

VARIABILITATEA SPAȚIALĂ A AZOTULUI ȘI FOSFORULUI ÎN RÂUL TIGHECI

Natalia BORODIN*, ORCID: 0009-0005-9948-0490,

Petru CIORBA, ORCID: 0000-0003-2856-0432,

Oleg SICINSCHI, ORCID: 0009-0003-6555-6333

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie, Chișinău, Republica Moldova

*Autor corespondent, e-mail: natalia_borodin@mail.ru

Rezumat

Studiul de față a urmărit evaluarea stării ecologice actuale a râului Tigheci prin analiza parametrilor fizico-chimici ai apei (temperatură, pH, oxigen dizolvat, formele minerale de azot și fosfor), la cinci stații de monitorizare, pe cursul râului. Rezultatele au evidențiat o variabilitate spațială pronunțată a compușilor de azot și fosfor, reflectând atât aporturi antropice difuze și punctiforme, cât și procese biogeochimice interne. Sectorul superior al râului s-a caracterizat prin niveluri ridicate de nitrați (Iargara), în timp ce la Stoianovca au fost înregistrate concentrații alarmante de ioni de amoniu și fosfor mineral, indicând surse majore de poluare și risc înalt de eutrofizare.

Cuvinte-cheie: râul Tigheci, azot, fosfor.

Introducere

În ultimii ani, cercetările științifice, atât la nivel mondial, cât și național, s-au concentrat tot mai mult asupra studiului râurilor mici, care constituie afluenți importanți ai râurilor de prim rang. Importanța acestora derivă din rolul lor esențial în dinamica și migrația compușilor chimici, inclusiv a nutrienților, sedimentelor și materiei organice, precum și în menținerea regimului hidrologic și a integrității ecologice a cursurilor de apă principale. Totodată, aceste ecosisteme sunt deosebit de sensibile la impactul factorilor antropici, precum activitățile agricole, urbanizarea, deversările industriale și menajere, dar și la infiltrarea substanțelor provenite din gropile de gunoi amplasate în apropierea albiilor, toate aceste surse contribuind direct la poluarea râurilor și a rețelei lor hidrografice [9].

Râurile mici din sectorul inferior al bazinului Prut reprezintă ecosisteme acvatice deosebit de sensibile la variațiile climatice și la presiunile antropice. Aceste cursuri de apă joacă un rol esențial în alimentarea cu apă a habitatelor locale, în menținerea conectivității hidrologice și în susținerea biodiversității specifice zonelor de luncă. Studiarea acestor râuri mici permite evaluarea proceselor de autoepurare, a dinamicii nutrienților și a impactului activităților agricole și urbane asupra calității apei, oferind date relevante pentru managementul durabil al resurselor de apă din regiune.

Datele privind caracteristicile calității apei, în râul Tigheci sunt în prezent limitate sau aproape inexistente, ceea ce reflectă lipsa unor studii sistematice și a unor programe de monitorizare detaliate. Această lacună informațională împiedică evaluarea precisă a sănătății ecologice a ecosistemelor acvatice, precum și identificarea influenței factorilor antropici și naturali asupra acestui curs de apă. Informații privind starea ecologică a râului Tigheci au fost prezentate în Anuarul Serviciului Hidrometeorologic de Stat din 2014 [8], unde, în baza conținutului compușilor de azot și fosfor, calitatea apei a fost clasificată drept poluată. Alte informații despre starea râului apar doar sporadic, în special prin intermediul rețelelor de socializare, în absența unor surse științifice validate sau a unor programe oficiale de monitorizare [10, 11, 12].

Reieșind din cele menționate, scopul studierii râului Tigheci, afluent al Prutului inferior, constă în evaluarea stării ecologice actuale a acestui curs de apă sub impactul factorilor de mediu, prin analiza hidrobiocenozelor și a calității apei, factori care determină în ansamblu funcționarea ecosistemelor acvatice din regiune.

