

ECOLOGIA ȘI GEOGRAFIA

INDICELE DE NITRIFICARE A IONILOR DE AMONIU ÎN APELE AFLUENȚILOR DE DREAPTA AI FLUVIULUI NISTRU (RĂUT, BÂC, BOTNA).

Sandu Maria, Tărîță Anatol, Lozan Raisa, Moșanu Elena

Institutul de Ecologie și Geografie

Rezumat

Studiul prezintă modificările concentrației amoniului din apa afluenților de dreapta ai fl. Nistru, care în apa r. Bâc variază de la 67-96% (amonte mun. Chișinău) la 5% (or. Sângera) și 17% - 49% (s. Gura Bâcului). În apa r. Răut la vărsarea în fl. Nistru nitrificarea este în diferiți ani de la lentă (10%) la mare (96-98%). În apa pe cursul r. Botna $I_{\text{nitrif}}(\%)$ variază de la mic (37%, amonte lacul Ulmu) la mare (91,5-97%). Corelarea $I_{\text{nitrif}}(\%)$ cu CCO-Cr și CBO_5 al apei râurilor Răut, Bâc și Botna demonstrează influența asupra procesului de nitrificare a substanțelor chimic și biochimic degradabile.

Cuvinte cheie: Indice de nitrificare, râul Bâc, Răut, Botna, parametrii chimici.

Depus la redacție 19 iunie 2020

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

Studiul procesului de nitrificare a ionilor de amoniu este important pentru ecosistemele fluviale și biota specifică ciclului azotului prezentă în ape, reieșind din concentrația foarte mică a ionilor amoniului/amoniacului și azotiților în ape pentru a se întreține viața piscicolă (ape salmonicole: $\leq 0,005 \text{ mg/L NH}_3$; $\leq 0,04 \text{ mg/L NH}_4^+$; $\leq 0,01 \text{ mg/L NO}_2^-$; ape ciprinoide: $\leq 0,005 \text{ mg/L NH}_3$; $\leq 0,2 \text{ mg/L NH}_4^+$; $\leq 0,03 \text{ mg/L NO}_2^-$) [5] și limitat ($0,5 \text{ mg/L NH}_4^+$ și NO_2^-) pentru apa utilizată în scop potabil [9].

Prezența ariilor protejate de stat în bazinul fluviului Nistrului pe teritoriul Republicii Moldova este **argumentul de bază** în evaluarea stării ecologice a apei din afluenții lui de dreapta.

Un rol important pentru starea ecologică a componentelor mediului în Districtul Nistru îl au suprafețele împădurite. Fondul forestier național total constituie 419,1 mii ha cu o suprafață acoperită cu păduri de 374,5 mii ha. În bazinul fl. Nistru suprafețele împădurite constituie 11,07% din teritoriul districtului, media pe țară fiind de 10,4%. În limitele Codrilor de Est vegetația forestieră deține 24,3% din suprafață, ponderea mai ridicată explicându-se, în primul rând, prin relieful accidentat și înalt, mai puțin prielnic utilizării sub terenuri arabile, respectiv, și printr-o cantitate mai mare de precipitații

[12]. Cele mai mari corpuri de pădure din Podișul Codrilor sunt în raioanele Strășeni – 35,8%, Călărași – 30,1% și Orhei – 19,4% și în Podișul Nistrului, raionul Șoldănești – 18,8%, multe din ele fiind incluse în ariile naturale protejate de stat [16].

Suprafața și ponderea împădurită a sub-bazinului, care fac parte din Districtul Nistru, este: bazinul hidrografic al r. Bâc este acoperit cu 45797 ha forestiere (20,69%), după care urmează bazinul r. Ichel cu 17782 ha (20,26%), al r. Botna cu 26155 ha (15,39%) și al r. Răut cu 57597 ha (7,4%) [10].

Tabelul 1. Repartiția pădurilor în districtul bazinului hidrografic al fl. Nistru.

