

## STUDIUL CALITĂȚII APEI SUBTERANE DIN TREI LOCALITĂȚI DIN ZONĂ CENTRU A REPUBLICII MOLDOVA

### GROUNDWATER QUALITY STUDY FROM THREE LOCATIONS IN THE CENTRAL ZONE OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

CZU: 556.388:543.3:579.6(478)

<https://doi.org/10.59295/spd2024n.84>

**Diana GRIGORAȘ,**

ORCID ID 0000-0002-0334-5675

diana.grigoras@sti.usm.md

Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova

**Tatiana MITINA,**

ORCID ID 0000-0002-0116-7860

tatiana.mitina@sti.usm.md

Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova

**Nadejda BONDARENCO,**

ORCID ID 0009-0008-8529-9000

nadejda.bondarenco@sti.usm.md

Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova

**Tudor LUPAȘCU,**

ORCID ID 0000-0001-5913-7691

tudor.lupascu@sti.usm.md

Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova

**Summary.** Groundwater availability is vital for people, ecosystems, agriculture and industry, but its quality and quantity have been significantly affected by climate change and human activities over the years. In the given study, we aimed to determine quality indices in accordance with the normative act in force, Law on the quality of drinking water No. 182 of 19.12.2019, of groundwater from the following localities: Onițcani and Slobozia-Dușca communes in Criuleni district and Sipoteni village in Calaraș district. The given study confirmed the previously obtained data on the chemical composition of water from artesian wells and wells, and the fact that no sample fully corresponds to the regulations provided for in the drinking water legislation, according to one or more parameters, the most frequent exceeding of the CMA values are established for indicators such as: total hardness, sulfates, nitrates, dry residue, ammonia, etc.

**Keywords:** drinking water, groundwater, quality indices.

## INTRODUCERE

Apa subterană este cea mai mare resursă de apă dulce disponibilă și formează o componentă activă a ciclului global al apei. Aceasta servește ca sursă principală de apă dulce pentru miliarde de oameni și oferă apă potabilă numeroaselor comunități. În plus

apa subterană furnizează peste 40% din cererea globală de irigare și devine din ce în ce mai importantă în atenuarea deficitului de apă indus de schimbările climatice [1].

Studiile recente care evaluează disponibilitatea apei subterane au început să ia în considerare calitatea apei și potențialele constrângeri cauzate de calitatea proastă a acesteia. Important este să remarcăm că între apele de suprafață și apele subterane există legătură, astfel poluarea uneia duce la poluarea celeilalte [2, p.466-467].

Republica Moldova se află pe unul din ultimele locuri în clasamentul European, după cantitatea resurselor acvatice, calculate la cap de locuitor. Aprovizionarea cu apă potabilă a populației urbane este asigurată în proporție de 82% prin sisteme centralizate și 18% din fântâni. Circa 90-95% din populația rurală se alimentează numai cu apă din fântâni, ea fiind unica sursă de alimentare, deși conexiune la apeducte au 18% din populație, doar 5-10% din populație folosesc apă din apeduct, din cauza calității acesteia. Aprovizionarea cu apă se face, de asemenea, din fântâni arteziene și din cele cu alimentare din stratul freatic. Componenta apei potabile se reglementează prin norme sanitaro-igienice, având ca obiectiv protecția sănătății împotriva efectelor condiționate de oricare tip de poluare.

Pe lângă poluare, calitatea apelor freatice este amenințată de supraexploatare, deoarece provoacă coborârea nivelului pânzei freatice și respectiv secarea fântânilor sau dimpotrivă ridicarea nivelului apei freatice, urmată de sărăturarea și înmlăștinirea terenurilor. Apele freatice din zonele populate, îndeosebi în cazul unor adâncimi mici ale acestora, sunt adesea poluate și nu corespund normelor de potabilitate [3].

În interesul de a promova o înțelegere mai cuprinzătoare a stării fântânilor, în calitate de surse de alimentare cu apă la nivel local, prezentăm în Figura 1 o analiză statistică a disponibilității acestor surse pe parcursul anilor 2013-2022.

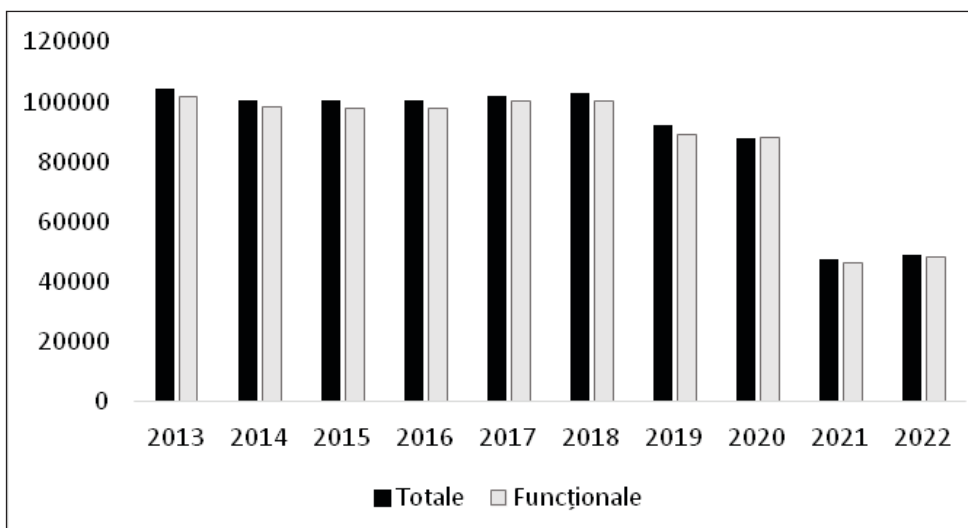


Figura 1. Starea fântânilor ca surse de alimentare cu apă [4-13]

