ESTIMAREA PROCESELOR DE AUTOPURIFICARE A APELOR LACULUI DĂNCENI PRIN CONȚINUTUL DE SUBSTANȚE BIOGENE (PERIOADA ANILOR 2015-2024)

ASSESSMENT OF THE SELF-PURIFICATION PROCESSES OF THE WATERS OF LAKE DANCENI THROUGH THE CONTENT OF BIOGENIC SUBSTANCES (PERIOD 2015–2024)

CZU: 574.635:544.165:556.55(478) **https://doi.org/10.59295/spd2025e.84**

Vladislav BLONSCHI
ORCID: 0000-0001-8628-6756
E-mail: vlad.blonschi@usm.md
Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Viorica GLADCHI
ORCID: 0000-0002-5847-4466
E-mail: viorica.gladchi@usm.md
Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Maxim CISTEACOV
ORCID: 0000-0001-6486-616X
E-mail: cisteacov.maxim@usm.md
Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Elena BUNDUCHI
ORCID: 0000-0003-2275-9918
E-mail: elena.bunduchi@usm.md
Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Angela LIS
ORCID: 0000-0002-5286-3356
E-mail: angela.lis@usm.md
Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Summary. *The main purpose of the research is to estimate the self-purification processes of the waters of Lake Danceni through the concentration of biogenic substances over a period of 10 years. Water samples from the lake were collected seasonally with an intensity of 4-5 times per year according to current methodologies, and the mineral forms of nitrogen and phosphorus were determined by the spectrophotometric method using HACH reagents. According to the obtained data regarding the concentrations of nitrate and ammonium ions, the lake waters fall into quality*

classes II – V, which indicates anthropogenic pollution of the lake. The intensity of the self-purification processes, moderate to low, is confirmed by the values of the calculated nitrification index, which ranges from 41% to 89%. The concentration of phosphate ions indicates a decrease over time in the phenomenon of eutrophication of the lake, from quality class V in 2015 to class III in 2024.

Keywords: *biogenic substances, lake, quality class, self-purification.*

INTRODUCERE

Lacul Dănceni este unul din cele șase lacuri artificiale mari cu suprafața peste 4 km^2 pe teritoriul Republicii Moldova [1]. Numărul limitat al corpurilor de apă, în special a lacurilor mari impune un monitoring a stării ecologice ale acestora pentru utilizarea lor durabilă. Apele lacului Dănceni, construit pe cursul râului Işnovăț, sunt utilizate pentru irigare, piscicultură, suplinirea necesității în apă tehnică, precum și recreere [2].

Dat fiind că apele de suprafață sunt sisteme deschise, în acestea pătrunde un flux mare de substanțe chimice, atât prin procese naturale, cât și antropice. Fluxul acestor substanțe este atenuat de procesele de autopurificare, însă odată cu sporirea cantității de poluanți, intensitatea proceselor de autopurificare scade, îndeosebi din cauza impactului antropic. Dintre poluanții ce pătrund în apele de suprafață sunt și substanțele biogene care nu prezintă toxicitate sporită, dar favorizează dezvoltarea microorganismelor patogene ce dereglează procesele de autopurificare, amplifică procesul de eutrofizare în cazul lacurilor [3]. Monitoringul substanțelor biogene, care provin din apele menajere netratate, scurgeri de la complexele animaliere, ape de șiroire ș.a., în diferite corpuri de apă de pe teritoriul țării a fost realizat de mai mulți cercetători de-a lungul anilor [4-5], inclusiv de autorii acestui articol [6].

Monitoringul substanțelor biogene presupune determinarea diferitor forme de azot (NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-) și fosfor anorganic (PO_4^{3-}). În ciclul biogeochimic al azotului se evidențiază două procese biochimice importante. Acestea sunt nitrificarea, care convertește azotul din combinațiile organice în ioni de nitrați (ec. 1) și denitrificarea, în care are loc reducerea nitraților până la azot molecular (ec. 2).

$$R - NH_2 \rightarrow NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^- \quad (1)$$

$$NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2 \quad (2)$$

Viteza procesului de denitrificare este cu mult inferioară celei de nitrificare, ce înseamnă prezența formelor minerale ale azotului (NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-) în compoziția apelor naturale. Dominanța unei forme ale azotului, indirect indică despre intensitatea proceselor de autopurificare [3]. Pentru toate trei forme minerale ale azotului sunt stabilite concentrații maxime admisibile (CMA) [7], totuși pentru evaluarea complexă a stării ecologice sunt propuși indici care evaluează raportul dintre conținuturile tuturor formelor [8].

