistru, s. Ustia;
- Priza nr. 3. – Nistru, or. Criuleni, aval de vărsare a r. Răut, amonte de vărsare a r. Ichel;
- Priza nr. 4. – Ichel, regiunea de vărsare în Nistru;
- Priza nr. 5. – Nistru, Vadul lui Vodă, aval de vărsare a r. Ichel;

Pe parcursul realizării monitoringului anual au fost organizate, de regulă, a câte 4 expediții sezoniere cu prelevarea probelor din prize nominalizate, efectuarea determinărilor hidrochimice clasice în câmp, conservarea probelor şi apoi analiza acestora în laborator. În condiţiile pe teren au fost determinate dinamica diurnă a valorilor temperaturii, pH-ului, Eh-ului, schimbării conţinutului de oxigen dizolvat. În toate probe de apă prelevate au fost determinaţi parametrii hidrochimici tradiţionali şi parametrii ce indică poluarea apelor cu sobstanțe organice dizolvate.

2. METODE DE ANALIZĂ A PROBELOR

Pentru analiza chimică a apelor în porțiunea nominalizată probele au fi colectate în vase din plastic alimentar. Au fost măsuraţi următorii parametri: temperatura apei, pH-ul, potenţialul Eh, duritatea totală, concentrația ionilor principali, a oxigenului dizolvat și gradul de saturație a apelor cu oxigen, compuşi minerali ai azotului și fosforului, CBO_5,CCO_{Mn} și CCO_{Cr} .

Echipamentul analitic de teren *DREL-2010 (Hach)*, ce prezintă un laborator complet de analiză a apei și poate fi utilizat nemijlocit în teren. El este dotat cu un spectrofotometru la care se poate determina concentraţia formelor anorganice ale azotului (NH_4^+, NO_2^- NO_3^-), fosfaţilor (PO_4^{3-}). Echipamentul mai conţine: un pH-metru portabil (dotat cu electrod din sticlă) şi un electrod de Pt în cuplu cu electrodul de referinţă Ag/AgCl pentru măsurarea potenţialului Eh.

Echipamentul laboratorului de Chimie Ecologică este echipat cu instrumente tipice pentru laboratoarele de analiză a calităţii apei, pH-metrul, fotocolorimetrul şi altele.

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cercetările au fost realizate în porțiunea Nistrului, cuprinsă între avalul barajului Dubăsari – or. Vadul lui Vodă, în aval și amonte de vărsare în fluviu a afluenților săi - râurilor Răut și Ichel. Drept scop al cercetărilor a constatat monitorizarea compoziției chimice a apelor fluviului, estimarea nivelului de poluare, capacității de autopurificare a apelor, precum și estimarea influenței afluenților asupra apelor Nistrului. Pentru analiză și generalizare datele multianuale obținute au fost supuse prelucrării statistice.

a. Conținutul ionilor principali și regimul hidrochimic

Priza de captare Nistru, amonte r. Răut (avalul barajului Dubăsari)

Conținutul ionilor principali a apelor a fost determinat de masele de apă ce pătrundeau din rezervorul de acumulare de la Dubăsari (Tab. 1).

Tabelul 1

Duritatea totală a apelor și conținutul ionilor principali în apele Nistrului în amonte de vărsare a r. Răut în perioada anilor 2020-2022

Data	D_{tot}, *mmol/dm³*	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	SO_4^{2-}	Cl^-	$HCO_3^- + CO_3^{2-}$	$\sum I$, *mg/dm³*	*Index*
		mg/dm³							
iunie 2020	3,7	56,1	10,9	30,6	68,0	25,1	164,6	355	C^{Ca}_{II}
septembrie 2020	3,4	48,1	12,2	13,3	44,0	4,1	173,8	295	C^{Ca}_{II}
noiembrie 2020	3,5	48,1	12,8	11,4	43,3	9,0	164,7	289	C^{Ca}_{II}
martie 2021	4,0	64,1	9,2	29,0	57,3	14,1	213,8	388	C^{Ca}_{II}
iunie 2021	4,1	63,5	10,9	20,8	68,4	12,2	190,9	367	C^{Ca}_{II}
octombrie 2021	3,9	63,3	9,4	12,1	52,2	12,7	181,2	331	C^{Ca}_{II}
noiembrie 2021	3,9	56,1	13,4	9,4	46,9	11,6	181,2	319	C^{Ca}_{II}
martie 2022	4,2	61,5	13,4	24,8	55,3	21,6	207,4	384	C^{Ca}_{II}
iunie 2022	4,1	58,7	14,6	35,3	30,3	20,5	264,1	424	C^{Ca}_{I}
septembrie 2022	3,9	56,7	12,6	21,6	47,9	12,9	193,4	351	C^{Ca}_{II}
noiembrie 2022	3,6	54,1	10,9	51,4	56,7	16,8	223,1	413	C^{Ca}_{II}
Media	*3,8*	*57,3*	*11,8*	*23,6*	*51,9*	*14,6*	*196,7*	*356*	C^{Ca}_{II}
Minimum	*3,4*	*48,1*	*9,2*	*9,4*	*30,3*	*4,1*	*164,6*	*289*	
Maximum	*4,2*	*64,1*	*14,6*	*51,4*	*68,4*	*25,1*	*264,1*	*424*	

În apele Nistrului în această priză de captare a fost observat un conținut ionic relativ stabil, care se manifestă prin diapazonul de variație a mineralizării apelor de la 289 mg/dm^3 în

noiembrie 2020 până la 424 mg/dm^3 în luna iunie 2022, mineralizarea medie fiind de 356 mg/dm^3. Schimbarea tipurilor de cationi și anioni dominanți și instabilitatea indexului hidrochimic al apelor nu a fost depistat, apele fiind din clasa hidrogenocarbonată, grupa calciului de tipul II.

Această situație se deosebește esențial de rezultatele monitoringului în această priză pe parcursul anilor 2015-2019, perioada în care se evidenția fenomenul când din cantitatea totală de 25 de probe prelevate, în 16% de cazuri apele se caracterizau ca fiind apele clorice, grupa sodiului și potasiului; în 12% din probe investigate grupa apelor se clasifica în cea din grupa sodiului și potasiului. Mineralizarea și duritatea totală a apelor în perioada anilor 2020-2022 au un trend spre creștere, spre deosebire de perioada precedentă (anii 2015-2019), când se atesta trendul de micșorare ale acestor parametri pe parcursul anilor respectivi de investigare (fig. 1).