Materiale și metode

Obiectul de studiu a fost râul Tigheci. În cadrul expediției complexe în bazinul râului Tigheci au fost colectate probe de apă la următoarele stații: Iargara, Tigheci, Porumbești, Cantemir și Stoianovca. Prelucrarea probelor a fost realizată în condiții de laborator, iar colectarea și analiza chimică a apei s-au efectuat conform metodologiilor și tehnicilor standard, utilizând accesorii și echipamente performante [1, 2, 4]. Determinarea conținutului formelor minerale de azot și fosfor a fost realizată prin metode spectrofotometrice, utilizând spectrofotometrul Specord 210 AnalyticJena împreună cu setul de software aferent. Concentrația ionilor de amoniu (N-NH_4^+) a fost determinată colorimetric, pe baza reacției cu reactivul Nessler, tratat cu sarea Seignette (tartrat de potasiu-sodiu), iar intensitatea culorii orange a fost măsurată la o lungime de undă de 400 nm. Concentrația nitriților (N-NO_2^-) a fost determinată spectrofotometric prin reacția cu reactivul Griess, rezultând un compus de culoare roșie specifică. Intensitatea culorii este măsurată la spectrofotometru la lungimea de undă de 540 nm. Determinarea nitraților (N-NO_3^-) se realizează prin obținerea unui compus de culoare galbenă, rezultat din reacția acidului sulfosalicilic cu azotatul, urmată de tratarea cu soluție alcalină. Determinarea ortofosfaților se bazează pe reacția lor cu molibdatul de amoniu în mediu acid cu formarea fosfomolibdatului de amoniu, care ulterior sub acțiunea soluției de staniu formează un complex de culoare albastră, intensitatea culorii căruia este determinată spectrofotometric la lungimea de undă de 670 nm.

Evaluarea calității apei din ecosistemele acvatice investigate a fost efectuată ținând cont de cerințele Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață aprobat prin HG nr. 890 din 22.11.2013 [6]. Dinamica spațială a indicatorilor studiați au fost analizați folosind softul MS Excel.

Rezultate și discuții

Râul Tigheci este un afluent de stânga al râului Prut. Își are izvorul în apropierea s. Băiuș, r. Leova și se revarsă în râul Prut de pe malul stâng la 152 km de la gura acestuia, lângă s. Stoianovca, r. Cantemir (Fig. 1). Lungimea râului este de 43 km. În râu se varsă 19 afluenți cu o lungime sub 10 km și o lungime totală de 58 km. Cota la izvor constituie 140 m deasupra mării, iar la vărsare 10,5 m deasupra mării. Bazinul de recepție constituie 187 km², lungimea 38 km, lățimea medie 4,9 km, densitatea rețelei hidrografice – 1,18 și are o formă alungită de la nord-est spre sud-vest, cu suprafața brăzdată de vâlcele și ravene adânci [7, 8].

Bazinul râului Tigheci traversează 2 raioane administrative – Leova și Cantemir în care sunt amplasate 15 localități, dintre care 7 situate în raionul Leova și 8 în raionul Cantemir, cu o populație de cca 24 mii locuitori cuprinse în peste 7 mii gospodării. Aceste localități constituie cca 22 mii ha, dintre care 69 % revin terenurilor arabile [5].

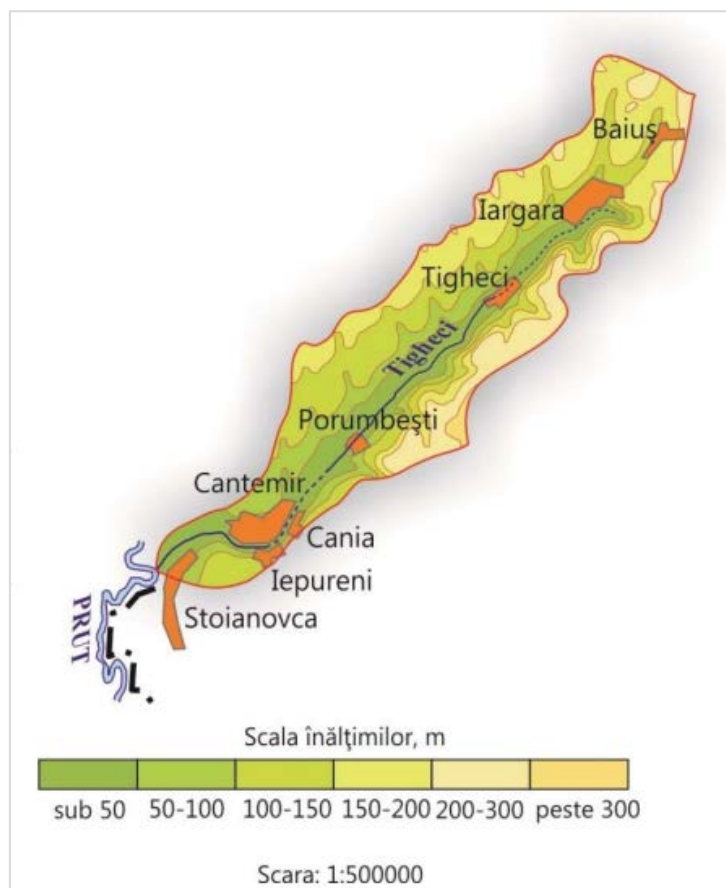


Figura 1. Bazinul hidrografic al râului Tigheci [8]