Sub-bazinul hidrografic	Suprafața sub-bazinului, ha	Suprafața forestieră, ha	Ponderea împădurită, %
Răut	777913,02	57597	7,40
Ichel	87781,21	17782	20,26
Botna	169952,79	26155	15,39
Bâc	221301,67	45797	20,69

Atingerea obiectivelor de mediu stabilite pentru protejarea și conservarea mediului în afluenții fl. Nistru poate fi compromisă de un șir de presiuni, inclusiv cu compuşii azotului, care provin din surse punctiforme și difuze de poluare, în urma reglării fluxurilor de apă, schimbărilor hidromorfologice, alimentării artificiale a apelor subterane, etc. [12].

Apele uzate (menajere, orașenești, industriale, pluviale și de drenaj) și gunoiștile neautorizate reprezintă în republică sursele de poluare punctiformă. În a. 2018 în raioanele din bazinul fl. Nistru existau 139 complexe de evacuare și epurare a apelor uzate, dintre care doar 6(4,3%) funcționau cu epurare normativă, insuficient funcționau 95 complexe (cca 68%), cu epurare parțială erau 11 complexe (cca 8%) și 27 unități (cca 19%) nu funcționau.

O altă sursă punctiformă de poluare sunt gunoiștile. În Anuarul Inspectoratului de Protecție a Mediului [1] se specifică că în a. 2018 în bazinul fl. Nistru erau 644 (697,64 ha) gunoiști exploatați, fiind depistate și 1446 (153,64 ha) gunoiști stihinice.

Una dintre sursele de poluare difuză cu compuşii ai azotului sunt terenurile agricole, care în bazinul fl. Nistru ocupă 76,53% din suprafața totală. Depunerile atmosferice sunt surse de poluare difuză, antrenând în procesul scurgerii apei uzate, deșeuri, îngrășăminte chimice, pesticide, etc. [12].

Reieșind din cantitatea mare de azot amoniacal deversată în apele de suprafață din bazinul fl. Nistru (de ex., în a. 2014 s-au deversat 167,461 tone de azot amoniacal) [15] și etapele de transformare biochimică a lui, scopul prezentului studiu prevede evaluarea indicelui de nitrificare a ionilor de amoniu în apa din râurile Bâc, Răut și Botna, care este un proces cu diferit impact asupra biotei acvatice și consum semnificativ de oxigen din apă (1 mg NH₄-N consumă în proces 4,6 mg O₂) și printr-o producție mare de acizi (1 mol de NH₄-N formează 2 moli de H⁺) [2].

Materiale și metode

Indicele de Nitrificare (I_{nitrif},%) a apelor de suprafață. Evaluarea procesului de nitrificare a ionilor de amoniu din apele de suprafață a fost efectuată folosind indicele de nitrificare (I_{nitrif},%) [16], 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 a apelor de suprafață include concentrația azotului amoniacal, azotit și azotat (mg/L) din apa naturală:

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

Indicele de nitrificare a apelor de suprafață din râurile Bâc, Răut și Botna a fost calculat folosind informația privind componența apei din cercetările efectuate în Republica Moldova în anii 1995-2015 [6, 7, 11, 14].

Studiul corelațional al $I_{\text{nitrif}}(\%)$ a apelor de suprafață în studiu pentru a evidenția influența diferitor parametri ai apelor asupra valorii lui a fost realizat cu implicarea a două variabile numerice [4]. Pragul minim acceptat pentru o relație semnificativă statistic este considerat de 0,05.

Rezultate și discuții

Indicele de nitrificare a ionilor de amoniu în apa r. Bâc. Gradul de poluare a apei râului Bâc rămâne înalt pe tot cursul lui. În secțiunea, amonte de or. Chișinău apa se încadrează în clasa III de calitate (moderat poluată), iar în secțiunea or. Chișinău aval - clasa de calitate V (extrem de poluată) pe parcursul întregii perioade a anului. Concentrația oxigenului dizolvat în aval or. Chișinău atinge valori medii cuprinse între 2,2-2,8 mg/L. Capacitatea de autoepurare a apei din r. Bâc variază de la foarte mică (0,1 - aval or. Călărași) până la mică (0,23 – amonte or. Anenii Noi) [11].