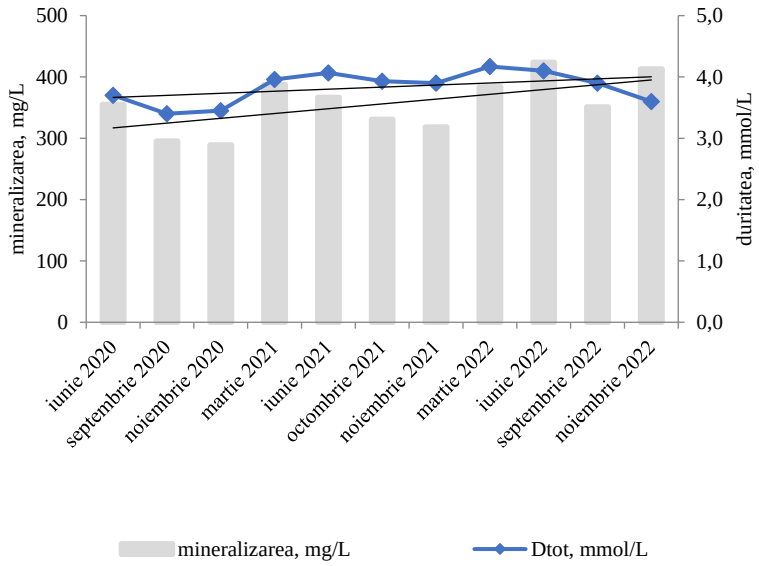


Fig.1. *Dinamica durității totale și a mineralizării apelor Nistrului în priza de captare Dubăsari pe parcursul anilor 2020-2022*

În perioada de studiu a fost depistată legitatea sezonieră de formare a conținutului compoziției chimice a apelor. În general, valorile maximale ale mineralizării și durității se înregistrează primăvara și vara, iar minimale – toamna (fig. 2).

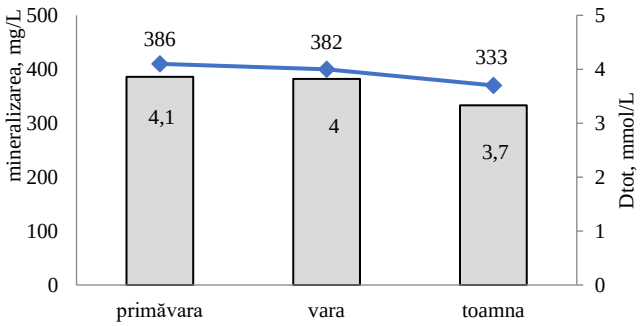
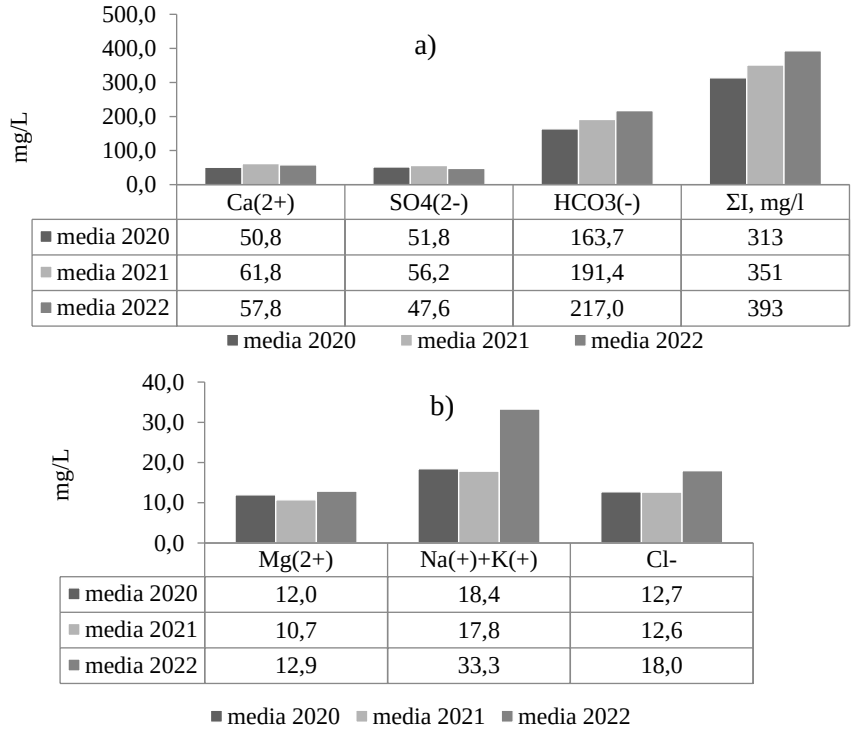


Fig.2. *Dinamica sezonieră a mineralizării apelor și a durității totale a apelor din Nistru, priza Dubăsari (valorile medii pe parcursul anilor 2020-2022)*

Analiza dinamicii valorilor medii anuale în perioada investigate denotă creșterea conținutului tuturor ionilor principali, precum și creșterea mineralizării (fig.3 a, b). Cea mai mare creștere se atestă la conținutul ionilor de Na^++K^+ (cu cca 80%), Cl^- (cca 40%)HCO_3^- (cca 30%) și a mineralizării (cca 25%).



	Ca(2+)	SO4(2-)	HCO3(-)	ΣI, mg/l
media 2020	50,8	51,8	163,7	313
media 2021	61,8	56,2	191,4	351
media 2022	57,8	47,6	217,0	393

	Mg(2+)	Na(+)+K(+)	Cl-
media 2020	12,0	18,4	12,7
media 2021	10,7	17,8	12,6
media 2022	12,9	33,3	18,0

Fig. 3. *Dinamica conținutului mediu a ionilor principali în apă. Perioada anilor 2020-2022. a) Continutul mediu a ionilor de Ca^{2+}, SO_4^{2-}, HCO_3^- si mineralizarii; b) Continutul mediu a ionilor de Mg^{2+}, Na^++K^+, Cl^-.*

La fel, au fost depistate corelații dintre componenții principali al apelor (tab. 2).

Tabelul 2

Coeficintul de corelație liniară dintre diferiți parametric al apelor Nistrului în amonte de vărsare în el a r. Răut. Perioada anilor 2020-2022

Parametrii	*Coeficient de corelație liniară, r*	*Interpretarea valorii r*
Ca^{2+} - duritatea totală	0,88	Corelație foarte înaltă
$Na^{+}+K^{+}$ - mineralizarea	0,86	Corelație foarte înaltă
HCO_3^{-} - mineralizarea	0,81	Corelație foarte înaltă
Cl^{-} - mineralizarea	0,69	Corelație înaltă
HCO_3^{-} - duritatea totală	0,62	Corelație înaltă

Cel mai avansat grad de corelație se atestă între conținutul ionilor de calciu și duritatea totală, conținutul cationilor monovalenți și mineralizarea apelor, precum și între conținutul hidrogenocarbonaților și mineralizare.

Priza de captare: Nistru, aval r. Răut

În aval de vărsare a apelor afluentului Răut, compoziția chimică a apelor Nistrului poate fi caracterizată ca una relativ stabilă, cu diapazonul de valori ai parametrilor hidrochimici următori (tab. 3).