În baza observațiilor din expediție, pe sectoarele râului Tigheci situate în intravilanul localităților, malurile sunt caracterizate prin prezența arborilor și arbuștilor, care contribuie la stabilizarea naturală a versanților, în schimb, pe porțiunile extravilane predomină malurile înierbate, intercalate pe alocuri cu arbori și arbuști izolați, ceea ce conferă peisajului un grad mai redus de acoperire forestieră. Lunca râului este reprezentată de vegetație de stepă [3]. În cadrul expediției, s-a constatat că la toate punctele de colectare a probelor, de la Iargara până la Stoianovca, râul prezenta caracter permanent, menținând scurgerea apei pe întregul sector investigat. La ieșirea din satul Stoianovca s-a constatat că albia râului Tigheci era complet secată, fără aport de apă și fără continuitate de scurgere către râul Prut, fapt ce sugerează existența unui proces de îndiguire sau barare artificială, care împiedică trecerea apei mai departe și conduce la fragmentarea regimului hidrologic natural. Cercetările realizate au inclus atât observații și determinări în câmp, precum temperatura apei, pH-ul, cât și de laborator cu determinarea conținutului formelor minerale de azot (N-NH_4^+ , N-NO_2^- , N-NO_3^-), azot mineral (Nmin), fosfor mineral (Pmin), conținutul oxigenului dizolvat în apă.

Temperatura apei este un indicator important atât pentru ciclurile de dezvoltare a hidrobionților cât și pentru decurgerea proceselor hidrochimice din ecosistemul acvatic. Temperatura apei în r. Tigheci a avut valoare medie de 12,5 °C.

Conținutul oxigenului dizolvat în perioada analizată a variat de la 10,5 (Cantemir) până la 10,75 mg/l (Porumbesti), ceea ce corespunde unei saturații mai mari decât 95% și poate fi explicat prin nivelul scăzut al apei din râu în perioada analizată. Volumele reduse de apă favorizează un contact mai intens între suprafața liberă a apei și atmosferă, ceea ce conduce la o difuzie mai eficientă a oxigenului și, implicit, la îmbogățirea apei oxigen (Fig. 2).

Reacția activă (pH) a apei a avut un interval de variație de la 7,53 (Stoianovca) până la 8,34 (Cantemir), valoarea medie pe întreg râu a constituit 8,13.

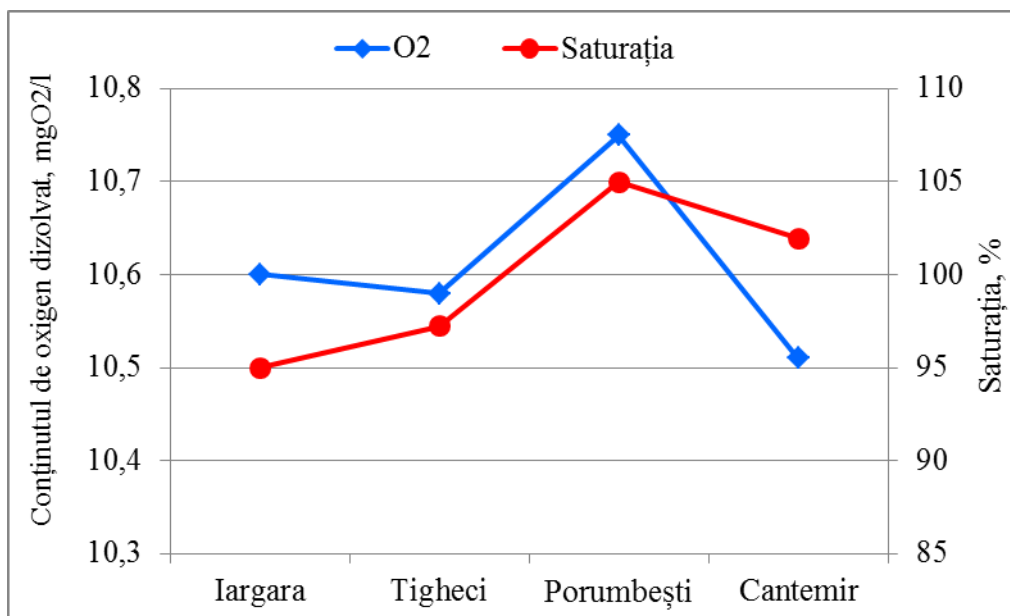


Figura 2. Conținutul oxigenului dizolvat (mg/l) și saturația apei cu oxigen (%)

