

## IMPACTUL NITRAȚILOR ASUPRA METAMORFOZEI TEHNOGENE

## A APEI IZVOARELOR ȘI CIȘMELELOR (BAZINUL r. PRUT)

*Maria SANDU, Anatol TĂRÎȚĂ, Efim SERGENTU, Raisa LOZAN,  
Sergiu ȚURCAN, Elena MOȘANU*

*Laboratorul „Calitatea Mediului”, Institutul de Ecologie și Geografie al AȘM*

Groundwater in the Republic of Moldova is an important source of water. Assessing the level of anthropogenic metamorphosis of Prut basin water sources shows that while increasing nitrate content in water increases total metamorphosed water sources share (2,7%). The study shows that the composition of water from 94,6% of springs underwent partial modification.

Consecințele activității omului se răsfrâng tot mai mult asupra schimbărilor componenței chimice și proprietăților fizico-chimice ale apelor subterane.

La începutul erei tehnogenezei (anii 1800) grupuri de elemente tehnofile practic lipseau. În 1900 elementele tehnofile constituiau 38%, în 1950 – 57%, iar în perioada până în 2025 se prevede o cotă de 68-70%. La sfârșitul sec. XIX poluarea apelor subterane cu compuși ai azotului și ai carbonului devine tot mai intensă, iar aceste elemente trec în grupul elementelor supratehnofile [1].

În Republica Moldova apele subterane prezintă o importantă sursă de aprovizionare cu apă. Astfel, în republică se efectuează captarea apei din cca 6 000 sonde arteziene, 166 500 fântâni și 2 545 izvoare alimentare din pânza freatică. Populația rurală (cca 75%) folosește ca sursă de alimentare apa din fântâni și izvoare, însă, conform datelor Centrului Național de Sănătate Publică, starea apelor din aceste surse pe întreg teritoriul țării deseori nu corespunde standardului de apă potabilă [2].

Una dintre problemele ce țin de calitatea apei este poluarea cu nitrați rezultați din activitatea antropică. Conform Directivei 75/440/EEC, valoarea maximă admisă a concentrației nitraților în apă este de 50 mg/dm<sup>3</sup>. Raportul Comisiei Europene din 2010 denotă că nivelul de poluare cu nitrați a apelor din unele teritorii ale UE depășește limita admisibilă. O astfel de situație se atestă și în Republica Moldova. Ponderea probelor de apă din fântâni neconforme parametrilor sanitaro-chimici, în majoritate în ce privește nitrații, a constituit 84,2% în 2010 (80,7% în 2009, 86% în 2005) [2].

În prezenta lucrare este evaluat nivelul metamorfozei tehnogene a apei izvoarelor și cișmelelor din bazinul r. Prut în funcție de nivelul poluării cu nitrați.

Bazinul Prutului este situat în partea de sud-est a Europei, la contactul dintre Munții Carpați în nord-vest, Podișul Moldovei în vest și Podișul Podolic în est. Suprafața bazinului hidrografic al râului ocupă 28460,43 km<sup>2</sup>. Delimitarea strict geografică este evidentă în teritoriu printr-o cumpănă de ape. Lungimea totală a cursului principal este de 967 km. În Republica Moldova Prutul are o lungime de 695 km (72% din lungimea totală) și formează frontiera naturală cu România. Din suprafața totală a bazinului, 8250 km<sup>2</sup> se desfășoară pe teritoriul Republicii Moldova (30% din bazin și 24,37% din suprafața țării). Astfel, prezintă interes evaluarea metamorfozei tehnogene a apelor subterane din bazin.

Apele subterane sunt localizate în mare parte în cavitățile și porii solurilor și rocilor, separate deci prin straturile de roci impermeabile sau cu permeabilitate redusă. De aceea, mineralizarea și compoziția apelor din straturile acvifere ale aceleiași zone poate fi diferită.

Componența ionică apare ca urmare a raportului dintre acumularea ionilor în apă și sedimentarea sărurilor corespunzător produsului solubilității lor sub influența factorilor fizico-geografici, chimici și biologici. Particularitățile de formare a ei duc la o diversitate atât a conținutului ionic, cât și a mineralizării totale a apei. Astfel, compoziția chimică a apelor subterane nu este constantă și suportă schimbări atât în timp, cât și în cadrul aceluiași orizont acvifer. Conținutul substanțelor din apă crește ca consecință a evaporării și dizolvării lor. Acest fenomen are loc cu precădere în orizonturile freactice și este cu atât mai intens cu cât temperatura este mai mare și umiditatea mai mică.

Investigațiile recente privitor la conținutul nitraților în ape, rezultați din activitatea umană, denotă că prin implementarea cu succes a legislației de prevenire a poluării apelor concentrația nitraților în apele din teritoriile UE scade.

În perioada anilor 2004 - 2007 conținutul nitraților în apele de suprafață a rămas la același nivel sau a scăzut în 70 la sută. Calitatea apelor freactice monitorizate în 66% este stabilă sau chiar se îmbunătățește [3].