Tabelul 3

Duritatea totală a apelor și conținutul ionilor principali în apele Nistrului în aval de vărsare a r. Răut în perioada anilor 2020-2022

Data	D_{tot}, *mmol/dm³*	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^{+}+K^{+}$	SO_4^{2-}	Cl^{-}	$HCO_3^{-}+CO_3^{2-}$	$\sum I$, *mg/dm³*	*Index*
		mg/dm³							
iunie 2020	3,8	58,1	10,9	25,0	65,0	22,9	164,6	347	C^{Ca}_{II}
septembrie 2020	3,6	48,1	14,0	15,6	55,0	4,5	173,8	311	C^{Ca}_{II}
noiembrie 2020	3,8	51,1	15,2	27,6	73,3	9,8	186,0	363	C^{Ca}_{II}
martie 2021	4,7	64,1	18,6	31,2	104,9	14,6	206,2	440	C^{Ca}_{II}
iunie 2021	4,6	63,1	17,1	38,7	124,0	11,5	195,2	450	C^{Ca}_{II}
octombrie 2021	4,2	58,7	15,8	22,4	76,0	13,2	193,4	379	C^{Ca}_{II}
noiembrie 2021	4,8	58,1	23,1	21,9	84,9	13,4	215,3	417	C^{Ca}_{II}
martie 2022	4,8	64,7	19,1	46,5	99,7	30,3	227,5	488	C^{Ca}_{II}
iunie 2022	4,2	56,7	16,3	44,3	73,6	22,7	230	444	C^{Ca}_{II}
septembrie 2022	4,2	56,7	17	25,5	66,7	17,3	205,6	389	C^{Ca}_{II}
noiembrie 2022	4,4	57,5	19,0	49,2	105,0	19,2	223,9	474	C^{Ca}_{II}

Media	*4,3*	*57,9*	*16,9*	*31,6*	*84,4*	*16,3*	*202,0*	*409*	C^{Ca}_{II}
Minimum	*3,6*	*48,1*	*10,9*	*15,6*	*55,0*	*4,5*	*158,6*	*311*	
Maximum	*4,8*	*64,7*	*23,1*	*49,2*	*124,0*	*30,3*	*236,0*	*488*	

Datele obținute denotă faptul că valorile mineralizării și durității totale a apelor Nistrului sunt în creștere după vărsare în el a Răutului. Valorile medii ale mineralizării apelor în Nistru în aval Răut se schimbau pe parcursul anilor 2020-2022 în intervalul 340-421-449 mg/dm^3, valorile durității totale – respectiv, în intervalul 3,7-4,6-4,4 mmol/dm^3, ceea ce depășește valorile corespunzătoare în priza de captare Nistru amonte Răut (fig. 5 a, b.).

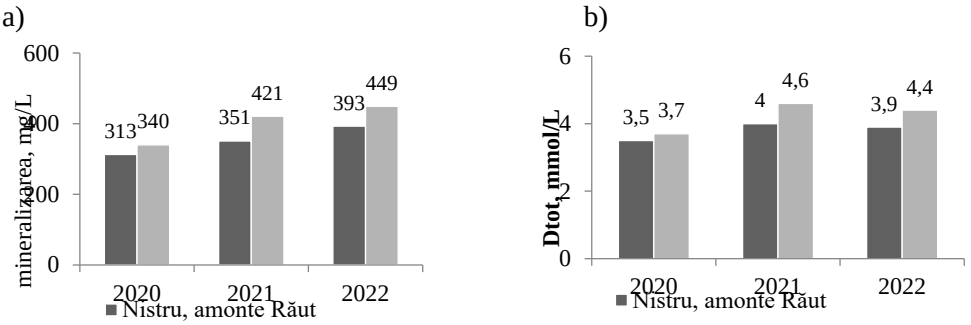


Fig. 5. *Mineralizarea (a) și duritatea totală medie (b) pe parcursul anilor în apa fluviului Nistru*

Pentru această priză de captare au fost depistate mai multe corelații înalte și foarte înalte între parametrii determinați (tab. 4).

Tabelul 4

Coeficientul de corelație liniară dintre diferiți parametric al apelor Nistrului în aval de vărsare în el a r. Răut. Perioada anilor 2020-2022

Parametrii	*Coeficient de corelație liniară, r*	*Interpretarea valorii r*
Na^++K^+ - mineralizarea	0,88	Corelație foarte înaltă
HCO_3^- - mineralizarea	0,86	Corelație foarte înaltă
Duritatea totală-mineralizarea	0,85	Corelație foarte înaltă
Ca^{2+} - duritatea totală	0,84	Corelație foarte înaltă
Mg^{2+} - duritatea totală	0,84	Corelație foarte înaltă
HCO_3^- - duritatea totală	0,74	Corelație înaltă
Cl^- - mineralizarea	0,69	Corelație înaltă

Cel mai avansat grad de corelație se atestă între conținutul cationilor monovalenți și mineralizarea apelor, conținutul hidrogenocarbonaților și mineralizare, duritatea totală și mineralizarea, conținutul ionilor de calciu/magneziu și duritatea totală.

Apele Răutului au contribuit și la schimbarea raporturilor dintre conținutul ionilor principali în apa Nistrului în aval de vărsare a afluentului (tab.5).

Tabelul 5

Ponderea ionilor principali (forma echivalentă) în apele Nistrului în amonte și aval de Răut. (Anii 2020-2022)

	Ca^{2+},%	Mg^{2+},%	$Na^{+}+K^{+}$,%	SO_4^{2-},%	Cl^{-},%	$CO_3^{2-}+HCO_3^{-}$,%
Nistru, amonte Răut	31	11	10	12	4	32
Nistru, aval Răut	26	13	12	16	4	29

Rezultatele obținute denotă faptul că în apele Nistrului în aval de vărsare a Răutului crește ponderea ionilor de Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+} și SO_4^{2-}, pe contul diminuării ponderii ionilor de Ca^{2+}, CO_3^{2-} și HCO_3^{-}.

Dinamica sezonieră a compoziției chimice a apelor nistrene în aval de vărsare a r. Răut demonstrează că ambele se micșorează spre toamna (fig. 6).

