

## INDICELE DE NITRIFICARE A IONILOR DE AMONIU ÎN APELE DIN RÂUL PRUT ȘI AFLUENȚII LUI DE STÂNGA

Sandu Maria, Tăriță Anatol, Lozan Raisa, Moșanu Elena, Țurcan Sergiu,  
Goreacioc Tatiana

*Institutul de Ecologie și Geografie*

### Rezumat

Indicele de nitrificare a ionilor de amoniu, evaluat pentru apa r. Prut, variază de la 48,5% la 99%. Spre deosebire de apa r. Prut  $I_{\text{nitrif}}$  al apei afluenților lui variază de la lipsa nitrificării (2,5%, r. Lăpușna, s. Voinescu) la 100% (r. Brătuleanca, la Izvor). Studiul corelării  $I_{\text{nitrif}}$  din apa r. Prut cu diferiți parametri de calitate a apei demonstrează o influență minoră asupra procesului a valorii CA, IPAcc, CBO5 și CCO-Cr. În apa afluenților se constată lipsa influenței asupra nitrificării a CBO5, fiind mică a IPAcc și a CA și medie a conținutului în ape a substanțelor chimic degradabile.

*Cuvinte cheie:* Indice de nitrificare, r. Prut, afluenții, parametrii chimici și biochimici.

*Depus la redacție* 13 decembrie 2019

-----  
Adresa pentru corespondență: Sandu M., Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei 1, MD 2028, mun. Chișinău, Republica Moldova; e-mail: sandu\_mr@yahoo.com. tel. (+373 22) 72 55 42.

### Introducere

Calitatea apei din râuri variază în dependență de factorii naturali și impactul antropic. Un singur factor poate modifica major calitatea apei. În baza valorii parametrilor fizico-

chimici și microbiologici apele de suprafață din Republica Moldova se clasifică în 5 clase de calitate [11]. Râurile mari curg prin regiuni variate din punct de vedere geologic și social, rezultând un amestec al diverselor ape din râurile mici, care traversează localități rurale și urbane și sunt adesea poluate.

Sursele principale de poluare a apelor din Republica Moldova sunt **cele punctiforme și difuze**.

Apele uzate (menajere, orășenești, industriale, pluviale și de drenaj) și gunoiștile neautorizate reprezintă sursele de poluare **punctiformă**. În a. 2018 în raioanele din bazinul r. Prut existau 87 complexe de evacuare și epurare a apelor uzate, dintre care nici unul nu funcționa cu epurare normativă, insuficient funcționau 69 complexe (79%), cu epurare parțială erau 6 complexe (cca 7%) și 12 unități (14%) nu funcționau. Gunoiști exploatare în bazinul r. Prut erau 460 și gunoiști stihinice au fost depistate 1130 [2]. Volumul apelor reziduale formate și evacuate la întreprinderile Asociației „Moldova Apă-Canal” localizate în bazinul r. Prut în a. 2013 [16] a fost în total de 3 2652 mii m<sup>3</sup> (Ocnița -56,8; Briceni - 106; Edineț - 367; Glodeni - 80,5; Fălești – 148; Ungheni – 881; Nisporeni – 128; Leova – 74; Cantemir – 62; Cahul – 749 mii m<sup>3</sup>), iar în 2017 [18] – în total 4,3 mln. m<sup>3</sup> (1,7 mln m<sup>3</sup> convențional pure, 1,4 mln m<sup>3</sup> ape poluate și 1,2 mln m<sup>3</sup> epurate suficient), fiind confirmată existența poluării apei afluenților și a r. Prut din motivul funcționării neeficiente a sistemelor de tratare a apelor uzate.

Sursele de poluare **difuză** sunt câmpurile agricole și crescătoriile de animale, apreciate după suprafața agricolă și șeptelul de animale [2, 16].

Amoniacul este și gaz cu efect de seră ce pătrunde în atmosferă de la instalațiile frigorifice, explozivi, lacuri, vopsele, îngrășăminte, iar 95 % de emisii sunt produse în agricultură [8], care ulterior ajunge în apele naturale.