Într-un Raport al Comisiei Europene pentru Mediu (2010) se menționează că în multe teritorii concentrația de nitrați depășește limita admisibilă (Estonia, sud-estul Olandei, Belgia, Marea Britanie, nordul Italiei, nord-estul Spaniei, sud-estul Slovaciei, sudul României, Malta și Cipru).

Nitrații, fiind foarte solubili, sunt greu de înlăturat din apă, iar tratarea apelor este complicată și costisitoare [4].

Nitrații rezultă din mineralizarea în fiecare an a 1-2% din azotul organic [5], fiind săruri foarte solubile din structura solului. Stratul superior (arabil) al solului are concentrații variate de nitrați: de la 15-20 părți per milion (ppm) în solurile, pe care nu s-au aplicat niciodată fertilizanți, până la 20-40 ppm în soluri fertilizate uzual și până la 50-60 ppm sau chiar mai mult pe terenurile folosite în horticultură. În funcție de activitatea antropică, dar și în dependență de condițiile naturale ale zonelor, conținutul de nitrați din stratul arabil poate înregistra fluctuații mari. Nitrații se acumulează în apele subterane în mod natural din sol și din apele de suprafață, dar în cantități reduse. Cantitățile mari de nitrați sunt condiționate de cele mai multe ori de fertilizării utilizate în agricultura intensivă (organici și anorganici) pentru a crește volumul producției. Compușii azotului neconsumați de plante ajung în apele subterane prin apa de ploaie, de la topirea zăpezilor sau irigații [6]. Cercetările suplimentare asupra unor surse paralele de poluare cu nitrați par să nu mai plaseze activitățile agricole drept principalul vinovat în poluarea apelor subterane [7]. O altă cauză de poluare a apelor naturale cu nitrați este stocarea și utilizarea neregulamentară a gunoierului de grajd, care conține atât compuși ai amoniului, cât și forme organice de azot. Azotul organic în sol îl generează pe cel amoniacal, care se oxidează biochimic (de către bacteriile nitrificatoare) și trece în nitrat. Aplicarea unei cantități mari de gunoi de grajd creează o concentrație de nitrat care se menține în sol cel puțin 10 ani [8]. Cantitatea de azot ajunsă în straturile subterane de apă este mai mare la folosirea băligarului lichid (dejecții animaliere). La introducerea 100 m<sup>3</sup>/ha de asemenea „fertilizanți” se spală în apele freatice cca 5 kg/ha azot; din 600 m<sup>3</sup>/ha – 94 kg/ha, iar din 1600 m<sup>3</sup>/ha – 245 kg/ha azot [9, 10] în funcție de destinația terenului agricol.

Poluarea apelor naturale cu nitrați are loc conform unui sistem ciclic pronunțat legat de integrarea activităților și specificul agrotehnic. Pasul ciclului este de 7–12 luni și se termină pentru apele freatice timp de 2–4 ani, iar pentru cele din straturile de ape adânci – în 5-10 ani [1]. Nitratul are deci efect remanent. Infiltrarea lui pe un teren fertilizat organic este mai intensă. Concomitent crește activitatea microfanei și solul se afânează, iar conductibilitatea lui hidraulică crește.

Rezultatele cercetărilor demonstrează caracterul local al poluării și că nivelul poluării cu compuși ai azotului este mai mare primăvara și toamna, iar concentrațiile nitraților în apa subterană și de suprafață corelează cu maxima depunerilor atmosferice. S-a demonstrat că poluarea apelor naturale cu nitrați proveniți din fertilizați minerali și din sol nu modifică tipul apei. În cazul utilizării a 500 kg/ha N și a gunoierului de grajd și menajer are loc poluarea apei cu nitrați, ce se manifestă prin modificarea tipului apei, devenind tip nitrat – hidrocarbonat și/sau hidrocarbonat – nitrat, în care NO<sub>3</sub><sup>-</sup> constituie 30-60% mg.echv. [1]. Tipul nitrat de apă în straturile adânci nu s-a atestat.

Un studiu al poluării apelor subterane cu componente din gunoiul de pasăre demonstrează schimbarea compoziției apelor freatice în jurul unui râu cu zona de aerare de 1-5 m, compusă din nisipuri aluviale. Apele freatice erau inițial de tipul HCO<sub>3</sub>-Ca cu mineralizarea 300–700 mg/dm<sup>3</sup>. Ulterior s-au modificat în tipul NO<sub>3</sub>-NH<sub>4</sub>-Ca cu mineralizarea 800 mg/dm<sup>3</sup>, iar conținutul NO<sub>3</sub><sup>-</sup> constituia 220-240 mg/dm<sup>3</sup>, cel al NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 56 mg/dm<sup>3</sup>. Ionii NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, formați în rezultatul procesului de nitrificare a amoniacului (pH-ul 7,5 – 8,0), au pătruns prin infiltrare în apa freatică până la adâncimea de 8-20 m. Concomitent cu acumularea nitraților în apă crește conținutul ionilor de Ca<sup>2+</sup> și pH-ul apei (6,5-7,2). Modificarea tipului apei este provocată, inclusiv, de reacția carbonaților din natură cu compușii amoniului (utilizați sau generați din deșeurile de grajd și menajere), în rezultatul căreia apa se îmbogățește cu ioni de calciu, magneziu etc. [11-13].