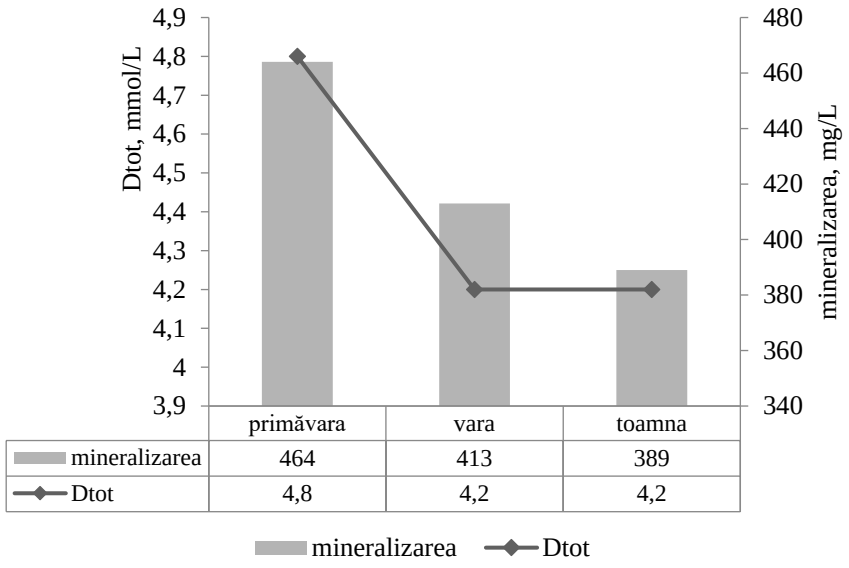


Fig. 6. *Dinamica sezonieră a durității și mineralizării apelor Nistrului în aval de vărsare a r. Răut. Valorile medii în perioada anilor 2020-2022*

Priza de căptare: Vadul lui Vodă

Această priză de căptare se află în naval de vărsare în Nistru a afluentului Ichel. În perioada inestigată în apa fluviului au fost înregistrate cantități diferite de ioni principali (tab. 6.). Ca și în alte prize de căptare, în acest punct a fost observată o varietate largă în conținutul ionilor principali și a indexulul apelor.

Tabelul 6

Duritatea totală, conținutul ionilor principali și indexul apelor Nistrului în priză de căptare Vadul lui Vodă (perioada anilor 2020-2022)

Data	D_{to},*mmol/dm*^{3}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	SO_4^{2-}	Cl^-	$HCO_3^- + CO_3^{2-}$	$\sum I$, *mg/dm*^{3}	*Index*
		mg/dm^3							
iunie 2020	3,8	56,1	12,2	21,9	65,8	21,5	161,6	339	C^{Ca}_{II}
septembrie 2020	3,3	48,1	10,9	16,0	48,8	4,4	167,7	296	C^{Ca}_{II}
noiembrie 2020	3,5	49,1	12,2	19,3	51,1	9,1	173,8	314	C^{Ca}_{II}
martie 2021	4,2	61,7	13,1	23,8	65,7	12,8	206,2	383	C^{Ca}_{II}
iunie 2021	4,1	62,1	12,5	12,0	72,8	13,6	165,3	338	C^{Ca}_{II}
octombrie 2021	3,9	56,7	13,4	15,4	61,6	11,8	178,7	338	C^{Ca}_{II}
noiembrie 2021	4,7	57,1	22,1	1,2	60,6	11,5	190,9	343	C^{Ca}_{II}
martie 2022	4,4	60,7	17,0	15,8	62,9	19,6	195,2	371	C^{Ca}_{II}
iunie 2022	4,2	60,7	14,2	37,3	61,9	18,9	236,1	429	C^{Ca}_{II}
septembrie 2022	3,8	64,7	6,6	22,4	50,5	15,8	190,3	350	C^{Ca}_{II}
Media	*4,0*	*57,7*	*13,4*	*18,5*	*60,2*	*13,9*	*186,6*	*350*	C^{Ca}_{II}
Minimum	*3,3*	*48,1*	*6,6*	*1,2*	*48,8*	*4,4*	*161,6*	*296*	
Maximum	*4,7*	*64,7*	*22,1*	*37,3*	*72,8*	*21,5*	*236,1*	*429*	

Pe parcursul anilor 2020-2022 dinamica spațială a mineralizării și a durității totale a fost similară cu alte prize de căptare pe Nistru (fig 7 a,b).

Se observă respectarea trendului general, care constă în creșterea lentă a mineralizării și durității totale a apelor pe parcursul perioadei de cercetare. Mineralizarea medie a apelor în această priză constituie 350 mg/dm^3, cu variațiile dintre 296 mg/dm^3 și 429 mg/dm^3. Duritatea generală a apelor variază între 3,3 mmol/L și 4,7 mmol/L, media fiind de 4,0 mmol/L.

a) b)

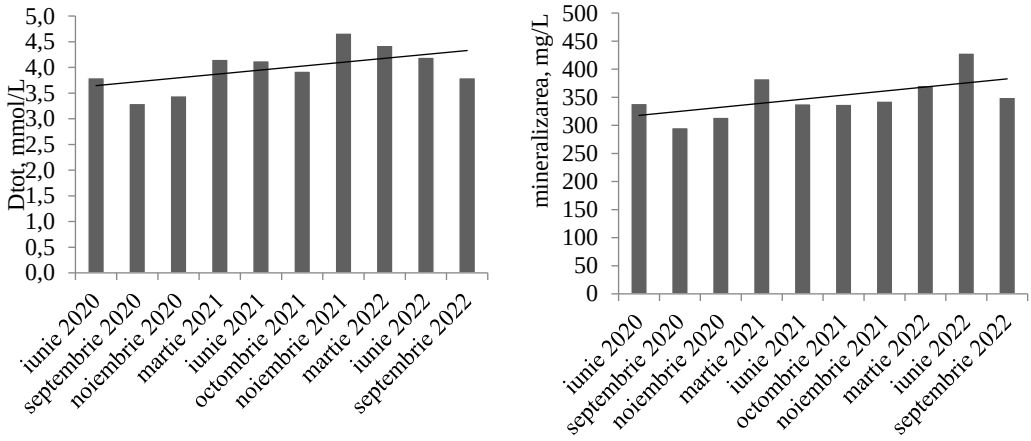


Fig. 7. *Dinamica durității totale (a) și a mineralizării (b) în fl. Nistru, aval de vărsare r. Ichel. Perioada anilor 2020-2022*

În perioada de cercetare se atestă creșterea mineralizării apelor cu 25% în anul 2022 comparativ cu media anului 2020. Acest fenomen este determinat de majorarea considerabilă a ponderii conținutului echivalent de cloruri (creșterea cu 40%) și ioni monovalenți (creșterea cu 10%) pe contul micșorării conținutului de ceilalți ioni principali (tab. 7).

Tabelul 7

Ponderea ionilor principali (forma echivalentă) în apele Nistrului în aval de Ichel

	Ca^{2+},%	Mg^{2+},%	$Na^{+}+K^{+}$,%	SO_4^{2-},%	Cl^{-},%	$CO_3^{2-}+HCO_3^{-}$,%	∑I, mg/dm^3
Anul 2020	30	12	9	14	3,5	33	165
Anul 2022	31	10	9,8	12	4,9	3	206

Analiza ponderii ionilor în conținutul mineralizării denotă că pe parcursul observațiilor apele au fost preponderent din clasa apelor hidrogenocarbonate, din grupa calciului, de tipul II, ceea ce este caracteristic pentru acest tip de râuri.