Reieșind din existența surselor de poluare au fost evidențiate în Republica Moldova zonele sensibile la nutrienți, inclusiv zonele desemnate ca fiind vulnerabile în baza Directivei 91/676/EEC și zonele desemnate ca fiind sensibile în baza Directivei 91/271/EEC în bazinul r. Prut, acestea fiind așezările umane fără instalații de tratare a apelor uzate (or. Briceni, s. Costești, s. Brătușeni, or. Ocnița) și cele cu o descărcare inadecvată a apelor uzate și care nu dispun de sisteme pentru tratarea apelor uzate (orașele Lipcani, Edineț, Fălești, Ungheni, Cantemir, Leova) [16].

Scopul prezentului studiu prevede evaluarea indicelui de nitrificare din apa r. Prut și afluenții lui de stânga, care este procesul de minimizare a concentrației ionilor de amoniu/amoniacului din apă.

Un argument al cercetărilor este prezența în bazinul r. Prut a zonelor desemnate pentru captarea apei potabile din surse de suprafață, gestionate de companiile municipale de utilizare a apei, inclusiv: Apă-Canal Edineț – 1 662 200 m<sup>3</sup>, Fabrica de zahăr Glodeni (Magt-Vest SRL, IM) – 310 500 m<sup>3</sup>, Apă-Canal Ungheni – 2 304 500 m<sup>3</sup>, Apă-Canal Leova – 22 100 m<sup>3</sup>, Apă-Canal Cantemir – 13 000 m<sup>3</sup>, și Apă-Canal Cahul – 1 898 300 m<sup>3</sup> (datele anului 2010) [16]. Un alt argument al studiului este și existența în bazin a zonelor protejate [13].

### Materiale și metode

- **Indicele de Nitrificare ( $I_{\text{nitrif}}$ ) a apelor de suprafață.** Pentru evaluarea procesului de nitrificare din apele de suprafață a fost elaborat un Indice de nitrificare ( $I_{\text{nitrif}}$ ) [26], care caracterizează intensitatea nitrificării ionilor de amoniu/amoniacului, ce

are loc în condiții naturale în prezența biotei și al nivelului de poluare existent. Formula de calcul al Indicelui de Nitrificare ( $I_{\text{nitrif}}$ ) a apelor de suprafață include concentrația azotului amoniacal, azotit și azotat din apa naturală:

$$I_{\text{nitrif}} = (N\text{-NO}_3^- \cdot 100) : (N\text{-NO}_3^- + N\text{-NO}_2^- + N\text{-NH}_4^+),$$

unde:

$N\text{-NO}_3^-$  – concentrația azotului azotat, mg/L;

$N\text{-NO}_2^-$  – concentrația azotului azotit, mg/L;

$N\text{-NH}_4^+$  – concentrația azotului amoniacal, mg/L.

Indicele de Nitrificare a apelor de suprafață din r. Prut și afluenții lui de stânga a fost calculat folosind informația referitor la componența apei obținută din cercetările efectuate în anii 1995-2015 [10, 14, 17, 23, 25].

• **Indicele de Poluare a Apei (IPAcc)** a fost calculat conform metodologiei cu folosirea celor 5 clase de calitate a apei de suprafață [11, 19].

• **Capacitatea de autoepurare** s-a determinat folosind raportul  $\text{CBO}_5/\text{CCO-Cr}$  [24].

• **Studiul corelațional** al  $I_{\text{nitrif}}$  a apelor de suprafață în studiu pentru a evidenția influența diferitor parametri ai apelor asupra valorii lui, în funcție de concentrațiile acestora, a fost realizat cu implicarea a două variabile numerice [6]. Pragul minim acceptat pentru o relație semnificativă statistic este considerat de 0,05.