Concentrațiile ionilor amoniu (N-NH_4^+) determinate în râul Tigheci prezintă o variabilitate spațială semnificativă de-a lungul cursului acestuia. Valorile înregistrate variază între 0,14 mgN/l la Porumbesti și 1,07 mg/L la Stoianovca (Fig. 3). În sectorul superior, Iargara – Tigheci, concentrațiile se mențin la un nivel relativ redus, oscilând între 0,18 mgN/l (Iargara) și 0,23 mgN/l (Tigheci), urmate de o scădere până la 0,14 mgN/l la Porumbesti, ceea ce sugerează micșorarea acțiunii factorului antropic și careva procese de autoepurare naturală. La Cantemir, ceea ce poate fi corelat cu impactul activităților urbane și agricole din zonă. Acest lucru indică o presiune antropică persistentă asupra calității apei. Cea mai mare valoare a fost înregistrată la Stoianovca (1,07 mgN/l), depășind de aproximativ 5 ori valorile medii din amonte. Aceasta reprezintă un semnal clar al existenței unei surse majore de poluare cu compuși ai amoniului, posibil asociată cu evacuări insuficient tratate de ape uzate, activități zootehnice, gunoi din gospodăriile localnicilor.

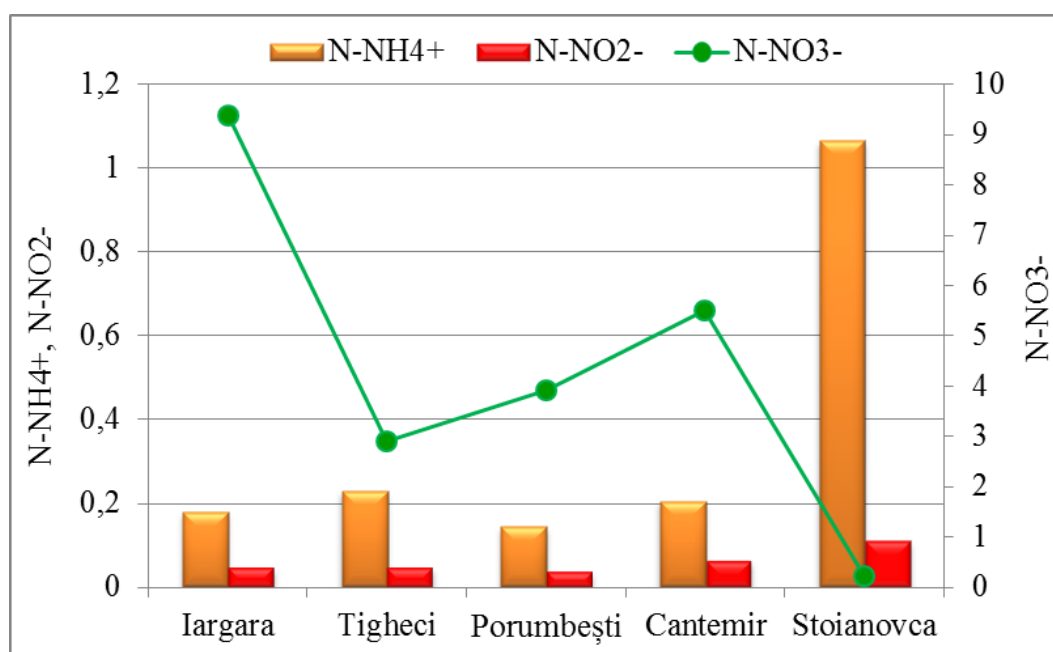


Figura 3. Dinamica ionilor de amoniu, nitrit și nitrat în r. Tigheci, mgN/l

Concentrațiile ionilor de nitrit (N-NO_2^-) determinate de-a lungul râului Tigheci au variat între 0,04 mgN/l la Porumbști și 0,11 mgN/l la Stoianovca (Fig. 3). În sectorul superior, valorile s-au menținut relativ constante, cu 0,05 mgN/l la Iargara și Tigheci, urmate de o scădere la 0,04 mgN/l la Porumbști, ceea ce poate fi atribuit proceselor de oxidare a nitriților în nitrați. La Cantemir, concentrația a crescut la 0,06 mgN/l, sugerând aporturi antropice locale. Cea mai ridicată valoare a fost înregistrată la Stoianovca (0,11 mgN/l), depășind de aproape 3 ori valoarea minimă din amonte, fapt ce indică o presiune antropică accentuată și prezența unor surse majore de poluare cu compuși azotați.

Dinamica nitraților (N-NO_3^-) evidențiază o variabilitate spațială pronunțată, cu tendințe diferite față de alți compuși ai azotului (N-NH_4^+ și N-NO_2^-) (Fig. 3). Concentrația maximă a fost înregistrată la Iargara (9,4 mg/L), indicând un aport important de nitrați, provenit din surse antropice punctiforme. La Tigheci, valoarea scade semnificativ la 2,9 mgN/l, ceea ce sugerează procese de diluție și/sau consum biotic al nitraților. În sectorul mijlociu, Porumbști – Cantemir: se observă o tendință de creștere a concentrațiilor, de la 3,91 mgN/l la Porumbști până la 5,51 mgN/l la Cantemir, ceea ce poate fi atribuit aporturilor continue din surse agricole și urbane, reflectând o presiune antropică constantă asupra calității apei. La Stoianovca, nivelul nitraților scade până la 0,21 mgN/l, cea mai mică valoare înregistrată pe întreg cursul râului. Această reducere accentuată ar putea fi explicată prin: procesele de asimilare biologică de către fitoplancton și vegetație acvatică, denitrificarea microbiană în condiții locale de reducere, aport redus de nitrați comparativ cu amonte, dar simultan cu o creștere a altor forme de azot (N-NH_4^+ și N-NO_2^-), ceea ce sugerează transformări interne în ciclul azotului.

Dinamica concentrațiilor de azot mineral (Nmin) în diferitele stații de monitorizare de-a lungul râului studiat relevă diferențe semnificative, influențate atât de sursele de poluare, cât și de procesele biogeochimice locale (Fig. 4).