Conținutul compușilor azotului pe cursul r. Bâc (a. 2010) variază semnificativ: NH_4^+ de la 0,09 mg/L (s. Temeleuți, r-nul Călărași) la 37,55 mg/L (aval or. Sângera); NO_2^- de la 0,04 mg/L (lacul Ghidighici, ieșire) la 0,86 mg/L (aval or. Sângera); NO_3^- de la 2,7 mg/L (lacul Ghidighici, ieșire) la 14,8 mg/L (mun. Chișinău, amonte stația de tratare a apelor uzate, SEB). Din acest motiv și $I_{\text{nitrif}}(\%)$ variază în diferite secțiuni ale r. Bâc: de la 67-96% (amonte stația de tratare a apelor uzate, mun. Chișinău), la valoare foarte mică (5%) în aval de stația de tratare a apelor uzate, or. Sângera și 17-49% până la s. Bulboaca și, respectiv, s. Gura Bâcului [11, 12] (fig. 1).

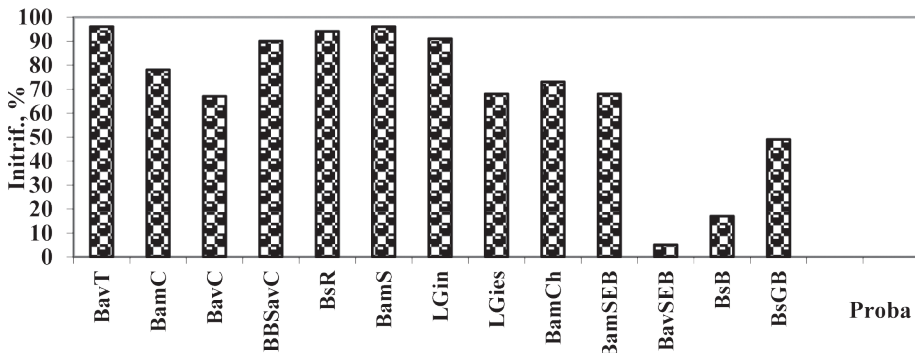


Figura 1. Indicele de nitrificare a apei în diferite secțiuni ale r. Bâc și lacul Ghidighici. BavT - aval s. Temeleuți; BamC - amonte or. Călărași; BavC - aval or. Călărași; BBSavC - Balta de stuf, aval de or. Călărași; BsR - s. Bâcovăț; BamS - amonte or. Strășeni; LGin - intrare în lacul Ghidighici; LGies - lacul Ghidighici, ieșire; BamCh - amonte or. Chișinău; BamSEB - amonte și BavSEB - aval SEB or. Chișinău; BsB - s. Bulboaca; BsGB - s. Gura Bâcului.

Indicele de nitrificare a apei r. Bâc, calculat în baza rezultatelor studiului conținutului nutrienților și detergenților în ecosistemele acvatice de pe teritoriul mun. Chișinău. [13], a variat în diferite anotimpuri (a. 1999) și secțiuni: iarna de la 14,8% (secț. IV) la 50% (secț. II); primăvara de la 1,6% (secț. IV) la 54% (secț. I); vara de la 2% (secț. IV) la 77,7% (secț. II) și toamna de la 0,9% (secț. IV) la 68% (secț. I) (fig. 2), fiind demonstrat impactul continuu dominant al poluării râului prin deversarea apelor uzate inefficient epurate la stația de tratare a apelor uzate (SEB) din mun. Chișinău.