### Rezultate și discuții

Procesul de nitrificare este semnificativ pentru calitatea apei ecosistemelor fluviale (în principal a celor poluate) și a organismelor, care sunt prezente în ape, deoarece este parte integrantă a mecanismului biologic al autoepurării râului și al ciclului azotului. Nitrificarea este utilă și în timpul reacțiilor de descompunere aerobe și anaerobe, când azotul din substanțele organice este transformat în ioni de amoniu/amoniac, apoi nitriți toxici pentru biota acvatică. Exemplu poate servi concentrația foarte mică a lor în apele pentru a se întreține viața piscicolă (ape salmonicole:  $\leq 0,005$  mg/L  $\text{NH}_3$ ;  $\leq 0,04$  mg/L  $\text{NH}_4^+$ ;  $\leq 0,01$  mg/L  $\text{NO}_2^-$ ; ape ciprinoide:  $\leq 0,005$  mg/L  $\text{NH}_3$ ;  $\leq 0,2$  mg/L  $\text{NH}_4^+$ ;  $\leq 0,03$  mg/L  $\text{NO}_2^-$ ) [7] și limitat (0,5 mg/L  $\text{NH}_4^+$  și  $\text{NO}_2^-$ ) pentru apa utilizată în scop potabil [12].

În rezultatul nitrificării se reduce concentrația ionilor de amoniu/amoniacului, dar se consumă mult oxigen. Pentru oxidarea de 1 mg/L  $\text{NH}_4^+$  la nitrat, este nevoie cca 3,6 mg/L oxigen. O alimentare insuficientă de oxigen poate duce la acumularea doar a nitriților, creându-se situații excepționale [9]. Nitrificarea biologică este folosită în prezent și la eliminarea amoniului din apa destinată consumului potabil. Principalii factori care afectează nitrificarea sunt pH-ul, oxigenul dizolvat și temperatura [1, 20, 21]. A fost evidențiat și rolul sedimentelor subacvatice în procesul de nitrificare, fiind menționat că în râurile mici și pâraiele nitrificarea poate fi mult mai rapidă decât în râurile mari [5].

În dinamica multianuală a ionilor de amoniu în apa r. Prut nu s-au înregistrat concentrații mari [3, 4], dar totuși se observă o creștere pe parcursul anilor 2009-2015, valorile medii variind de la 0,03 mgN/L (2009), la 0,3 mgN/L (2013) și până la 2,5 mgN/L (2015).

Nivelul de poluare a apei este influențat și de debitul r. Prut, media anuală a căreia

la s. Șirăuți este de 77,7 m<sup>3</sup>/s, la Centrala hidroenergetică Costești - 83,0 m<sup>3</sup>/s; or. Ungheni – 86,7 m<sup>3</sup>/s; or. Leova – 90,8 și la gura de vărsare în fl. Dunărea 93,7 m<sup>3</sup>/s care este în creștere datorită revărsării râurilor mici, dar și deversării apelor uzate. Este în descreștere, însă, debitul specific (de la 8,42 l/s/km<sup>2</sup> la 3,4 l/s/km<sup>2</sup>) și scurgerea (de la 266 mm la 107 mm) (**tab. 1**) [16].

**Tabelul 1. Caracteristicile cantitative ale resurselor de apă r. Prut.**

Caracteristicile cantitative	Resursele de apă ale r. Prut la stațiile hidrologice				
	Șirăuți	Costești	Ungheni	Leova	gura de vărsare
Debit, m <sup>3</sup> /s	77,7	83,0	86,7	90,8	93,7
Debit, l/s/km <sup>2</sup>	8,42	7,03	5,71	3,88	3,40
Scurgere, mm	266	222	180	122	107

Debitul mediu multianual al afluenților de stânga ai r. Prut variază de la 1,21 m<sup>3</sup>/s (Gîrla Mare) la 2,64 m<sup>3</sup>/s (Camenca). Cel mai mare volum de apă este caracteristic pentru r. Camenca, care depășește 83,4 mil. m<sup>3</sup>, iar cel mai mic – 10 mil. m<sup>3</sup> fiind pentru Gîrla Mare. Resursele de apă ale r. Prut nu sunt distribuite uniform pe parcursul anului. Lunile cu cele mai mari valori ale debitului sunt aprilie, mai, iunie și iulie. Cele mai mari valori ale debitului mediu se înregistrează în luna iunie și constituie 124-127 m<sup>3</sup>/s, iar debitul minim, cu valori mai mici de 60 m<sup>3</sup>/s, se înregistrează în lunile de iarnă [16].