În aceasta priză de căptare a fost depistată o corelare foarte înaltă dintre mineralizare și conținutul hidrogenocarbonaților (*r=0,91*), o corelare înaltă dintre mineralizare și conținutul ionilor de calciu (r=0,67), ionii monovalenți (r=0,61), cloruri (r=0,65), precum și dintre duritatea totală și conținutul ionilor de magneziu (r=0,75) și calciu (r=0,63).

Rezultatele obținute demonstrează că pentru variația sezonieră a apelor în această priză de căptare este caracteristică creșterea mineralizării în perioada de primăvara și apoi diminuarea acesteea vara și toamna (fig. 8).

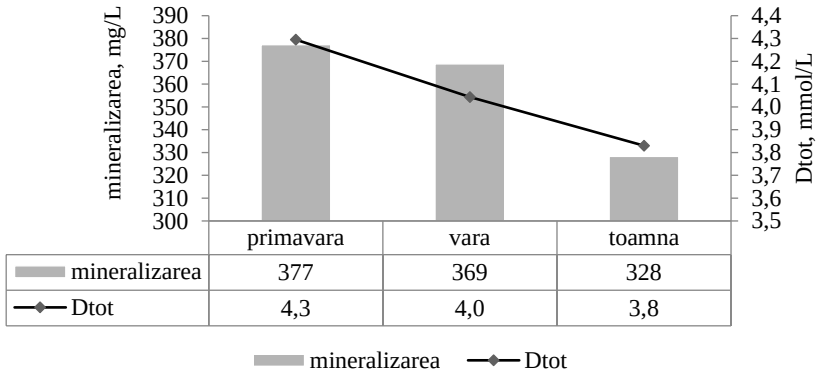


Fig. 8. *Dinamica valorilor medii de mineralizare și duritate totală a apelor din Nistru aval Ichel. (Perioada anilor 2020-2022)*

În general, rezultatele monitoringului fluviului Nistru în porțiunea preconizată în perioada anilor 2020-2022, denotă următoarele. Pe porțiunea fluviului, cuprinsă între barajul de la Dubăsari, în amonte de vărsare a r. Răut – or. Vadul lui Vodă, în aval de vărsare a r. Ichel, nu se înregistrează schimbări esențiale în compoziția chimică a macrocomponentelor (tab.8).

Tabelul 8

Conținutul mediu a ionilor principali în apele Nistrului pe porțiunea barajul de la Dubăsari – vadul lui Vodă. Perioada anilor 2020-2022

Locația	D_{tot}, *mmol/dm³*	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	SO_4^{2-}	Cl^-	$HCO_3^- + CO_3^{2-}$	$\sum I$, *mg/dm³*	*Index*
		mg/dm³							
Barajul de la Dubăsari, amonte de vărsare a r. Răut	3,8	57,3	11,8	23,6	51,9	14,6	196,7	356	C^{Ca}_{II}
Aval de vărsare a r. Răut	4,3	57,9	16,9	31,6	84,4	16,3	202,0	409	C^{Ca}_{II}
Vadul lui Vodă, aval de vărsare a r. Ichel	4,0	57,7	13,4	18,5	60,2	13,9	186,6	350	C^{Ca}_{II}
Media	*4,0*	*57,6*	*14,0*	*24,6*	*65,5*	*14,9*	*195,1*	*372*	C^{Ca}_{II}

Cu toate acestea, rezultatele obținute demonstrează influența vădită a Răutului asupra conținutului ionilor principali și mineralizării apelor din Nistru. Valorile medii pe toată perioada de investigare denotă creșterea durității apelor Nistrului în aval de vărsare a Răutului cu cca 15% în comparație cu situația depistată în Nistru în amonte de vărsare a

afluentului. La fel, se observă și creșterea mineralizării apelor nistrene cu 15% în aval de vărsare a Răutului (fig. 9).

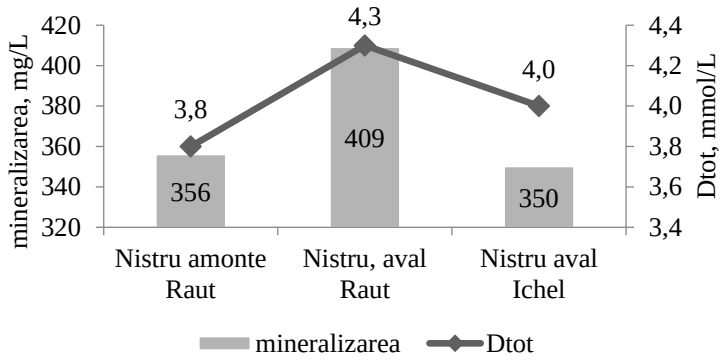


Fig. 9. *Valorile medii ale mineralizării şi durităţii totale a apelor din Nistru în perioada anilor 2020-2022*

Fenomenul similar este caracteristic și pentru conținutul tuturor ionilor principali (tab. 8). Pe parcursul curgerii apelor din albia Nistrului, acestea se supun diluției, amestecării și, ca rezultat, în priza de la Vadul lui Vodă parametrii hidrochimici practic se restabilesc la nivelul punctului inițial de monitoring. Cu alte cuvinte, se înregistrează realizarea procesului de autopurificare chimică a apelor nistrene, ceea ce constituie un factor pozitiv pentru ecosistemul fluviului.

b) Parametrii de calitate a apelor: regimul de oxigen, conţinutul elementelor biogene şi poluarea cu substanţele organice

Parametrii de calitate a apelor nistrene: conţinutul oxigenului dizolvat şi gradul de saturaţie a apelor cu el, conţinutul diferitor forme ale elementelor biogene şi a substanţelor organice, în perioada anilor 2020-2022 au fost în dinamica sezonieră şi multianuală (tab.9 a, b, c).