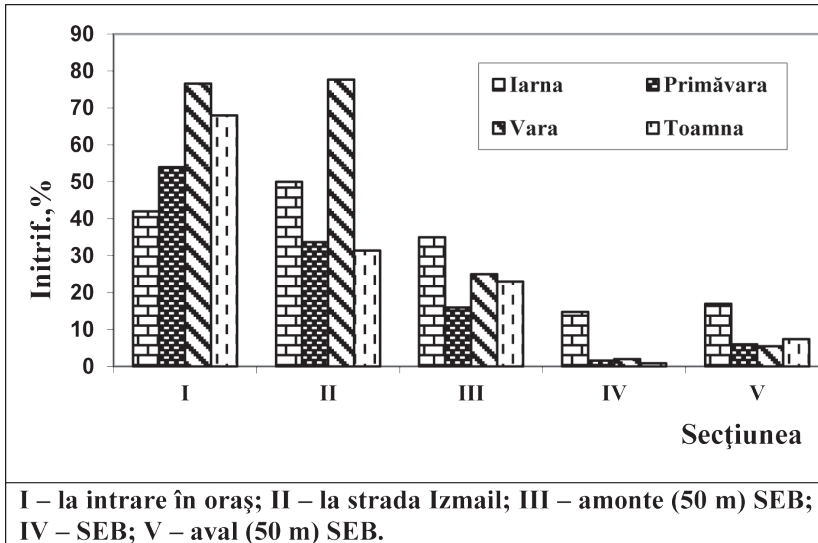


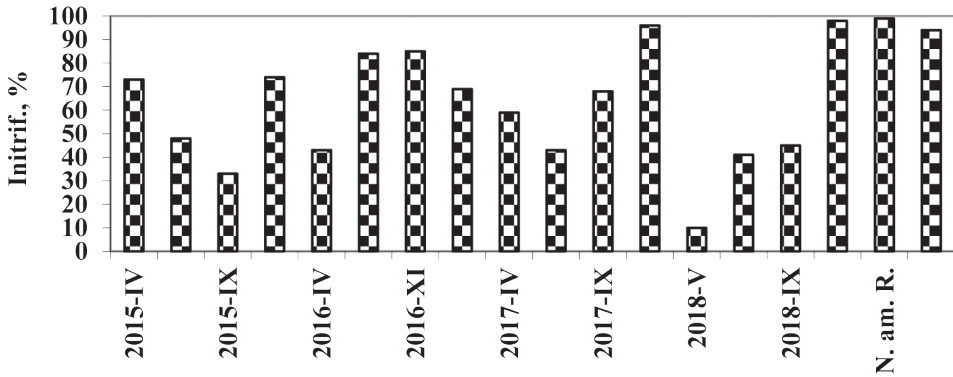
Figura 2. Indicele de nitrificare a apei în diferite secțiuni ale r. Bâc pe teritoriul mun. Chișinău.

Consecința poluării apei r. Bâc în aval de stațiile de epurare din or. Călărași și mun. Chișinău este demonstrată și în cercetarea biotei acvatice, constatat fiind că biocenozele acvatice sunt în stare degradată și grav afectată capacitatea de autoepurare a ecosistemului riveran [3].

Indicele de nitrificare a ionilor de amoniu în apa r. Răut. Componenta chimică a apei râului Răut se schimbă esențial pe cursul râului, de la izvor la vărsare. Capacitatea de autoepurare a apei râului Răut variază de la foarte mică (0,1 - aval or. Bălți) până la mică (0,25 - amonte or. Orhei) [11].

Studiul apei r. Răut [6, 11] demonstrează permanent prezența formelor minerale ale azotului, fiind atribuite, în medie, clasei a III-a de calitate – ape moderat poluate. Valorile medii ale conținutului nitraților în apele fl. Nistru nu se deosebesc esențial amonte (3,65 mg/L) și aval (3,48 mg/L) de revărsarea r. Răut.

Indicele de nitrificare a ionilor de amoniu în apa r. Răut la **gura de vărsare în fl. Nistru** (a. 2015-2018), calculat în baza publicației Gladchi V., etc (2019) [6], variază de la mic (10%, luna mai a. 2018) la mare (96-98%, luna noiembrie a. 2017 și respectiv 2018) (fig. 3), fiind demonstrată influența diferitor factori asupra proceselor biochimice ce au loc în apele naturale. În apa fl. Nistru I_{nitrif} după media (anii 2015-2018) concentrației ionilor de amoniu, nitriți și nitrați, are valori mari amonte, dar și aval de vărsarea r. Răut (99 și , respectiv, 94%), deci este mai puțin influențat procesul de nitrificare.