Sursele antropogene ale ionilor de amoniu sunt fermele animaliere, apele reziduale menajere, scurgerea de suprafață de pe terenurile agricole și apele reziduale industriale [15, 22]. De aceea prezența ionilor de amoniu în cantități sporite în apele naturale reprezintă un indicator al unei poluări recente a apei.

În a. 2018 în raioanele din bazinul r. Prut existau 87 complexe de evacuare și epurare a apelor uzate, dintre care nici unul nu funcționa cu epurare normativă, insuficient funcționau 69 complexe (79%), cu epurare parțială erau 6 complexe (cca 7%) și 12 unități (14%) nu funcționau [2]. Volumul maxim de ape uzate epurate insuficient se atestă în raioanele Briceni (1,2 mln. m<sup>3</sup>), Ungheni (870 mii m<sup>3</sup>), Basarabeasca (260 mii m<sup>3</sup>), Hîncești (200 mii m<sup>3</sup>) și UTA Găgăuzia (380 mii m<sup>3</sup>). Fără epurare sînt evacuate 2% (160 mii m<sup>3</sup>) din volumul total al apelor deversate, iar în bazinul r. Cogîlnic peste 20% din apele uzate evacuate sînt fără epurare [16]. În bazinul râului Prut are loc poluarea și prin depozitarea neregulamentară a deșeurilor. În a. 2018 existau în total în țară 1139 gunoiști exploatați, iar în raioanele din bazinul r. Prut – 460 (40%). Gunoiști stihinice au fost depistate total în țară 2753, iar în raioanele din bazinul r. Prut – 1130 (41%) [2].

Această situație influențează semnificativ starea ecologică a râurilor mici din bazinul r. Prut, care se află sub o presiune antropică constantă, apa cărora conține compuși ai azotului (azotați, azotiți, amoniu/amoniac, substanțele organice).

Valoarea indicelui de nitrificare în apa r. Prut, evaluată conform informației pe diferite anotimpuri (a.a. 2009-2011) [23], a fost, în marea majoritate mai mare vara, în probele recoltate lângă s. Sculeni și Leușeni (85,6-99%), fiind mai mică în apa la or. Cahul, s. Cășlița-Prut și s. Giurgiulești (68,5-82%), în unele cazuri ajungând la 48,5% (s. Giurgiulești), motivul fiind deversarea apelor uzate netratate.

Folosind informația din diferiți ani (a. 2000-2015) privitor la componența apei r. Prut (diferite secțiuni) a fost calculat  $I_{\text{nitriif}}$  a ionilor  $\text{NH}_4^+$ , care variază de la 59 la 99%, iar capacitatea de autoepurare (CBO5/CCO-Cr) a fost de la practic lipsă (0,084 - s. Giurgiulești, a. 2005) la mare (0,5 - s. Costești-Stânca, a. 2002), în marea majoritate - mică/foarte mică (0,11-0,18). Indicele de poluare a apei (IPAcc,%) calculat cu folosirea celor 5 clase de calitate a apei de suprafață [19] denotă o stare bună a apei r. Prut, cu excepția apei recoltate în s. Valea Mare în a. 2005, 2015 (64-69%, poluare medie) și or. Cahul în a. 2015 (68%) (tab. 2).