Cercetările efectuate pentru 1485 de fântâni din Republica Moldova (partea de nord, centru și sud) arată că apa a cca 13% din surse este metamorfozată total în tipul HCO<sub>3</sub>/NO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>(Cl) [14].

În prezenta lucrare sunt evidențiate principalele metamorfoze tehnogene condiționate de poluarea cu nitrați a apei izvoarelor și cișmelelor din bazinul r. Prut (raioanele Briceni, Edineț, Râșcani, Glodeni, Fălești, Ungheni, Nisporeni, Hâncești, Cantemir, Leova și Cahul).

### **Materia și metode**

Studiul corelării dintre conținutul componentelor de bază din apa izvoarelor s-a realizat folosind informația privind componența apei din cca 400 izvoare din bazinul r. Prut, proiect susținut financiar de Ministerul Mediului din Fondul Ecologic Național. Indicii de calitate a apei luați pentru corelare au fost determinați conform metodelor standard de analiză.

Valorile medii ale indicatorilor de calitate a apei izvoarelor pentru toate raioanele au fost calculate și aranjate în ordinea creșterii conținutului nitraților până la concentrația maxim admisibilă (CMA) cu pasul de  $5 \text{ mg/dm}^3 \text{ NO}_3^-$  (0-5; 5,1-10; 10,1-15; 15,1-20; 20,1-25 etc.,  $\text{mg/dm}^3$ ), iar cele mai mari de CMA – cu pasul de  $10 \text{ mg/dm}^3 \text{ NO}_3^-$  (50-60; 60,1-70 etc.  $\text{mg/dm}^3$ ).

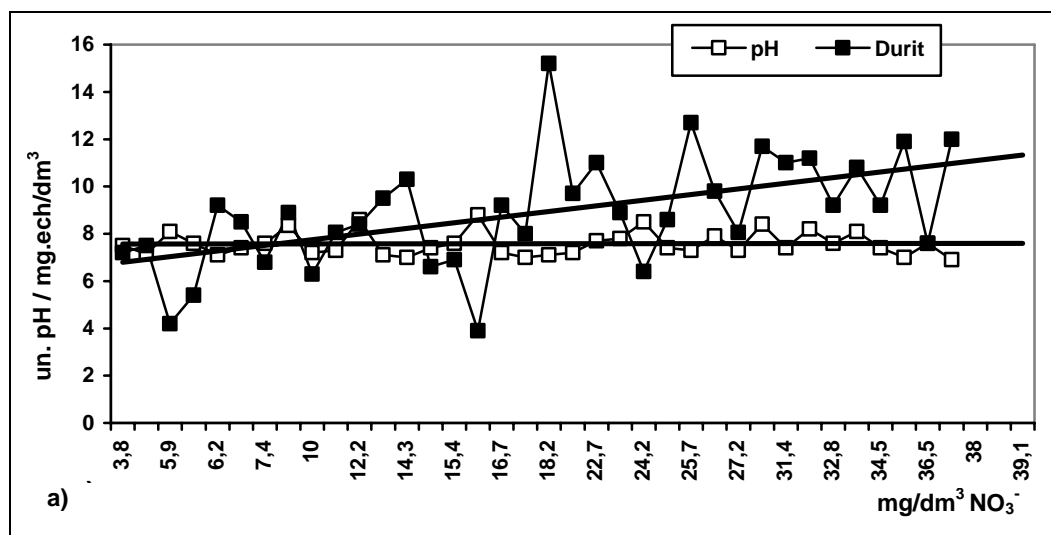
Pentru evaluarea metamorfozei tehnogene a apelor a fost folosită metoda dublei analize corelative, care permite evidențierea și estimarea dependenței concentrației a 2 componente chimice din apă, exprimat prin coeficientul metamorfozei tehnogene –  $K_{m.t.}$  (raportul dintre concentrația ionilor  $\text{HCO}_3^-$  și  $\text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{HCO}_3^-$  și  $\text{Cl}$ ;  $\text{HCO}_3^-(\text{SO}_4^{2-})$  și  $\text{NO}_3^-$  [15]. Valorile calculate, mai mici de  $K_{0,05}$ , au fost considerate neimportante statistic, ceea ce demonstrează lipsa dependenței dintre schimbările concentrației ionilor respectivi. Diferența mică între valorile medii denotă că  $K_{m.t.}$  este o valoare absolută, egală cu media aritmetică pentru toate direcțiile metamorfozei. Valoarea medie a  $K_{m.t.}$  constituie 0,52 stabilit pentru 6606 de valori întâmplătoare. Astfel, în cazul în care  $K_{m.t.}$  este mai mic sau egal cu 0,52 are loc metamorfozarea parțială, iar la  $K_{m.t.} \geq 0,52$  – o metamorfoză totală, ce duce la formarea apelor sărate clor-sulfat-sodiu în arealul de răspândire a apelor hidrocarbonat, la formarea apelor cu tipul  $\text{Cl-SO}_4$  în lipsa rocilor respective de contact și a celor  $\text{HCO}_3^-$  cu lipsa rocilor carbonat și la creșterea conținutului de microcomponenti specifici sursei de poluare [1].