Un indicator, la fel de important pentru sistemele lentice, este conținutul ionilor e fosfați, care indică gradul de eutrofizare. Conform Hotărârii de Guvern nr. 890 din 12.11.2013 conținutul acestora nu trebuie să depășească 0,5 mg PO_4^{3-}/L [7].

Astfel, scopul prezentei cercetări constă în estimarea proceselor de autopurificare a apelor lacului Dănceni prin conținutul substanțelor biogene pe parcursul a 10 ani de monitorizare.

MATERIALE ȘI METODE

Probele de apă au fost prelevate sezonier din lacul Dănceni (Fig. 1), cu o intensitate de 4-5 ori pe an, conform metodologiilor în vigoare [9].



Figura 1. Harta cu locul de prelevare a probelor de apă din lacul Dănceni [Google Maps]

Pentru determinarea conținutului ionilor de amoniu, nitriți, nitrați și fosfați în probele de apă prelevate au fost folosite metode spectrofotometrice dezvoltate și patentate de compania HACH [10] cu utilizarea spectrofotometrului portabil DR/2000.

Indicele de nitrificare a fost calculat cu ajutorul formulei [11]:

$$I_{nitrif.} = \frac{[N-NO_3^-]}{([N-NO_3^-]+[N-NO_2^-]+[N-NH_4^+])} \cdot 100\%, \text{ unde:} \quad (3)$$

$I_{nitrif.}$ – indicele de nitrificare, %,

$[N\text{-}NO_3^-]$ – conținutul azotului din ionii de nitrați, mg/L,
$[N\text{-}NO_2^-]$ – conținutul azotului din ionii de nitriți, mg/L,
$[N\text{-}NH_4^+]$ – conținutul azotului din ionii de amoniu, mg/L.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În perioada de referință a fost determinat conținutul formelor minerale ale azotului în probele de apă analizate și atribuită clasa de calitate conform acestora (Tab. 1).

Tabelul 1. Dinamica concentrațiilor medii anuale ale formelor minerale de azot și a clasei de calitate în apele lacului Dănceni în perioada anilor 2015-2024

Parametrul / *Anul*	*$C(NO_3^-)$, mg/L*		*$C(NO_2^-)$, mg/L*		*$C(NH_4^+)$, mg/L*	
	Valoarea medie anuală	*Clasa de calitate [7]*	*Valoarea medie anuală*	*Clasa de calitate [7]*	*Valoarea medie anuală*	*Clasa de calitate [7]*
2015	1,53	II	0,006	I	0,30	II
2016	3,35	III	0,006	I	0,46	III
2017	3,66	III	0,024	I	0,46	III
2018	4,60	III	0,021	I	0,29	II
2019	7,06	IV	0,019	I	1,01	IV
2020	1,60	II	0,005	I	0,67	III
2021	4,17	III	0,009	I	0,38	II
2022	1,70	II	0,006	I	0,24	II
2023	15,47	V	0,037	II	0,55	III
2024	2,53	II	0	I	0,61	III

[*Sursa*: date proprii]

Conform datelor privind conținutul de nitrați (Tab. 1), apele lacului Dănceni fac parte din clasele II – V, de calitate, ceea ce corespunde stărilor caracteristice de la ecosistemele acvatice neafectate (anii 2015, 2020, 2022, 2024) până la devieri majore ale valorilor fizico-chimice și biologice de calitate de la fondul natural din cauza activităților umane (anii 2019, 2023).

Datele experimentale ale conținutului de nitriți (Tab. 2) indică o situație ecologică mai favorabilă, astfel că cu excepția anului 2023 (clasa a II-a de calitate – ape afectate ușor de activitatea antropică), apele lacului se încadrează în clasa I de calitate și pot fi caracterizate ca ape de suprafață în care nu există alterări ale valorilor fizico-chimice și biologice de calitate.

Valorile medii ale conținutului ionilor de amoniu (Tab. 1) clasifică apele lacului Dănceni în clasele II – IV de calitate, similar datelor privind conținutul de nitrați. Ținând cont că în compoziția apelor de suprafață este prezent oxigenul dizolvat, starea ecologică satisfăcătoare a apei va fi determinată de intensitatea maximă a procesului de nitrificare (ec. 1), iar conținutul ridicat al ionilor de amoniu indică despre o poluare recentă a acestor ape, cel mai probabil din cauza factorului antropic.

Cu ajutorul datelor experimentale (Tab. 1) a fost calculat indicele de nitrificare, valorile căruia au variat de la 41% (anul 2020) la 89% (anul 2023) (Fig. 3).