**Tabelul 2. Valoarea  $I_{\text{nitriif}}$  și a parametrilor de calitate a apei r. Prut.**

Râul Prut	Anul	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$I_{\text{nitriif}}$	IPAcc	CBO <sub>5</sub>	CCO-Cr	CA
		mgN /L			%	%	mgO/L		
s. Costești-Stânca	2000	0,318	0,011	0,89	73	90	1,2	4,1	0,29
	2002	0,016	0,003	0,93	98	87	0,6	1,6	0,50
	2003	0	0,012	0,77	99	88	1,2	4,7	0,25
	2004	0,015	0,009	0,54	89	89	1,1	6,1	0,18
	2005	0,031	0,002	0,75	83	96	0,95	2,1	0,45
	2015	0,155	0,006	0,45	74	85	2,9	24,4	0,12
s. Valea Mare	2000	0,956	0,006	1,54	61,5	70	6,9	26,8	0,23
	2002	0,850	0,036	1,42	62	64	3,4	28,3	0,12
	2003	0,630	0,027	0,97	59	63	4,3	21,3	0,20
	2004	0,560	0,042	1,06	64	89	4,3	19,3	0,22
	2005	0,365	0,024	1,42	78	69	5,3	22,8	0,23
	2015	0,490	0,039	2,44	82	64	3,8	33,7	0,11
or. Cahul	2000	0,645	0,003	1,47	69	77	4,7	16,8	0,28
	2002	0,093	0,003	0,84	90	86	2,7	10,1	0,27
	2003	0,248	0,009	0,93	78	77	3,1	15,1	0,21
	2004	0,186	0,003	0,84	82	80	3,8	17,1	0,22
	2005	0,147	0,009	0,70	82	84	3,3	18,4	0,18
	2015	0,303	0,024	1,24	79	68	3,9	31,2	0,13
s. Giurgiulești	2000	0,466	0,024	1,41	74	76	3,1	12,8	0,24
	2002	0,124	0,003	0,79	86	81	1,9	18,2	0,10
	2003	0,047	0,003	0,72	93	85	1,9	11,4	0,16
	2004	0,093	0,009	0,84	89	82	2,1	14,6	0,14
	2005	0,170	0,009	0,63	78	89	1,4	16,7	0,08
	2015	0,303	0,015	1,44	82	73	4,2	25,2	0,17

Sursele bibliografice din care a fost folosită informația pentru calculul CA, IPAcc,% și  $I_{\text{nitriif}}$ ,%: a. 2000 [25], a.a. 2002-2005, 2015 [14]

Spre deosebire de apa r. Prut este înalt nivelul poluării apei afluenților lui de stânga, clasificându-se ca „poluată” - „intens poluată”. Din informația evaluată se constată că concentrația compușilor azotului (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) din afluenții r. Prut atinge valori până la 8 mg/L N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (r. Lăpușna, s. Voinescu), 0,246 mg/L N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

și 8,43 mg/L N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (r. Nârnova, s. Leușeni), etc.[14]. Indicele de Nitrificare a apei, calculat în baza informației existente [10, 14], variază de la practic lipsă (2,5%, r. Lăpușna, s. Voinescu) la 100% (r. Brătuleanca, la Izvor). Capacitatea de autoepurare are valoare mare în apa din r. Ciuhur, or. Cupcini (0,6) și r. Delia, or. Ungheni (0,7), în rest apele din afluenții de stânga ai r. Prut au CA de la practic lipsă (0,013- r. Lăpușna, s. Cârpineni; 0,06 - r. Ciuhur, s. Varatic) la medie (r. Vilia, s. Cotiugeni; r. Nârnova), în alte râuri - mică și foarte mică. Indicele de poluare a apei (IPAcc,%) caracterizează apa, în marea majoritate, ca fiind de la intens poluată la poluare medie (tab. 3).