Tabelul 9

Parametrii de calitate a apelor în Nistru în perioada anilor 2020-2022

a) Nistru barajul Dubăsari, amonte Răut

Data	*OD, mgO_2/dm^3*	*GS, %*	*CBO_5, mgO_2/dm^3*	*CCO Cr, mgO/dm^3*	*CCO Mn mgO/dm^3*
iunie 2020	8,9	96	4,8	4,5	13
septembrie 2020	4,5	49	0,6	4,8	14
noiembrie 2020	8,7	80	2,6	5,6	15
martie 2021	9,9	77	0,6	7,1	17
iunie 2021	6,9	78	2,6	6,3	16

octombrie 2021	9,4	81	4,6	8,1	19
noiembrie 2021	10,6	88,8	7,4	8,9	20,0
martie 2022	13,6	98	3,8	4,5	13
iunie 2022	7,4	79	3,6	7,7	18
septembrie 2022	7,8	78	1,5	8,7	20
noiembrie 2022	10,2	85	2,5	10,7	23
Media	*8,9*	*81*	*3,1*	*7,0*	*17*
Minimum	*4,5*	*49*	*0,6*	*4,5*	*13*
Maximum	*13,6*	*98*	*7,4*	*10,7*	*23*

b) Nistru aval Răut

Data	*OD, mgO_2/dm^3*	*GS, %*	*CBO_5, mgO_2/ dm^3*	*CCO Cr, mgO/dm^3*	*CCO Mn mgO/dm^3*
iunie 2020	8,9	96	4,8	4,5	13
septembrie 2020	4,2	45	0,5	4,1	18
noiembrie 2020	11,0	97	0,5	5,2	21
martie 2021	12,2	95	1,6	6,3	23
iunie 2021	5,9	68	2,2	6,3	23
octombrie 2021	9,3	82	2,4	8,4	27
noiembrie 2021	10,9	87,2	4,3	5,0	20,0
martie 2022	13,9	101	3,7	5,0	20
iunie 2022	8,0	87	4,1	6,2	23
septembrie 2022	8,1	79	1,9	7,0	24
noiembrie 2022	9,8	80	2,8	6,1	22
Media	*9,3*	*83*	*2,6*	*5,8*	*21*
Minimum	*4,2*	*45*	*0,5*	*4,1*	*13*
Maximum	*13,9*	*101*	*4,8*	*8,4*	*27*

c) Nistru, Vadul-lui-Vodă, aval Ichel

Data	*OD, mgO_2/dm^3*	*GS, %*	*CBO_5, mgO_2/ dm^3*	*CCO Cr, mgO/dm^3*	*CCO Mn mgO/dm^3*
iunie 2020	9,2	100	4,4	3,6	14
septembrie 2020	4,4	48	1,2	4,1	16
noiembrie 2020	9,2	85	0,9	4,6	17

martie 2021	11,4	89	1,9	5,8	19
iunie 2021	5,6	65	1,4	5,7	19
octombrie 2021	10,1	89	2,6	4,6	16
noiembrie 2021	10,7	85,9	4,3	5,7	19,0
martie 2022	13,0	91	2,4	4,3	16
iunie 2022	5,6	19	7,5	81,0	3
septembrie 2022	10,2	103	2,7	5,9	19
Media	*8,9*	*77*	*2,9*	*12,5*	*16*
Minimum	*4,4*	*19*	*0,9*	*3,6*	*3*
Maximum	*13,0*	*103*	*7,5*	*81,0*	*19*

Regimul de oxigen

Pentru perioada de cercetare conţinutul oxigenului dizolvat în mediu a fost încadrat în cantităţile normale: în priza de căptare Nistru, amonte Răut - media gradului de saturaţie a constituit 81%, cu variaţia de la 49% până la 98%; Nistru aval Răut – media gradului de saturaţie – 83% cu variaţia de la 40% până la 101%; Nistru aval Ichel – media gradului de saturaţie – 77% cu variaţia de la 19% până la 103%. În general, după gradul de saturaţie mediu pe parcursul cercetărilor apele nistrene sunt de categoria II-III – *ape pure sau moderat poluate* (tab. 10).

Tabelul 10

Gradul de saturaţie a apelor nistrene cu oxigen (în %) în perioada anilor 2020-2022

Priza de căptare	*Mediile anuale* *Diapazonul variaţiilor*			*Pentru toată perioada*	*Clasa medie de calitate*
	anul 2020	*anul 2021*	*anul 2022*		
Nistru, amonte Răut	75 49-96	81 77-89	85 78-98	81,0 49-98	II
Nistru aval Răut	80 45-97	80 68-95	87 79-101	83 45-101	II
Nistru aval Ichel	78 48-100	82 65-89	71 19-103	77 19-103	III

Analiza schimbărilor sezoniere în ceea ce priveşte conţinutul oxigenului dizolvat în apele nistrene denotă că gradul de saturaţie maximal se înregistrează primăvara, iar cel minimal – toamna (fig. 10). Vara se observă scăderea gradului de saturație a apelor nistrene de la Dubăsari până la Vadul lui Vodă, ceea ce poate fi explicat prin activitatea proceselor biochiice în acest timp.

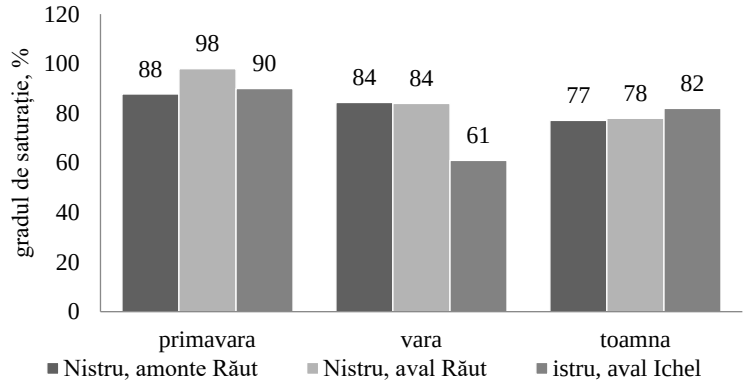


Fig. 10. *Dinamica sezonieră medie a gradului de saturaţie a apelor Nistrului cu oxigen în perioada anilor 2020-2022*

Substanţe organice

Conţinutul substanţelor organice (SO), particularităţile şi dinamica distribuţiei pe parcursul anilor a fost studiat prin intermediul parametrilor CCO_{Mn}, $CCO_{Cr,}$ CBO_5. În perioada de cercetare cantităţile substanţelor organice variau în diapazonul larg – de la conţinutul minimal ale acestora, până la depăşirea limitelor admisibile pentru ecosistemele acvatice.

La priza de căptare *Nistru, barajul de la Dubăsari*, pătrundeau masele de apă cu CCO_{Cr} mediu de 17 mgO/dm^3, ceea ce corespunde apelor din clasa de calitate a III-a – ape poluate moderat (cod galben). Circa 35% din substanţe organice greu degradabile au fost reprezentate de substanţele humice (CCO_{Mn} mediu fiind 7 mgO/dm^3). Conţinutul substanţelor organice biodegradabile corespundea clasei II de calitate a apelor – apele de calitate bună (CBO_5 mediu 3,1 mgO_2/dm^3). Ponderea acestor substanţe constituie cca 12% din totalul SO (tab. 11).