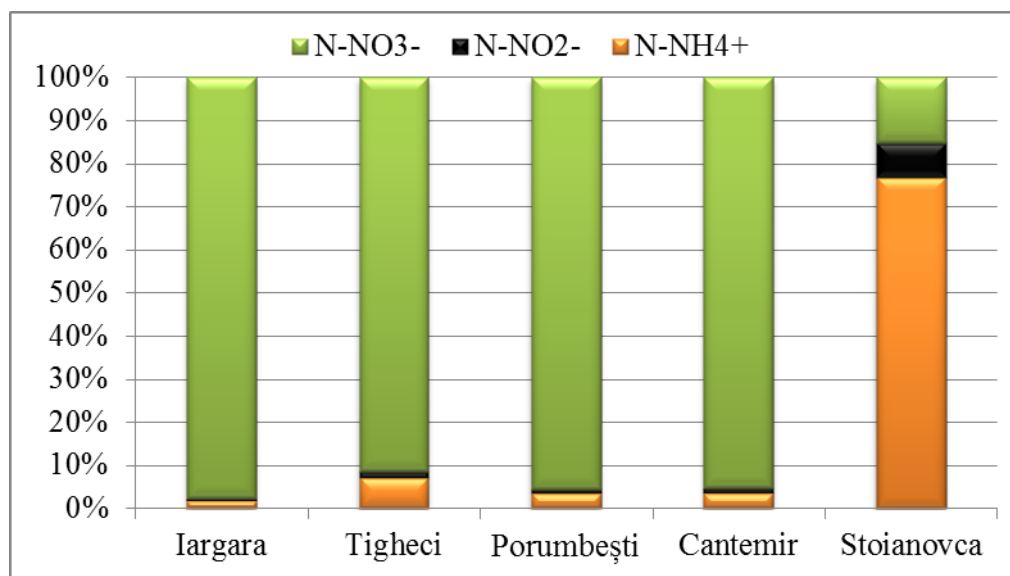


Figura 4. Coraportul formelor minerale ale azotului, %

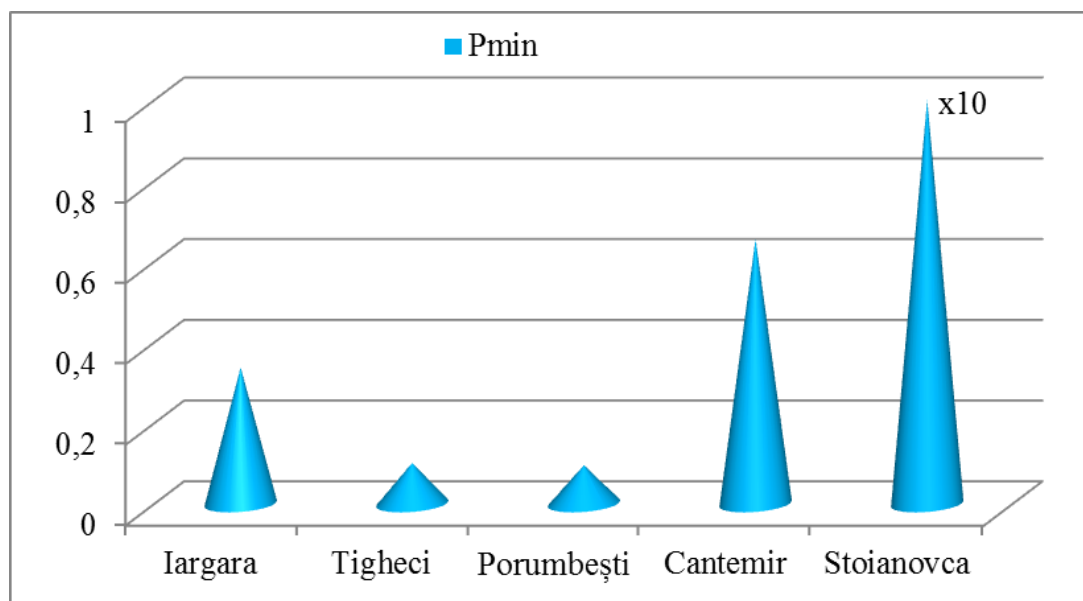
Astfel, la Iargara s-a înregistrat cea mai mare valoare a Nmin (9,60 mgN/l), dominată de ioni de nitrați (97,67%), fapt ce reflectă un aport ridicat de nutrienți. La Tigheci (3,17 mgN/l) și Porumbști (4,09 mgN/l), nivelurile sunt moderate, dar cu aceeași predominanță a nitraților de 91,33% și respectiv 95,58%, indicând o presiune agricolă persistentă, însă mai redusă decât la Iargara. Cu toate că, ionii de nitrat reprezintă forma dominantă de azot, nivelurile sporite de ioni de amoniu indică prezența unor influențe mixte, provenite atât din fertilizanți, cât și din surse recente de materie organică. La stația Cantemir (5,77 mg/L), structura azotului mineral are un caracter intermediar, cu predominanța ionilor de nitrat, dar și cu o contribuție semnificativă a ionilor de amoniu ($\approx 4\%$) și nitrit ($< 1\%$), ceea ce sugerează aporturi recente de azot organic. Particulară este