Evidențierea principalelor metamorfoze tehnogene condiționate de poluarea produsă de nitrați în apa izvoarelor și cișmelelor din bazinul r. Prut a fost realizată cu ajutorul criteriului Pearson  $r^2$  prin verificarea statistică a ipotezelor de concordanță a șirurilor empirice de repartizare (dispersie) a concentrației ionilor și a mineralizării cu legile dispersiei probabilităților pentru un număr mare de valori. În interpretarea unui coeficient de corelație, mai este important să nu fie tratat ca echivalent cu date de nivelul intervalului:  $r^2 = 0,80$  nu este de două ori mai puternic ca  $r^2 = 0,40$ . Însă,  $0,80$  descrie o asociație de patru ori mai mare ( $0,80^2 = 0,64$ ;  $0,40^2 = 0,16$ ;  $0,64 / 0,16 = 4$ ). Un coeficient de corelație  $> 0,80$  arată un model cu puține excepții. Un coeficient de corelație  $< 0,40$  va avea o cotă mai mare de cazuri care se opun direcției de asociere [15].

### Rezultate și discuții

Evaluarea calitativă și cantitativă a apei izvoarelor și cișmelelor în raioanele administrative din bazinul r.Prut (Briceni, Edineț, Râșcani, Glodeni, Fălești, Ungheni, Nisporeni, Hâncești, Cantemir, Leova și Cahul) a fost efectuată pe parcursul anilor 2007-2008. S-a constatat că în raioanele Nisporeni și Râșcani doar 4% din izvoare au apă poluată cu nitrați, în Cantemir – 9%, în Edineț și Glodeni, respectiv, 14 și 17%, în Fălești și Cahul – 24%, în Ungheni și Hâncești – 30-33%, pe când în raionul Leova apa din 43%, iar în Briceni din 65% de izvoare are un conținut de nitrați ce depășește valoarea CMA. Apa în 53 de izvoare și cișmele (13,2%) din totalul de 401 are un conținut de nitrați ce depășește CMA de 1,1-9,8 ori [16-19].

Verificarea statistică a ipotezelor de concordanță dintre media pe raioane a valorii indicatorilor de calitate a apei izvoarelor și conținutul nitraților, aranjate în ordinea creșterii până la 1 CMA  $\text{NO}_3^-$  denotă practic lipsă de corelație pentru pH, mineralizare, ionii  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  și un coeficient mediu pentru duritate ( $r^2 = 0,281$ ) și mic pentru ionii de  $\text{Ca}^{2+}$  ( $r^2 = 0,138$ ) și  $\text{Mg}^{2+}$  ( $r^2 = 0,1144$ ). Între conținutul ionilor  $\text{Na}^+$  și  $\text{NO}_3^-$  este o corelație slab-negativă/lipsă ( $r^2 = 0,00772$ ) (Fig.1, Tab.1).