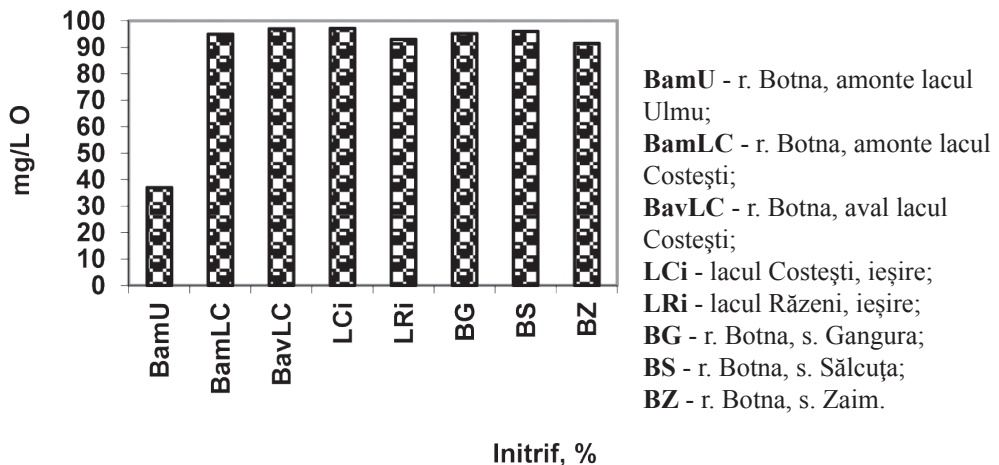


anul-luna (r. Răut) și media anuală (fl. Nistru)

Figura 3. Indicele de nitrificare a apei r. Răut la vărsarea în fl. Nistru și a fl. Nistru (valorile medii, amonte și aval de vărsarea r. Răut).

Indicele de nitrificare a ionilor de amoniu în apa r. Botna. Calitatea apei r. Botna se caracteriza conform Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață [8] prin valori ale CCO-Cr de la 20,8 mg/LO (clasa II-III de calitate, bună-poluată moderat, aval de lacul Costești) la 52,3 mg/LO (clasa III-IV, poluată - moderat-poluată, s. Zaim). Valorile CBO₅ au fost între 1,8 mg/LO (aval lacul Costești, clasa I, foarte bună) și 8,3 mgO/dm³ (amonte s. Ulmu, clasa V, foarte poluată), fiind evidențiată o creștere a concentrației elementelor biogene (de ex., NO₃⁻ de la 2,67 mg/L amonte s. Ulmu la 69,9 mg/L la s. Cârnațeni) [11, 14].

Indicele de nitrificare a ionilor de amoniu în apa pe cursul r. Botna, calculat în baza rezultatelor studiului din proiectul aplicativ 06.411.020A [11], variază de la mic (37%, amonte lacul Ulmu) la mare (91,5-97% în alte secțiuni) (fig. 4), fiind demonstrat că este mai puțin influențat procesul de nitrificare.



- BamU** - r. Botna, amonte lacul Ulmu;
- BamLC** - r. Botna, amonte lacul Costești;
- BavLC** - r. Botna, aval lacul Costești;
- LCi** - lacul Costești, ieșire;
- LRi** - lacul Răzeni, ieșire;
- BG** - r. Botna, s. Gangura;
- BS** - r. Botna, s. Sălcuța;
- BZ** - r. Botna, s. Zaim.

Initrif., %

Figura 4. Indicele de nitrificare a apei r. Botna în diferite secțiuni.

Corelarea Initrif (%) cu CCO-Cr și CBO₅ al apei râurilor Răut, Bâc și Botna demonstrează influența asupra procesului de nitrificare atât a substanțelor chimic ($R^2=0,2215- 0,358$, cu excepția r. Răut, $R^2 = 0,0059$) cât și biochimic ($R^2 = 0,0974$

-0,3306) degradabile (fig. 5, a, b și c), fiind evidențiată datorită prezenței în apă a poluanților (de ex., a agenților de suprafață anionici (ASAn) din detergenți în apa r. Bâc (fig. 5, b) [11] cu valoare medie a $R^2 = 0,4247$).

Corelarea indicelui de nitrificare cu CCO-Cr a apei r. Răut la gura de vărsare în fl. Nistru practic lipsește ($r^2=0,0059$), fapt care poate fi explicat prin rolul pozitiv al tratării apelor uzate din or. Orhei (fig. 5, a).