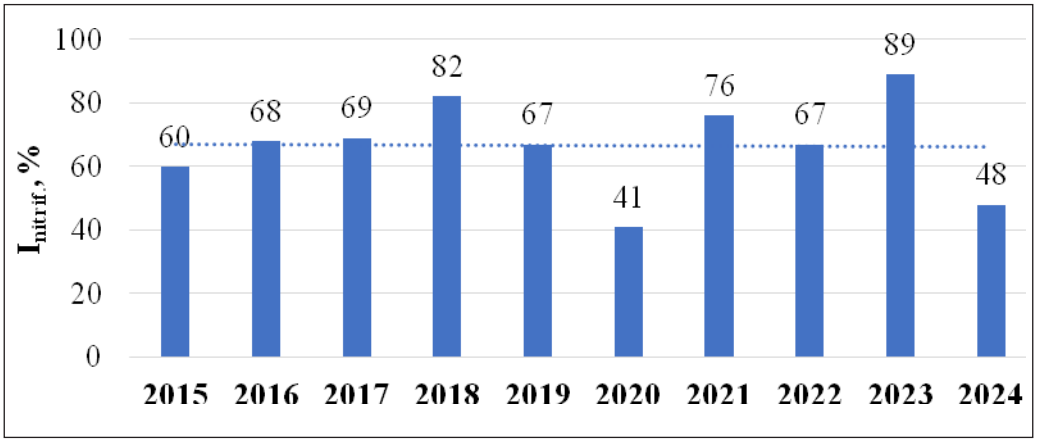


Figura 3. Valorile calculate ale indicelui de nitrificare [*Sursa*: datele proprii]

Valorile ridicate ale indicelui de nitrificare caracterizează intensitatea nitrificării ionilor de amoniu. Astfel cu cât indicele de nitrificare este mai apropiat ca valoare de 100% cu atât intensitatea proceselor de autopurificare biologică este mai mare. Datele obținute sunt similare celor raportate pentru alte lacuri de pe teritoriul țării [11], totodată comparând rezultatele cu date similare pentru alte corpuri de apă [3] se concluzionează că intensitatea proceselor de autopurificare în apele lacului Dănceni este scăzută.

Datele experimentale obținute ale concentrației ionilor de fosfați denotă o diminuare, pe parcursul perioadei de realizare a monitorizării, de la 1,79 mg/L în anul 2015 la 0,17 mg/L în anul 2024 (Fig. 4).

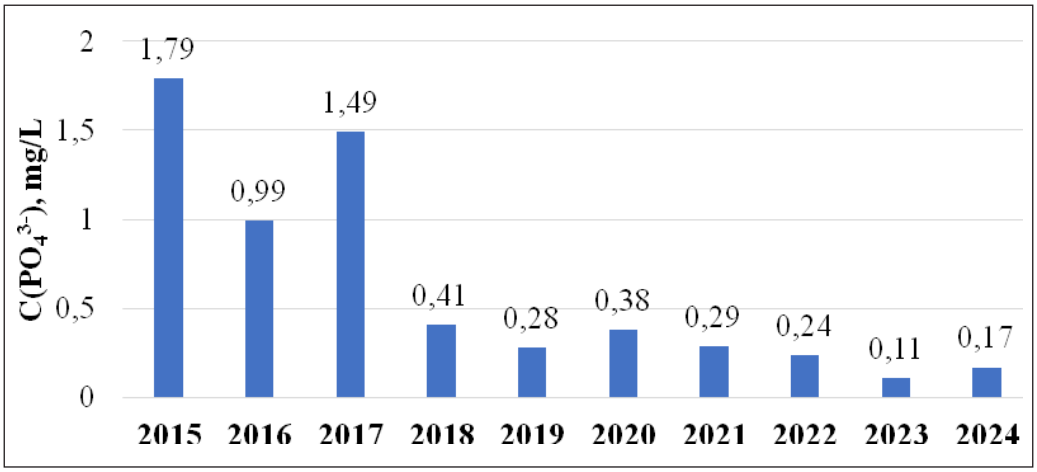


Figura 4. Dinamica concentrațiilor medii a ionilor de fosfați în apele lacului Dănceni, în perioada anilor 2015-2024 [*Sursa*: datele proprii].

Clasa de calitate s-a modificat de la a V-a în anul 2015 la a III-a în anul 2024, respectiv pe parcursul celor 10 ani fenomenul de eutrofizare a încetinit.