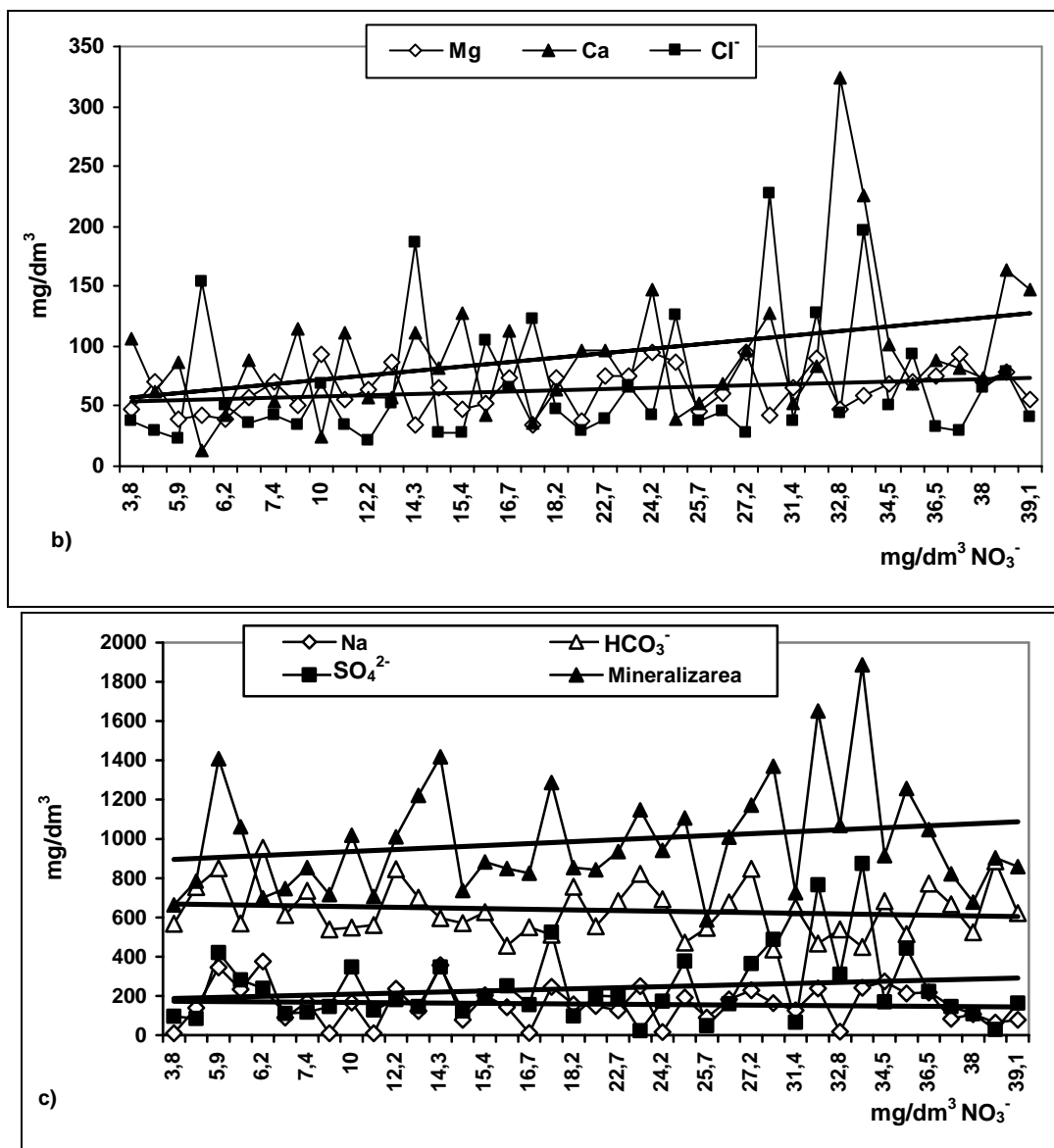


Fig.1. Valorile medii ale indicatorilor de calitate a apei izvoarelor, aranjate în ordinea creșterii până la 1 CMA  $\text{NO}_3^-$  ( $< 50 \text{ mg/dm}^3$ ): a) – pH, duritatea, b) –  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Cl}^-$ , c) –  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  și mineralizarea.

Tabelul 1

Ecuția și valoarea veridicității aproximării ( $r^2$ ) conținutului componentilor din apa izvoarelor în corelare cu cel al nitraților (până la 1 CMA)

Parametrii	Ecuția	Coefficientul ( $r^2$ )
pH	$y = 0,0006x + 7,5659$	$r^2 = 0,0002$
Duritatea, $\text{mg.echv/dm}^3$	$y = 0,1196x + 6,6712$	$r^2 = 0,281$
$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{mg/dm}^3$	$y = 1,8332x + 55,644$	$r^2 = 0,138$
$\text{Mg}^{2+}$ , $\text{mg/dm}^3$	$y = 0,5405x + 52,908$	$r^2 = 0,114$
$\text{Na}^+$ , $\text{mg/dm}^3$	$y = -0,7544x + 172,89$	$r^2 = 0,0077$
$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{mg/dm}^3$	$y = 3,387x + 189,03$	$r^2 = 0,036$
$\text{Cl}^-$ , $\text{mg/dm}^3$	$y = 0,5736x + 57,194$	$r^2 = 0,013$
$\text{HCO}_3^-$ , $\text{mg/dm}^3$	$y = -1,6899x + 669,9$	$r^2 = 0,0208$
Mineralizarea, $\text{mg/dm}^3$	$y = 6,0301x + 881,67$	$r^2 = 0,048$

Reieșind din coeficientul de corelare ( $r^2$ ), mărimea efectului  $r$  (%) constituie rădăcina pătrată din  $r^2$  înmulțit la 100 (%). Astfel, în 28 de cazuri din 100 concomitent cu creșterea conținutului nitraților, ce nu depășește valoarea CMA, sporește duritatea apei. În cazul când concentrația nitraților în apa izvoarelor și cișmelelor depășește 1 CMA ( $46-440 \text{ mg/dm}^3$ ), practic nu este influențat conținutul ionilor de sodiu, clor, hidrocarbonați și pH-ul. S-a evidențiat o corelație medie între conținutul ionilor  $\text{NO}_3^-$  și cel al  $\text{SO}_4^{2-}$  ( $r^2 = 0,1395$ ) și mineralizare ( $r^2 = 0,3381$ ). Semnificativ este coeficientul de corelare pentru duritate ( $r^2 = 0,6418$ ), ionii de  $\text{Ca}^{2+}$  ( $r^2 = 0,4844$ ) și  $\text{Mg}^{2+}$  ( $r^2 = 0,6744$ ) (Fig.2, Tab.2).