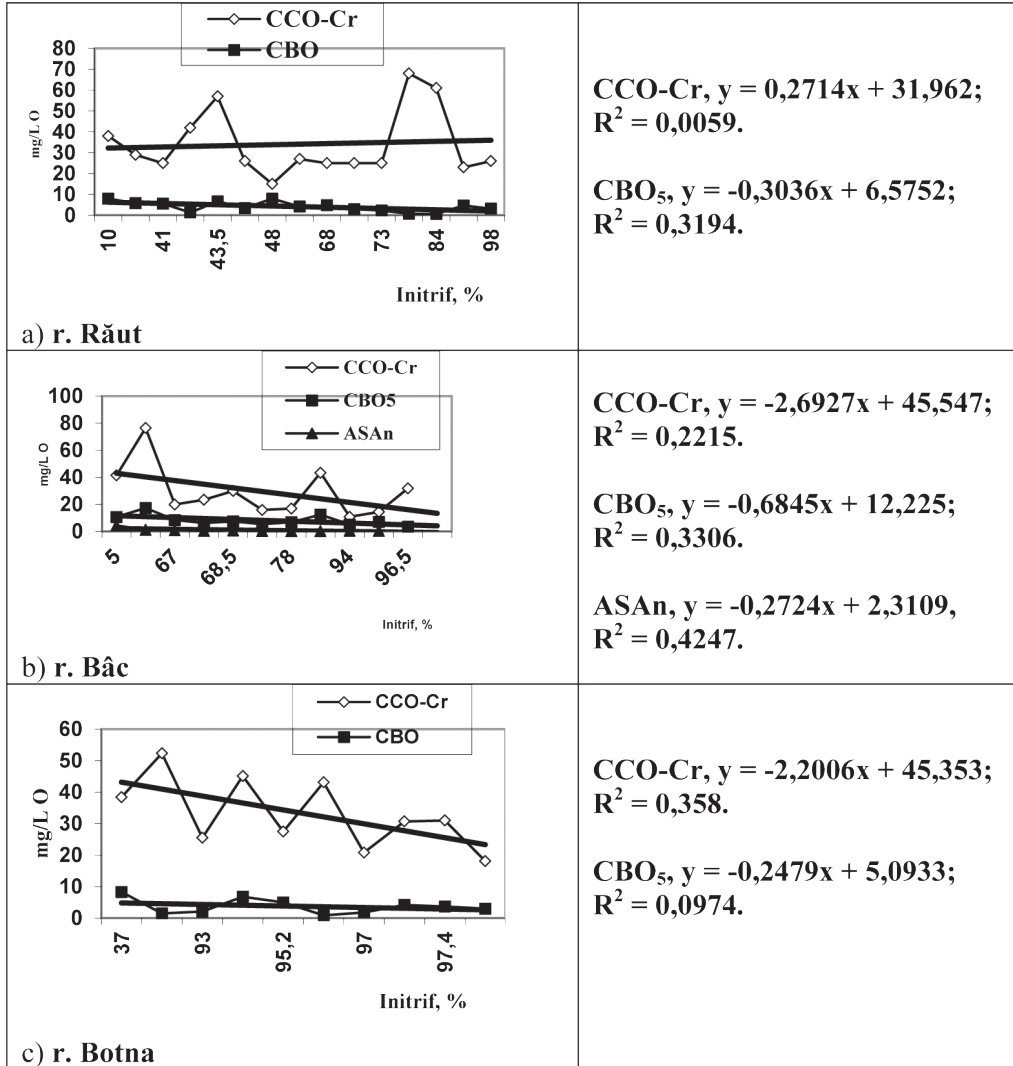


Figura 5. Corelarea Indicelui de nitrificare cu valoarea CCO-Cr și CBO₅ și concentrația agenților de suprafață anionici în apa r. Răut la gura de vărsare în fl. Nistru (a), r. Bâc (b) și r. Botna (c).

Rezultatele obținute în studiu demonstrează necesitatea prevenirii poluării apelor naturale cu compuși ai azotului pentru a proteja biota acvatică, a menține nivelul necesar de oxigen în ape și a asigura calitatea apei pentru diferite necesități.