**Tabelul 3. Valoarea I<sub>nitrif</sub> și a parametrilor de calitate a apei afluenților r. Prut.**

Râul, locul recoltării probei	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	I <sub>nitrif</sub>	CA	CBO <sub>5</sub>	CCO-Cr	IPAcc
	mg/L N			%		mgO/L		%
<b>r. Vilia</b>								
s. Cotiujeni	0,023	0,018	0,450	92,5	0,32	3,40	10,6	78
s. Tețcani	0,015	0,027	1,870	98,5	0,19	3,60	19,2	77
<b>r. Lopatnic</b>								
s. Grimincăuți	0,240	0,004	0,248	50	0,12	3,60	30,6	67
s. Lopatnic	0,085	0,094	2,640	93	0,25	5,50	21,9	81
<b>r. Draghiște</b>								
s. Bulboaca	0,039	0,006	0,270	86	0,25	5,20	20,8	51
s. Burlănești	0,400	0,088	3,320	87	0,13	2,40	17,8	72
<b>r. Racovăț</b>								
s. Clocușna	0,440	0,017	1,240	73	0,13	2,80	20,4	83
s. Gordinești	0,740	0,073	0,770	49	0,14	4,10	28,4	71
<b>r. Bogda</b>								
s. Tețcani	0,140	0,033	0,770	82	0,12	3,10	26,4	77
<b>r. Ciuhur</b>								
or. Ocnița	0,039	0,059	0,790	89	0,12	4,30	37,0	71
or. Cupcini	0,047	0	1,720	97	0,6	17,6	29,4	77
s. Varatic	0,630	0,018	0,210	24	0,53	14,3	26,8	70
estuar	1,420	0,400	11,50	85	0,63	13,3	21,0	83
<b>r. Delia</b>								
s. Pîrîta, am.	0	0,035	0,360	91	0,11	1,80	16,5	57
s. Pîrîta, av.	0,031	0,085	4,900	98	0,13	4,90	38,0	63
or. Ungheni	0,047	0,058	1,330	92,8	0,7	7,80	11,1	98
<b>r. Brătuleanca</b>								
La izvor	0	0	0,196	100	0,22	2,40	11,1	59
s. Brătuleni	0,320	0	0,590	65	0,1	3,70	37,4	43
<b>r. Nîrnova</b>								
or. Nisporeni	0,820	0,048	2,350	73,5	0,31	8,04	26,1	74
s. Leușeni	3,260	0,246	8,430	70	0,4	14,2	42,3	87
<b>r. Lăpușna</b>								

s. Negrea	0,550	0,018	0,170	23	0,05	6,30	122	45
s. Cărpineni	0,560	0,106	0,174	21	0,03	5,60	181	42
s. Minjir	0,640	0	0,950	60	0,013	4,20	306	48
s. Voinescu	8,000	0	0,205	2,5	0,013	-	244	54
s. Pobeda	0,015	0	0,185	92	0,21	11,4	55,0	41
r. Sărata								
s. Cîzlar	0,046	0	0,160	77	0,08	6,60	85,0	53
s. Vozneseni	0,155	0	0,180	54	0,03	6,30	184	50
s.Sărata Nouă	0,046	0	0,108	70	0,03	7,80	265	43

Corelarea  $I_{\text{nitrif}}$  a ionilor  $\text{NH}_4^+$  din apa r. Prut cu capacitatea de autoepurare, indicele de poluare a apei și al conținutului poluanților organici demonstrează o influență minoră asupra procesului de nitrificare a CA ( $R^2 = 0,0645$ ), IPAcc ( $R^2 = 0,0962$ ) și a substanțelor chimic-degradabile ( $R^2 = 0,0572$ ) și mică pentru  $\text{CBO}_5$  ( $R^2 = -0,1925$ ). Realizând corelarea  $I_{\text{nitrif}}$  a ionilor  $\text{NH}_4^+$  din apa afluenților de stânga ai r. Prut se constată lipsa influenței asupra procesului de nitrificare a substanțelor biodegradabile ( $\text{CBO}_5$ ,  $R^2=0,0065$ ), fiind cu o influență mică a IPAcc și a capacității de autoepurare a apei (IPAcc,  $R^2=0,1332$ ; CA,  $R^2=0,1885$ ) și medie a conținutului substanțelor chimic degradabile (CCO-Cr,  $R^2=-0,3057$ ) (tab. 4).

**Tabelul 4. Valoarea coeficientului de corelație ( $R^2$ ) a  $I_{\text{nitrif}}$  cu parametrii de calitate a apei.**

Parametrii de calitate	$R^2$	
	r. Prut	Afluenții
IPAcc, %	0,0962	0,133
CA	-0,0645	0,1885
$\text{CBO}_5$ , mgO/L	-0,1925	0,0065
CCO-Cr, mgO/L	-0,0572	-0,3057

Astfel se demonstrează prezența poluării apei afluenților de stânga ai r. Prut îndeosebi cu substanțe chimic degradabile și influența lor asupra proceselor de autoepurare și nitrificare ce au loc în apa naturală.