situația la Stoianovca, unde concentrația totală de azot mineral, N_{min} , este cea mai scăzută (1,396 mgN/l), însă structura sa este dominată de ioni de amoniu (>75%) și valori scăzute de nitrați, ceea ce indică impact antropic direct cu aporturi de azot organic, de poluări recente, cu risc ecologic de eutrofizare.

Din punct de vedere ecologic, prevalarea ionilor de nitrat în majoritatea stațiilor sugerează un regim trofic cu risc cronic de eutrofizare, asociat cu aporturi continue de nutrienți anorganici, în timp ce la Stoianovca indică un risc acut determinat de poluare organică recentă și consum de oxigen.

Analiza concentrațiilor de fosfor mineral (P_{min}) în stațiile investigate din r. Tigheci evidențiază o dinamică puternic heterogenă, cu variații ce reflectă în mare parte impacturi locale, de acumulare (Fig. 5).

La Iargara (0,38 mg/l), valorile se situează la un nivel moderat, sugerând aporturi difuze de compuși ai fosforului. Stațiile Tigheci (0,10 mg/l) și Porumbști (0,095 mg/l) se caracterizează prin cele mai scăzute concentrații, indicând un sector cu impact redus. În schimb, stația Cantemir prezintă o valoare relativ ridicată (0,65 mg/l), care semnalează o presiune antropică mai intensă, posibil datorată aporturilor urbane sau industriale.