Concluzii

- Valoarea I_{nitrif} (%) variază în diferite secțiuni ale r. Bâc: de la 67-96% (amonte stația de tratare a apelor uzate, mun. Chișinău), la valori foarte mici (5%) în aval de stația de tratare a apelor uzate, or. Sângera și 17-49% până la s. Bulboaca și, respectiv, s. Gura Bâcului.

- Indicele de nitrificare a ionilor de amoniu în apa r. Răut la gura de vărsare în fl. Nistru variază de la mic (10%, luna mai a. 2018) la mare (96-98%, luna noiembrie a. 2017 și respectiv 2018), fiind demonstrată influența diferitor factori asupra proceselor biochimice ce au loc în apele naturale.

- În apa pe cursul r. Botna valoarea I_{nitrif} variază de la mic (37%, amonte lacul Ulmu) la mare (91,5-97% în alte secțiuni), fiind demonstrat că nivelul de poluare a apei mai puțin influențează procesul de nitrificare.

- Corelarea I_{nitrif} (%) cu CCO-Cr și CBO_5 al apei râurilor Răut, Bâc și Botna denotă că procesul de nitrificare este influențat atât de substanțele chimice ($R^2=0,2215-0,358$, cu excepția r. Răut, $R^2=0,0059$) cât și biochimic ($R^2=0,0974-0,3306$) degradabile.

- Corelarea indicelui de nitrificare cu CCO-Cr al apei r. Răut la gura de vărsare în fl. Nistru practic lipsește ($R^2=0,0059$), fapt care poate fi explicat prin rolul pozitiv al tratării apelor uzate din or. Orhei

Bibliografie

1. 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>.
2. *Belingher Mihaela-Liliana, Chimerele Mircea-Eleodor*. Sursele de azot și bazele procesului de nitrificare-denitrificare. //Analele Universității „Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu, Seria Inginerie, 2011, nr. 2, p. 196-203.
3. *Bulat D., Ciornea V., Bulat D.* Starea ihtiofaunei râului Bâc în anul 2018. Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Științe reale și ale naturii”. 2018, nr.6(116), p. 14-19. ISSN 1814-3237. ISSN online 1857-498X.
4. *Cohen Jacob*. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Second Edition. 1988, 559 p. ISBN 0-8058-0283-5.
5. 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.
6. *Gladchi V.* Compoziția chimică a apelor râului Răut și influența acesteia asupra hidrochimiei fluviului Nistru în perioada anilor 2015-2018. Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Științe reale și ale naturii”. 2019, nr. 1(121), p. 128-140. ISSN 1814-3237. ISSN online 1857-498X.
7. *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.
8. Hotărârea Guvernului nr. 890 din 12.11.2013 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață. MO din 22.11.2013, Nr. 262-267, art. Nr.: 1006.
9. 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.
10. <http://www.moldsilva.gov.md/libview.php?l=ro&idc=143&id=547&t=/Comunicare/Comunicate-de-presa/12-mii-ha-de-terenuri-erodate-vor-fi-impadurite-in-perioda-2013-2018>.

11. *Lozan R., Tăriță A., Sandu M., etc.* Starea geoecologică a apelor de suprafață și subterane în bazinul hidrografic al Mării Negre (în limitele Republicii Moldova). Chișinău, 2015, 326 p. ISBN 978-9975-9611-2-7.
12. *Prunici P.* Nutrienții și detergenții în ecosistemele acvatice ale municipiului Chișinău. Teza de doctor în științe biologice. Chișinău, 1999, 169 p.
13. Planul de gestionare a districtului bazinului hidrografic Nistru, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 814 din 17 octombrie 2017.
14. Raport anual. Starea calității apelor de suprafață conform indicilor hidrochimici pe teritoriul Republicii Moldova în anul 2015. Chișinău, 2016, 339 p. http://www.meteo.md/images/uploads/pages_downloads/Anuar_APA_CHIMIE-2015_final_-_pentru_sait.pdf.
15. Raport. Cadastrul Apelor, 2014. <http://www.dbga.md/RaportCadastrulApelor2014.pdf>.
16. *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.