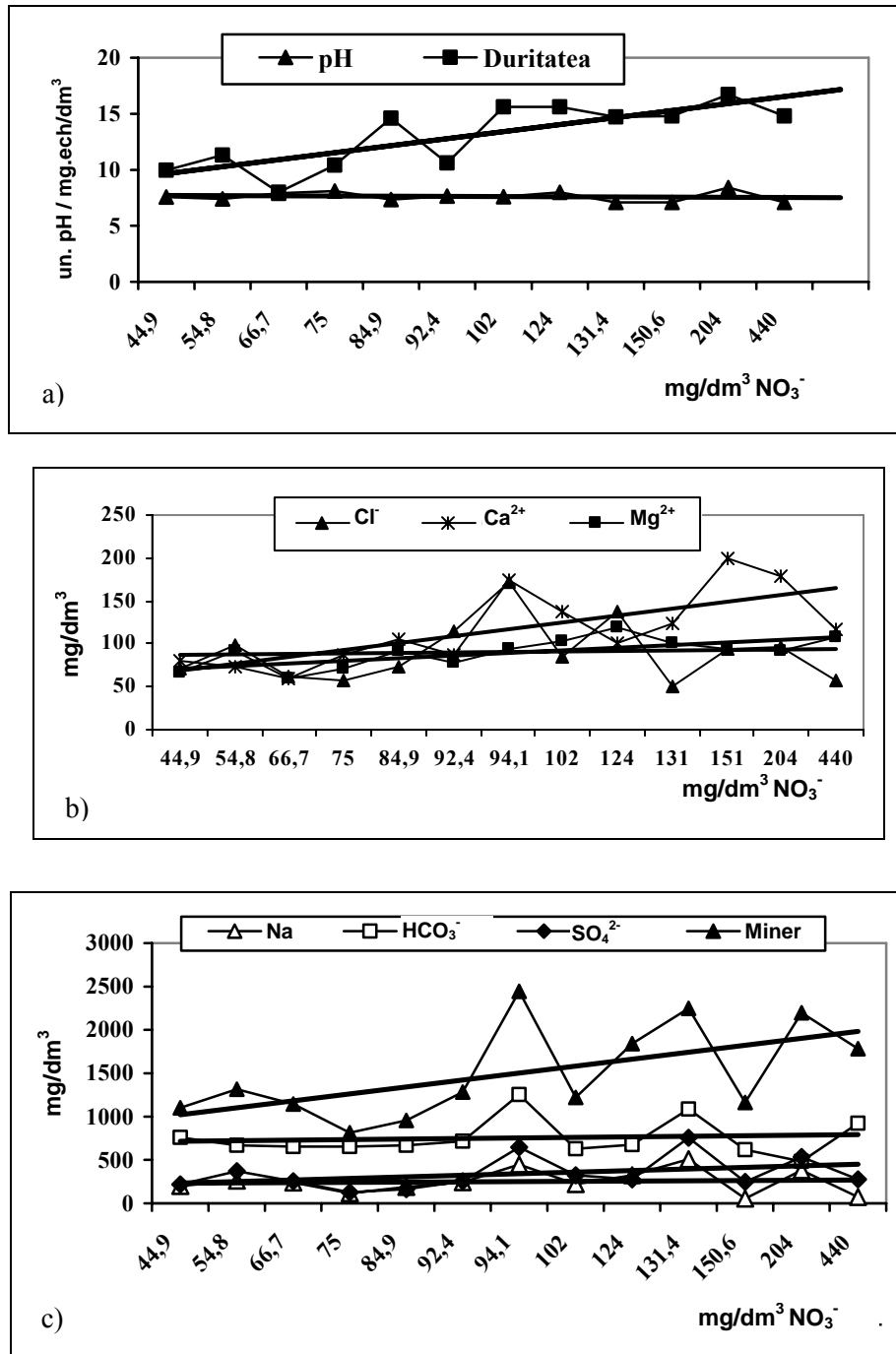


Fig.2. Valorile medii ale indicatorilor de calitate a apei izvoarelor, aranjate în ordinea creșterii conținutului  $\text{NO}_3^-$ : a) – pH, duritatea, b) –  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Cl}^-$ , c) –  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  și mineralizarea.

Tabelul 2

**Ecuția și valoarea veridicității aproximării ( $r^2$ ) conținutului componentelor din apa izvoarelor în corelare cu cel al nitraților (>1 CMA)**

Parametrii	Ecuția	Coefficientul $r^2$
pH	$y = -0,0149x + 8,2896$	$r^2 = 0,0007$
Duritatea, mg echv/dm <sup>3</sup>	$y = 0,5664x + 9,0023$	$r^2 = 0,6418$
Ca <sup>2+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	$y = 3,0324x + 68,865$	$r^2 = 0,4844$
Mg <sup>2+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	$y = 3,0299x + 56,807$	$r^2 = 0,6744$
Na <sup>+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	$y = 2,7626x + 231,24$	$r^2 = 0,0062$
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	$y = 18,143x + 215,18$	$r^2 = 0,1395$
Cl <sup>-</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	$y = 0,578x + 86,069$	$r^2 = 0,0041$
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	$y = 6,3198x + 708,18$	$r^2 = 0,0135$
Mineralizarea, mg/dm <sup>3</sup>	$y = 80,166x + 939,46$	$r^2 = 0,3381$