Tabelul 11

Conţinutul mediu (în numărător) şi variaţia (în numitor) substanţelor organice în apele Nistrului în perioada anilor 2020-2022

Priza de captare	*CBO_5, mgO_2/dm^3*	*CCO_{Cr}, mgO/dm^3*	*CCO_{Mn}*	*$\frac{CBO_5}{CCO_{Cr}}$ %*	*$\frac{CCO_{Mn}}{CCO_{Cr}}$ %*
Nistru baraj	3,1 0,6-7,4	17 13 – 23	7 4,5-10,7	35	41
Nistru aval Răut	2,6 0,5 – 4,8	21 13-27	5,8 4,1-8,4	12	28
Nistru, aval Ichel	2,9 0,9-7,5	16 3-19	4,9 3,6-5,9	18	31

Afluenţii Răut şi Ichel au contribuit la poluarea suplimentară a apelor fluviului cu substanţele organice. În aval de vărsare ale acestora în fluviu, conţinutul mediu ale

substanţelor organice persistente creşte, influenţând negativ calitatea apelor din fluviu (tab. 11).

Conținutul mediu a diferitor tipuri de substanțe organice este prezentat în fig. 11. Datele monitoringului indică faptul că afluentul Răut cel mai mult contribuie în poluarea apelor nistrene cu substanţe organice greu degradabile, conținutul cărora crește cu cca 25% în aval de vărsare ale acestui afluent în fluviu (fig. 12).

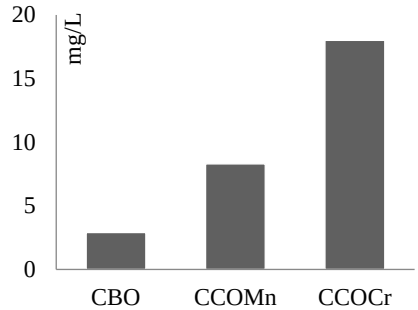


Fig.11. *Conținutul mediu a diferitor tipuri de substanțe organice*

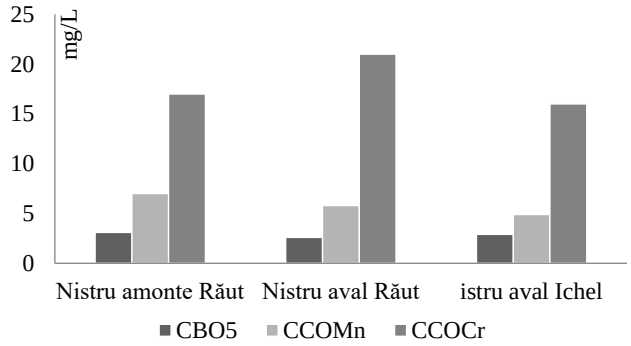


Fig.12. *Conținutul substanţelor organice în fluviul Nistru*

Aşadar, rezultatele obţinute demonstrează influenţa pronunţată a Răutului asupra conţinutului substanţelor organice greu degradabile în apele nistrene şi influenţa Ichelului în ceea ce priveşte conţinutului substanţelor organice biodegradabile în fluviu.

Analiza datelor monitoringului a scos în evidență existent corelațiilor semnificative dintre parametrii analizați în diferite prize de căptare (tab. 12).

Tabelul 12

Coeficintul de corelație liniară dintre diferiți parametrii al apelor Nistrului în în porțiunea barajul de la Dubăsari – or. Vadul lui Vodă. Perioada anilor 2020-2022

Parametrii, priză de captare	*Coeficient de corelație liniară, r*	*Interpretarea valorii r*
G.S. – CBO_5, Nistru, Vadul lui Vodă, aval Ichel	-0,44	Corelație inversă rezonabilă
CBO_5 – CCO_{Cr}, Nistru, Vadul lui Vodă, aval Ichel	-0,78	Corelație inversă înaltă
CCO_{Mn} – CCO_{Cr}, Nistru, barajul Dubăsari, amonte Răut	0,99	Corelație directă foarte înaltă

CCO_{Mn} – $CCO_{Cr,}$ Nistru, aval Răut	0,89	Corelație directă foarte înaltă
CCO_{Mn} – $CCO_{Cr,}$ Nistru, aval Ichel	0,99	Corelație directă foarte înaltă

Cele mai înalte corelații se observă între parametrii CCO_{Mn} și $CCO_{Cr,}$ ceea ce încă odată denotă poluarea apelor Nistrului cu sobstanțe organice greu degradabile și încărcătura apelor cu substanțe xenobiotice, proveniote din activitatea antropogenă.

Conţinutul diferitor forme ale elementelor biogene

În prizele de captare au fost determinate conţinuturile formelor minerale ale azotului şi ale fosforului - $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NO_2^-$, $N\text{-}NH_4^-$, PO_4^{3-}, conţinutul sumar ale azotului şi fosforului mineral ($N_{min,}$ P_{min}), raportul dintre conţinut de azot şi fosfor mineral (N_{min}/P_{min}). La fel, a fost estimată dinamia multianuală, sezonieră şi spaţială pentru perioada de cercetare (tab. 13).

Tabelul 13

Conţinutul mediu (în numărător) şi variaţia (în numitor) formelor minerale ale azotului şi fosforului în apele Nistrului în perioada anilor 2020-2022 (mg/dm^3)

Priză de căptare	*$N\text{-}NO_3^-$*	*$N\text{-}NO_2^-$*	*$N\text{-}NH_4^+$*	*$\sum N_{min}$*	*P_{min}*	*N_{min}/P_{min}*
Nistru, amonte Raut	1,27 0-4,50	0,002 0-0,006	0,18 0,01-0,74	1,45	0,21	6,90
Nistru,aval Raut	1,20 0-3,30	0,002 0-0,006	0,10 0-0,35	1,30	0,08	16,25
Nistru, aval Ichel	0,76 0-2,50	0,001 0-0,005	0,14 0-0,66	0,90	0,19	4,74

Conform datelor obținute în apele nistrene practic permanent au fost prezente formele minerale ale azotului și fosforului, conținutul cărora varia pe segmentul studiat. Conținutul acestora varia de la valorile tipice pentru apele în stare normală până la valorile ce caracterizează apele moderat poluate.

Valorile medii ce caracterizează conținutul $N\text{-}NO_3^-$ în apele nistrene demonstrează că pe segmentul studiat concentrația acestori ioni nu se deosebește esențial și se găsește în cantiități nu mai mari de 4,50 mg/dm^3. La fel, nu a fost depistată schimbarea esențială în conținutul mediu al nitriților pe parcursul anilor. În schimb, a fost depistată creșterea ponderii ale azotului de amoniu pe tronsonul cercetat ale Nistrului de la 12,4% la prize de căptare de la barajul Dubăsari până la 15,6% la Vadul lui Vodă: Aceasta încă odată denotă contribuția afluenților în poluarea apelor fluviului cu apele reziduale netratate, deșeurile menajere și animaliere (tab. 12).