CONCLUZII

Estimarea intensității proceselor de autopurificare biologică a apelor lacului Dănceni prin conținutul substanțelor biogene și anume a formelor minerale ale azotului denotă că aceasta este relativ scăzută.

Concentrațiile ridicate ale ionilor de amoniu și nitrați indică despre o poluare antropică a lacului, clasificând apele acestuia în clasele de calitate II – V.

Indicele de nitrificare calculat variază de la 41% la 89%, ceea ce indică despre o capacitate relativ scăzută de nitrificare a ionilor de amoniu, totodată se observă o variația sezonieră firească a formelor minerale ale azotului.

Conform concentrației ionilor de fosfați, în decursul a 10 ani de măsurări a fost înregistrată o diminuare a fenomenului de eutrofizare a apelor lacului Dănceni.

REFERINȚE:

1. Biroul național de statistică al Republicii Moldova. Anuarul statistic al Republicii Moldova, ediția 2024. Disponibil: https://statistica.gov.md/files/files/publicatii_electronice/Anuar_-Statistic/2024/Anuarul%20_statistic_2024.pdf [Accesat: 27.05.2025].
2. BLONSCHI, V., GLADCHI, V. Aprecierea stării redox a lacurilor Ghidighici și Dănceni prin prezența tiolilor în perioada anilor 2015-2021. În: *Integrare prin cercetare și inovare*: materialele Conferinței științifice naționale cu participare internațională, 10-11 noiembrie 2022. Chișinău: Editura USM, 2022, p. 194-196.
3. ШАРОВ, А.Ю., ЧЕСНОКОВА, С.М., ТРИФОНОВА, Т.А. Оценка уровня загрязнения воды, процессов нитрификации и самоочищения от ионов аммония в малом водотоке Илевны. В: *Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Химия, биология, экология*. 2017. Т. 17, вып. 4. с. 469-474. DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-4-469-474.
4. SANDU, M., TARITA, A., LUPASCU, T., DRAGALINA, G., MOSANU, E. Impact of ethanol, methanol and sulfides on the nitrification process of ammonium ions in natural waters. In: *Present Environment and Sustainable Development*, 21 noiembrie 2020. Iași: Editura Universităţii „Alexandru Ioan Cuza" din Iași,, 2020, Ediția 15, p. 40-41.
5. ȘALARU, V., DUDNICENCO, T., TINCU, A. Troficitatea unor lacuri din municipiul Chișinău. În: *Studia Universitatis. Seria Ştiinţe ale naturii*. 2007. nr. 1, p. 196-199. ISSN 1857-1735.
6. GLADCHI, V., BUNDUCHI, E., GOREACEVA, N. Compoziţia chimică a apelor din bazinul Nistrului Inferior (anul 2015). În: *Integrare prin cercetare*

și inovare.: Ştiinţe ale naturii și exacte, 28-29 septembrie 2016. Chișinău: CEP USM, 2016, pp. 183-186.

7. Hotărâre de Guvern nr. 890 din 12-11-2013 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la cerinţele de calitate a mediului pentru apele de suprafaţă. Disponibil: https://www.legis.md-/cautare/getResults?doc_id=143696&lang=ro [Accesat: 02.06.2025].
8. SHAKHMAN, I., BYSTRIANTSEVA, A. Water quality assessment of the surface water of the southern bug river basin by complex indices. In: *Journal of Ecological Engineering*. 2020. vol. 1, issue 1, 195-205. DOI: https://doi.org/10.12911/22998993/128858.
9. SM EN ISO 5667-6:2017 Calitatea apei. Prelevare. Partea 6: Ghid pentru prelevările efectuate în râuri şi alte cursuri de apă.
10. *Water Analysis Handbook, 7th ed.* HACH Company: Loveland, CO, USA, 2012. p. 993-999. Disponibil: https://cdn.hach.com/7FYZVWYB/at/8t9cjm2xh7k32rkz5k8t96qp/DOC0865-301000.pdf [Accesat: 03.06.2025].
11. SANDU, M. *Indicii de calitate a apelor. Studii de caz: Apele din Republica Moldova (Ghid ştiinţifico-practic).* Chișinău: Primex-Com, 2019. 67 p. ISBN 978-9975-3319-6-8.

N.B. *Lucrarea a fost efectuată în cadrul proiectului 010603 ,,Identificarea Procedeelor Tehnologice de Tratare, Formare a Calității și Cantității Apelor și Cercetări Avansate în Chimia Computațională și Ecologică", finanțat de ANCD.*