Evaluarea metamorfozei tehnogene a apei izvoarelor și cișmelelor din bazinul r. Prut prin metoda dublei analize corelative denotă că apa cu conținutul nitraților de până la 1 CMA este metamorfozată total ( $K_{m.t.} \geq 0,52$ ) după SO<sub>4</sub>/HCO<sub>3</sub> în 32,5% (metamorfoză parțială – 62,5%) de izvoare și, conform Cl/HCO<sub>3</sub> – în cca 5% (metamorfoză parțială – 87,5%), iar după raportul NO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub> metamorfoză parțială se atestă în apa a 22,5% din izvoare. Apa izvoarelor și cișmelelor cu conținutul de nitrați ce depășește 1 CMA este total metamorfozată după SO<sub>4</sub>/HCO<sub>3</sub> în 51% de cazuri, în 8% de cazuri – după Cl/HCO<sub>3</sub> și în 2,7% de cazuri – după NO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub>, rămânând cu o metamorfoză parțială în toate celelalte cazuri. Astfel, concomitent cu creșterea conținutului nitraților în apă crește cota izvoarelor cu apă metamorfozată total, deși, după raportul NO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub>, sunt doar 2,7% din izvoare cu concentrația în apă mai mare de 400 mg/dm<sup>3</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Este semnificativă însă cota metamorfozei parțiale a apei (94,6%) (Tab.3).

Tabelul 3

**Cota izvoarelor din bazinul r. Prut cu apă metamorfozată parțial și total**

Conținutul nitraților	Izvoare cu apă metamorfozată total, %			Izvoare cu apă metamorfozată parțial, %		
	SO <sub>4</sub> /HCO <sub>3</sub>	Cl/HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> /HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> /HCO <sub>3</sub>	Cl/HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> /HCO <sub>3</sub>
până la 1 CMA	32,5	5	-	62,5	87,5	22,5
depășește 1 CMA	46	8	2,7	54	92	94,6

Astfel, studiul denotă că componența apei izvoarelor și cișmelelor a suferit modificare parțială, completată de migrațiile geochimice și de reacțiile ce au loc în sistem conform concluziilor autorilor [1, 20]. Tendința de bază a schimbărilor componenței apelor naturale este în direcția HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> → SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> → Cl<sup>-</sup>, iar  $K_{m.t.}$  corespunde, respectiv, raportului concentrației HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> și SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> și Cl<sup>-</sup>. Pentru apele poluate cu compuși ai azotului este caracteristică metamorfoza HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> → NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, unde  $K_{m.t.}$  constituie raportul conținutului NO<sub>3</sub><sup>-</sup> și HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

O cale de a reduce riscul infiltrării nitraților din activitatea agricolă este sincronizarea utilizării îngrășămintelor cu cerințele nutriționale ale plantelor. Deoarece o sursă majoră de poluare sunt deșeurile animale și menajere, se cere stocarea lor conform legislației în vigoare.

Este obligatorie respectarea zonelor de protecție în vecinătatea cursurilor/surselor de apă sensibile la poluarea cu nitrați proveniți din diferite surse. Aceste terenuri acționează ca zone tampon între sursele de poluare (suprafețele cultivate, depozitele de deșuri etc.) și acvifer.

Informația referitoare, în special, la calitatea apei izvoarelor pentru fiecare localitate în parte este utilă în scopul pregătirii către implementarea Directivei 75/440/EEC în Republica Moldova, educația ecologică din cadrul bazinului hidrografic Prut (mediatizări, acțiuni de ecologizare etc.)

### Concluzii

1. Cercetările denotă că apa cu conținutul nitraților de până la 1 CMA este metamorfozată total ( $K_{m.t.} \geq 0,52$ ) după SO<sub>4</sub>/HCO<sub>3</sub> în 32,5% (metamorfoză parțială – 62,5%) de izvoare și, conform Cl/HCO<sub>3</sub> – în cca 5% (metamorfoză parțială – 87,5%), iar după raportul NO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub> metamorfoză parțială se atestă în apa a 22,5% din izvoare.

2. Apa izvoarelor și cișmelelor cu conținutul de nitrați echivalent 1–10 CMA este total metamorfozată după raportul  $\text{SO}_4/\text{HCO}_3$  în 51% de cazuri, în 8% de cazuri – după  $\text{Cl}/\text{HCO}_3$  și în 2,7% de cazuri – după  $\text{NO}_3/\text{HCO}_3$ . Concomitent cu creșterea conținutului nitraților în apă crește cota izvoarelor cu apă metamorfozată total, fiind semnificativă cota metamorfozei parțiale a apei (94,6%).

3. Sunt necesare măsuri de minimizare a gradului de acumulare a compușilor azotului în stratul freatic în scopul prevenirii metamorfozei componentei apei lor.