Conținutul total a azotului mineral total scade de la priza de căptare de la Dubăsari până la priza în aval de vărsare a r. Ichel de la 1,45 mg/dm^3 până la 0,90 mg/dm^3, fenomen, care necesită un studiu aparte.

Conținutul mediu al fosforului mineral în Nistru pe segmentul studiat constituia în priza de captare la barajul de la Dubăsari 0,21 mg/dm^3; în aval de vărsare a r. Răut - 0,08 mg/dm^3 și în aval de vărsare a r. Ichel – 0,19 mg/dm^3. Aceste valori sunt mult mai mari decât cele maximale recomandate pentru sisteme lotice și contribuie la desfășurarea proceselor de eutrofizare a apelor, ceea ce are un efect negativ asupra stării ecologice a fluviului Nistru.

CONCLUZII

Rezultatele monitoringului fluviului Nistru în porțiunea preconizată în perioada anilor 2020-2022 denotă următoarele. Datorită proceselor ce decurg în rezervorul de la Dubăsari, apele Nistrului în aval de acesta se caracterizează prin compoziția schimbată, comparativ cu porțiunea Nistrului de sus. Această compoziția chimică a apelor este modificată suplimentar din cauza pătrunderii apelor din afluenții din dreapta, principalul effect având râul Răut.

A fost demonstrată influența pronunțată a Răutului asupra conținutului ionilor principali și mineralizării apelor din Nistru. Acest afluent contribuie la creșterea durității totale și mineralizării apelor fluviului. La fel, în aval de vărsare în Nistru a r. Răut se observă micșorarea ponderii ionilor de calciu și hidrogenocarbonat și creșterea ponderii ionilor de magneziu, sodium, potasiu și sulfați.

Regimul de oxygen a fluviului în perioada vizată a fost, în general, în normă. Conform acestui parametru apele pot fi caracterizate ca fiind pure sau moderat poluate. Substanțe organice dizolvate greu degradabile au fost depistate în cantități care caracterizează apele din clasa a III-a de calitate – ape moderat poluate. Poluarea cu astfel de substanțe se realizează preponderant pe calea antropogenă, ceea ce indică presiunea activității umane asupra stării ecochimice a fluviului.

Prezența formelor minerale ale elementelor biogene denotă înregistrarea concentraților mărite de ioni fosfați, ceea ce crează premise pentru decurgerea proceselor de eutrofizare a apelor, ceea ce reprezintă un factor negativ pentru ecosistemul cercetat.

NOTA DE APRECIERE

Această lucrare a fost realizată în cadrul proiectului național de cercetare **Nr. 20.80009.5007.27** „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sistemele vitale, tehnologice și de mediu”.

Echipa de cercetare aduce sincere mulțumiri dlui Cisteacov Maxim, doctorand, pentru contribuția la obținerea rezultatelor, care s-a manifestat prin participarea la prelevarea probelor de apă și determinarea conținutului ionilor principali în ele.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. GLADCHI, V.; BUNDUCHI, E.; BLONSCHI, V. and L. ROMANCIUC. Hydrochemistry of Polluted Surface Water: Case Study of Moldova. In: *Handbook of Research on Water Sciences and Society,* 2022, 501-529. DOI: 10.4018/978-1-7998-7356-3.ch022.

2. GLADCHI, V.; BUNDUCHI, E.; ROMANCIUC, L. Ecological Chemistry of the natural water. În:"*Handbook of Research on Emerging Developments and Environmental Impacts of Ecological Chemistry"*. Ed.: IGI Global, SUA, 2020, 196-211. ISSN: 23626-9162, eISSN: 2326-9170, DOI: 10.4018/978-1-7998-1241-8.ch09. DOI: 10.4018/978-1-7998-1241-8.

3. GLADCHI, V.; BUNDUCHI, E.; BLONSCHI, V.; ROMANCIUC, L. Chimia ecologică a apelor naturale și procese de autopurificare a sistemelor acvatice. Istoria și dezvoltarea la Universitatea de Stat din Moldova. În: *Chimie ecologică: istorie și realizări: Academicianul Gheorghe Duca, 70 ani de la naștere.* Chișinău, CEP USM, 2022, 37-85. ISBN 978-9975-159-05-0. https://ichem.md/sites/default/files/2022-05/Monografia-Duca.pdf.

4. DUCA, Gh.; NEDEALCOV, M.; GLADCHI, V.; TRAVIN, S. Climatic changes and surface water quality on Republic of Moldovas territory. In: IFMBE Proceedings. Ediția a 4-a, 18-21 septembrie 2019, Chişinău. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2020, 2, 325-334. DOI: 10.1007/978-3-030-21255-1_25 .

5. DUCA, Gh.; NEDEALCOV, M.; TRAVIN, S.; GLADCHI, V. Regional Climate Change and Surface Waters. *Present Environment and Sustainable Development (PESD),* 2019, 1(13), 45-55. DOI:10.2478/pesd-2019-0004.

6. GLADCHI, V. Compoziția chimică a apelor râului Răut și influența acestuia asupra hidrochimiei fluviului Nistru în perioada anilor 2015-2018. *Studia Universitatis Moldaviae, Seria Ştiinţe reale şi ale naturii,* 2019, 1(121), 128-140, ISSN 1814-3237 ISSN online 1857-498X.

7. GLADCHI, V.; GOREACEVA, N.; BUNDUCHI, E. Substanţele organice în apele Nistrului Mijlociu. *Studia Universitatis Moldaviae, Seria Ştiinţe Reale şi ale Naturii.* 2016, 6 (96), 121-125. ISSN1814-3237.

8. GLADCHI, V.; GOREACEVA, N.; DUCA, Gh.; BUNDUCHI, E.; BORODAEV, R.; ŞURÎGHINA, O.; LIS, A. Chemical Compozition of Right Bank tributaries of Nistru River and Their General Impact. In: *The Management of Water Quality in*

Moldova, Edited by Springer. 2014, 81-96. ISSN 0921-092X, ISBN 978-3-319-02707-4.

9. ГЛАДКИЙ, В.И. Химический состав и загрязнение вод среднего Днестра в период 2015-2019 годов. *InterConf*, (41), с. 838-842, (Scientific Collection «INTERCONF» №41 February, 2021. *Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference Scientific Horizon in the Context of Social Crises*, Tokyo, Japan, 6-8.02.2021, Tokyo-2021, 851-859. ISBN 978-4-272-00922-0.
10. GLADCHI, V. The Influence Of The Răut River On The Mineralization Of The Nistru River Waters (Period Of Years 2015-2020). In: In *Abstract Book The VII Intern. conf. Ecological and Environmental Chemistry-2022"*, March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, 2022, 1, 81. DOI: 10.19261/eec.2022.v1.