În acest context în Planul de gestionare a bazinului hidrografic Prut au fost propuse măsuri *de abordare a riscurilor* [16], care rezultă din analiza presiunilor și evaluarea impactului, dar și din obiectivele de mediu pentru ape conform Directivei nr.2000/60/CE și legislației naționale. Obiectivul general 2 (Reducerea impactului negativ asupra resurselor de apă) include: *Obiectivul specific 2.1. Reducerea progresivă a poluării din surse punctiforme; Obiectivul specific 2.2. Reducerea progresivă a poluării din surse difuze.*

### Concluzii

- Valoarea indicelui de nitrificare în apa r. Prut în diferite anotimpuri a fost mai mare vara (s. Sculeni și Leușeni 85,6-99%) și mai mică în apa la or. Cahul, s. Cășlița-Prut și s. Giurgiulești (68,5-82%), motivul fiind deversarea apelor uzate netratate.
- Indicele de nitrificare a apei pe cursul r. Prut variază de la 59 la 99%, iar capacitatea de autoepurare a fost de la practic lipsă (0,084 - s. Giurgiulești, a. 2005) la mare (0,5 - s. Costești-Stânca, a. 2002), în marea majoritate - mică/foarte mică.

- În apa afluenților r. Prut  $I_{\text{nitrif}}$  variază de la practic lipsă (2,5%, r. Lăpușna, s. Voinescu) la 100% (r. Brătuleanca, la izvor). Capacitatea de autoepurare avea valoare mare în apa din r. Ciuhur, or. Cupcini (0,6) și r. Delia, or. Ungheni (0,7), în rest apele au avut CA de la practic lipsă la medie, mică și foarte mică.
- Prin corelarea  $I_{\text{nitrif}}$  cu parametrii de calitate a apei se demonstrează prezența poluării apei afluenților de stânga ai r. Prut îndeosebi cu substanțe chimic degradabile și influența lor asupra proceselor de autoepurare și nitrificare ce au loc în apa naturală.

### Bibliografie

1. Antoniou, P., Hamilton J., Koopman B., etc. Effect of temperature and pH on the effective maximum specific growth rate of nitrifying bacteria. Water Research, 1990, nr. 24, p. 97-101. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(90\)90070-M](https://doi.org/10.1016/0043-1354(90)90070-M)
2. Anuarul IPM – 2018. Protecția mediului în Republica Moldova. Pontos. Chișinău, 2019, 348 p. <http://ies.gov.md/wp-content/uploads/2019/04/04.08-ANUARUL-IPM-2018.pdf>.
3. Borodin N., Bagrin N., Bogonin Z. Nutriens in waters of the Prut River, Lower Sector. In: Actual problems of protection and sustainable use of the animal world diversity, 2013, p.193. ISBN 978-9975-66-361-8.
4. Borodin N., Bagrin N., Nitrogen compounds in the Lower Prut waters. In: Environmental Challenges in Lower Danube Euroregion, 2015, p.15-16. ISBN: 978-606-17-0745-4
5. Cirello J., Rapaport R. A., Strom P. F., etc. The question of nitrification in the Passaic River, New Jersey: analysis of historical data and experimental investigation. Wat. Res. 13, 525, 1979. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(79\)90048-4](https://doi.org/10.1016/0043-1354(79)90048-4)
6. Cohen Jacob. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Second Edition. 1988, 559 p. ISBN 0-8058-0283-5.
7. Directiva Consiliului 78/659/CEE din 18.07.1978 privind calitatea apelor dulci care trebuie să fie protejate sau ameliorate pentru a se întreține viața piscicolă.
8. Economic Commission for Europe. Guidance document on preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources. Geneva, December 2012, 100 p. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE\\_EB.AIR\\_120\\_ENG.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_ENG.pdf)
9. Garrido, J., W. van Benthum, M. van Loosdrecht, and J. Heijnen. Influence of dissolved oxygen concentration on nitrite accumulation in a biofilm airlift suspension reactor. Biotechnol. Bioeng., 1997, nr. 53, p. 168-178. DOI:10.1002/(SICI)1097-0290(19970120)53:2<168::AID-BIT6>3.0.CO;2-M
10. Goreaceva N. V. The small rivers quality and their self-purification capacity in the anthropogenic loads conditions. In: Self-purification processes in natural waters. Edited by Duca Gh. Chișinău, 1995, p. 53-68.
11. Hotărârea Guvernului nr. 890 din 12.11.2013 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață. Monitorul Oficial din 22.11.2013, nr. 262-267, art. nr. 1006.
12. Hotărârea Guvernului nr. 934 din 15.08.2007 cu privire la instituirea Sistemului informațional automatizat „Registrul de stat al apelor minerale naturale, potabile și băuturilor nealcoolice îmbuteliate”. MO nr. 131-135 din 24.08.2007, art. nr.: 970.
13. Legea nr. 1538 din 25.02.1998 privind fondul ariilor naturale protejate de stat. 16.07.1998 MO nr. 66-68, art. nr. 442.
14. Lozan Raisa, Tăriță Anatol, Sandu Maria, etc. Starea Geoecologică a apelor de suprafață și subterane în bazinul hidrografic al Mării Negre (în limitele Republicii Moldova). Ch., 2015, 326 p. ISBN 978-9975-9611-2-7.
15. McKee L. et al. Influence of climate, geology and humans on spatial and temporal nutrient geochemistry in the subtropical Richmond River catchment, Australia. In: Marine