4. În scopul pregătirii către implementarea Directivei 75/440/EEC în republică s-ar cere determinarea zonelor vulnerabile în funcție de sursele de poluare cu nitrați.

#### Referințe:

1. Тютюнова Ф.И. Гидрохимия техногенеза. - Москва: Наука, 1987.
2. Mustea M., Boian I., Galcă G., Sandu M., Tăriță A., Zubcov E., Sirețeanu D., Gladchi V., Prepelița A., Jelepov V., Serenco L. Starea resurselor de apă // Starea mediului în Republica Moldova în 2007-2010 (Raport Național). - Chișinău: „Nova-Imprim” SRL, 2011, p.75-80.
3. Pionke, H.B., Shanna, M.L., and Hirschberg, K.J.B. Impact of irrigated horticulture on nitrate concentrations in groundwater // Agriculture, Ecosystems and Environment, 1990, vol.32, p.119-132.
4. Chapman D. (ed). Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2nd Edition, E & F Spon. – London: University Press, 1996.
5. Lăcătușu R., Kovacovics B., Plaxienco D., Rîșnoveanu I., Lungu M., Mihalache D. Încărcarea cu poluanți proveniți din îngrășăminte și pesticide a unor soluri, legume și a apei freactice din partea sudică și estică a municipiului București // Protecția Mediului în Agricultură (București), 2000, vol.1, p.279-293.
6. Chilton P.J., Stuart M.E., Escolero O., Marks R.J., Gonzales A., Milne C.J. Groundwater recharge and pollutant transport beneath wastewater irrigation: the case of Leon, Mexico. Groundwater pollution, aquifer recharge and pollution vulnerability // Geological Society of London Special Publication. - London, 1998, vol.130, p.153-168.
7. Raffaelli D., Raven J., Poole L. Ecological impact of green macroalgal blooms // Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 1999, vol.9, p.219-236.
8. Klocke N.L., Watts D.W., Schneekloth J.P., Davison D.R., Todd R.W., Parkhurst A.M.. Nitrate leaching in irrigated corn and soybean in a semi-arid climate // TRANS of the ASAE, 1999, vol.42(6), p.1621-1630.
9. Врба Я, Ипржеле В., Балек Я. Экологические последствия влияния техногенных факторов на качество подземных вод // Труды 27-го Международного геолог. Конгресса. Гидрогеология. - Москва: Наука, 1984, с.93-104.
10. Кудеяров В.Н., Башкин В.Н., Кудеярова А.Ю., Бочкарев А.Н. Экологические проблемы применения удобрений. - Москва: Наука, 1984.
11. Liebhardt W.W.C., Golt C., Tupin J. Nitrate and Ammonium Concentrations of ground water resulting from poultry manure applications // J. Environ. Qual, 1979, vol.8., no 2, p.211-216.
12. Sandu M., Lupașcu T., Spătaru P. Solubilizarea carbonaților cu compuși ai amoniului – factor perturbator al echilibrului ionilor de calciu în apele naturale // Mediul Ambient (Chișinău), 2002, nr.5(5), p.8-11.
13. Санду М. Скорость реакции взаимодействия карбоната кальция с органическими и неорганическими аммонийными соединениями // Сборник научных статей «Вода и здоровье». - Одесса, 2003, с.98-102.
14. Sandu M. Corelarea dintre conținutul nitraților și cel al macrocomponentelor din apele naturale // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Seria „Științele Biologice, Chimice și Ecologice”, 2004, nr.3(292), p.116-119.
15. Миграция химических элементов в подземных водах СССР. - Москва: Наука, 1974.
16. Tăriță A., Sandu M., Lozan R., Sergentu E., Spătaru P., Moșanu E., Goreacioc T., Jabin V. Calitatea apei izvoarelor și cișmelelor din raionul Nisporeni // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Seria „Științele Vieții”, 2008, nr.1(306), p.164-169.
17. Sandu M., Sergentu E., Tăriță A., Spătaru P., Moșanu E., Lozan R. Calitatea apei izvoarelor și cișmelelor din bazinul hidrografic al râului Prut (raioanele Briceni, Edineț, Rîșcani) // Mediul Ambient (Chișinău), 2009, nr.4(46), p.36-40.
18. Moșanu E., Tăriță A., Sergentu E., Sandu M., Spătaru P., Goreacioc T., Jabin V. Calitatea apei izvoarelor și cișmelelor din raioanele Glodeni și Făleşti (bazinul hidrografic al râului Prut) // Mediul Ambient (Chișinău), 2009, nr.5(47), p.1-4.
19. Lozan R., Tăriță A., Sandu M., Moșanu E., Sergentu E. Apa de izvor – o sursă alternativă de alimentare cu apă a populației rurale (raioanele Hâncești, Leova, Cahul și Cantemir) // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Seria „Științele Vieții”, 2010, nr.1 (310), p.165-171.
20. Федорова Т.К. Физико-химические процессы в подземных водах. - Москва: Недра, 1985.

Prezentat la 05.10.2012