**Figura 5. Dinamica fosforului mineral (P_{min}) în r. Tigheci, mg/l
(la Stoianovca concentrație micșorată de 10 ori)**

Situația cea mai critică se remarcă iarăși la Stoianovca, unde P_{min} atinge 10 mg/L, valoare de ordinul eutrofizării severe, ce depășește cu mult pragurile ecologice admisibile. Această concentrație extremă sugerează descărcări directe de ape uzate sau surse punctiforme majore de poluare, cu efecte ecologice grave, precum stimularea înfloririlor algale, scăderea oxigenului dizolvat și afectarea biodiversității acvatice.

Concluzii

Analiza formelor dizolvate de azot în râul Tigheci evidențiază o variabilitate spațială semnificativă. Sectorul amonte se caracterizează prin concentrații moderate de amoniu și nitriți, dar foarte ridicate de nitrați la Iargara, sugerând impactul scurgerilor agricole și al surselor locale de poluare. În sectorul mijlociu se observă fluctuații ale concentrațiilor, determinate de aporturi punctiforme și difuze, în timp ce la Stoianovca se înregistrează o creștere accentuată a amoniului și nitriților concomitent cu o reducere drastică a nitraților, ceea ce indică procese intense de nitrificare, denitrificare și asimilare biologică. Această dinamică confirmă presiunea antropică persistentă asupra calității apei și subliniază importanța monitorizării integrate a ciclului azotului pentru protecția râului Tigheci și a receptorului său final, râul Prut.

Finanțare. Rezultatele prezentate în această lucrare au fost obținute în cadrul proiectului pentru tineri cercetători 25.80012.7007.18TC „Investigarea hidrobiocenozelor și evaluarea calității apei a râurilor Larga și Tigheci, afluenții Prutului Inferior sub influența factorilor de mediu”.

Bibliografie

1. Ghid de prelevare a probelor hidrochimice și hidrobiologice. Îndrumar metodic, Chișinău: Elan poligraf, 2015. 64 p. ISBN 978-9975-128-28-5.
2. Guidance on the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems. Editors: Bilețchi Lucia, Zubcov Elena. Chișinău: S. n., 2021 (Î. S. F.E.-P. „Tipografia Centrală”), 92 p. ISBN 978-9975-157-05-6.
3. MIRON, Aliona Flora râului Tigheci. Conferința Internațională a Tinerilor Cercetători: Rez. Lucr., 11 noiembrie 2005, pag. 58.
4. Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice. Îndrumar metodic, Chișinău: Elan poligraf, 2015. 80 p.
5. MUSTEA, Mihail Situația socio-ecologică în sub-bazinul râului Tigheci. Chișinău 2014. 31 p.
6. Regulamentul cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață. HG RM nr. 890 din 12.11.2013. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 262-267, 22 noiembrie 2013
7. Resursele acvatice ale Republicii Moldova. Volumul 1: Apele de suprafață. Chișinău: Știința, 2007. 248 p. ISBN 978-9975-67-294-8.
8. Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova: Anuar, Starea calității apelor de suprafață conform indicatorilor hidrochimici pe teritoriul republicii Moldova în anul 2014 Disponibil online la: https://old.meteo.md/monitor/anuare/2014/anuarapei_2014.pdf Accesat la: 30.09.2025
9. ZUBCOV, Elena, BAGRIN, Nina, ZUBCOV, Natalia, JURMINSKAIA, Olga, CIORNEA, Victor, IVANOVA, Anastasia Calitatea apei în râurile mici și unele izvoare din bazinul râului Răut. În: Materialele simpozionului național „Starea ecosistemelor acvatice transfrontaliere ale Republicii Moldova”, ediția I, Chișinău, 2024, pag. 30-61.
10. https://jurnalst.md/2024/12/30/raul-tigheci-din-satul-cania-raionul-cantemir-un-simbol-al-degradarii-si-al-nepasarii/#google_vignette Accesat la: 30.09.2025
11. <https://www.moldova.org/poate-fi-salvat-raul-tigheci-cu-o-statie-de-epurare/> Accesat la: 30.09.2025
12. <https://moldnova.eu/ro/gunoistile-din-cana-cu-apa-1828.html/> Accesat la: 30.09.2025