and Freshwater Research, 2001, vol. 52(2), p. 235-248. <https://www.publish.csiro.au/MF/pdf/MF01031>.

16. Planul de gestionare al bazinului hidrografic Prut. Ciclul I, 2017 – 2022. Chișinău, mai 2016, 164 p. Aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 955/2018.

17. Proiectul aplicativ 48.25.04 “ Starea ecosistemelor naturale reprezentative: argumentarea științifică a regimului lor de protecție și de extindere a ariilor naturale protejate”.

18. Resursele naturale și mediul în Republica Moldova. Culegere statistică, Chișinău 2018, 110 p.

19. Sandu Maria, Tăriță Anatol, Moșanu Elena, Țurcan Sergiu. Indicele de poluare a apelor de suprafață. Studiu de caz – apele de suprafață din Ocolul silvic Hârjauca (Ghid științifico-practic), Chișinău, 2017, 38 p. ISBN: 978-9975-110-78-5.

20. Sharma, B. and Ahlert R. C. Nitrification and nitrogen removal. Water Res., 1977, nr. 11, p. 897-925. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(77\)90078-1](https://doi.org/10.1016/0043-1354(77)90078-1)

21. Villaverde, S., P. García-Encina, and F. Fdz-Polanco. Influence of pH over nitrifying biofilm activity in submerged biofilters. Water Research, 1997, nr. 31, p. 1180-1186. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(96\)00376-4](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(96)00376-4)

22. Vitousek P. et al. Humanalteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. Ecological Applications, 1997, vol. 7, p.737-750. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1997\)007\[0737:HAOTGN\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[0737:HAOTGN]2.0.CO;2).

23. Zubcov E., Ungureanu L., Toderăș I., etc. Hydrobiocenosis State of the Prut River in the Sculeni–Giurgulesti Sector. p. 97-156. În: Duca Gh. Management of Water Quality in Moldova, 2014, 241 p. ISSN 0921-092X. ISBN 978-3-319-02707-4. DOI: 10.1007/978-3-319-02708-1.

24. Лейте В. Определение органических загрязнений в питьевых, природных и сточных водах. Пер. с нем. Ю.И.Вайнштейн. М.: Химия, 1975. 200 с.

25. Лупашку Т., Санду М., Русу В., etc. Современное состояние качества воды р. Прут. Сб. научн. статей “Вода и здоровье”. Одесса, 2001, с.132-136. ISBN 966-7635-14-7.

26. Савельев О. В., Чеснокова С. М. Оценка допустимой антропогенной нагрузки малых водотоков по их самоочищающей способности. Проблемы региональной экологии, 2011, № 1, с. 6-12. ISSN: 1728-323X.