În Republica Moldova în anul 2021-2022 se atestă o scădere considerabilă a numărului de surse de alimentare cu apă (fântâni) cauzată de un „regim termic înalt, cu deficit semnificativ de precipitații în perioada primăvară-vară”, potrivit Serviciului Hidrometeorologic de Stat [14].

### MATERIALE ȘI METODE

Au fost prelevate 15 probe de apă subterană din surse diferite: fântâni de mină, izvoare și fântâni arteziene, din trei localități din zona centrală a Republicii Moldova, după cum urmează:

- 7 probe au fost prelevate din surse de apă subterană din comuna Onițcani, raionul Criuleni (47°08'39"N 29°04'10"E);
- 2 probe au fost prelevate din surse de apă subterană din satul Sipoteni, raionul Călărași (47°16'35"N 28°11'54"E);
- 6 probe au fost prelevate din surse de apă subterană din comuna Slobozia-Dușca, raionul Criuleni (47°10'00"N 29°07'29"E).

Studiul calității apei s-a efectuat conform metodelor standardizate de analiză cu utilizarea materialelor de referință certificate. Au fost determinați următorii indici de calitate pentru probele de apă prelevate: hidrogen sulfurat și sulfuri solubile [15], duritatea totală [16], cloruri [17], oxidabilitatea [18], amoniac și ioni de amoniu [19 p.5], nitriți și nitrați [19 p.6-9], ioni de fier [20], fluoruri [21], sulfați [22], ioni de sodiu [23], indicele de hidrogen [24], manganul și reziduu sec [25], valorile obținute au fost comparate cu valorile CMA (concentrațiile maximal admisibile) ce sunt indicate în Anexa Legii nr. 182 din 19.12.2019 privind calitatea apei potabile [26].

### REZULTATE ȘI DISCUȚII

Au fost analizate 15 probe de apă prelevată din trei localități din zona centru a Republicii Moldova, dintre care 8 probe din fântâni de mină și izvoare și 7 probe din fântâni arteziene. Valorile obținute în urma determinărilor sunt prezentate în Tabelul 1 și Tabelul 2.

**Tabelul 1.** Rezultatele analizei probelor de apă prelevate din fântâni de mină și izvoare

Indicele de calitate și unitatea de măsură	Sursa de prelevare- fântână de mină, izvor*								CMA
	Com. Onițcani, r-nul Criuleni			Sat. Sipoteni, r-nul Călărași	Com. Slobozia-Dușca, r-nul Criuleni				
	1*	2*	3*	1	1	2	3*	4	
Hidrogen sulfurat și sulf. sol. (H <sub>2</sub> S), mg/L	-	-	1,82	-	-	-	<0,1	-	0,1

Amoniac și ioni de amoniu (total) (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), mg/L	<0,05	<0,05	<b>7,12</b>	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<b>0,06</b>	0,5
Nitriți (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	0,009	0,008	0,007	0,007	0,012	0,004	0,003	0,021	0,5
Nitrați (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	<b>189,6</b>	<b>186,9</b>	<0,5	<b>619,8</b>	<b>346,7</b>	<b>169,3</b>	47,0	28,1	50,0
Duritatea totală, mol/m <sup>3</sup> , max.	<b>7,4</b>	6,8	<b>9,4</b>	<b>27,8</b>	<b>12,2</b>	<b>11,4</b>	6,0	<b>10,8</b>	7
Sodiu (Na <sup>+</sup> ), mg/L	<b>213,6</b>	168,2	124,9	150,0	<b>235,0</b>	<b>218,0</b>	165,0	198,0	200
Fier (Fe) total, mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
Fluoruri (F <sup>-</sup> ), mg/L	0,77	1,0	0,14	0,12	0,50	0,48	0,88	0,69	1,5
Sulfăți (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), mg/L	114,7	74,6	<b>319,2</b>	<b>279,0</b>	201,6	<b>278,4</b>	84,1	<b>274,1</b>	250
Cloruri (Cl <sup>-</sup> ), mg/L	58,5	44,3	60,3	226,9	124,1	63,80	24,80	60,27	250
Mangan (Mn), mg/L	<0,005	<0,005	<b>0,080</b>	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,05
Indicele de hidrogen (pH)	7,95	7,59	7,77	7,06	7,28	7,34	7,54	7,43	≥6,5 și ≤9,5
Oxidabilitatea, mgO <sub>2</sub> /L	0,80	1,36	3,12	-	0,80	0,36	0,76	0,68	5,0
Reziduu sec, mg/L	1001,6	868,4	929,2	<b>2378,0</b>	<b>1572,8</b>	1320,0	705,6	1130,8	1500

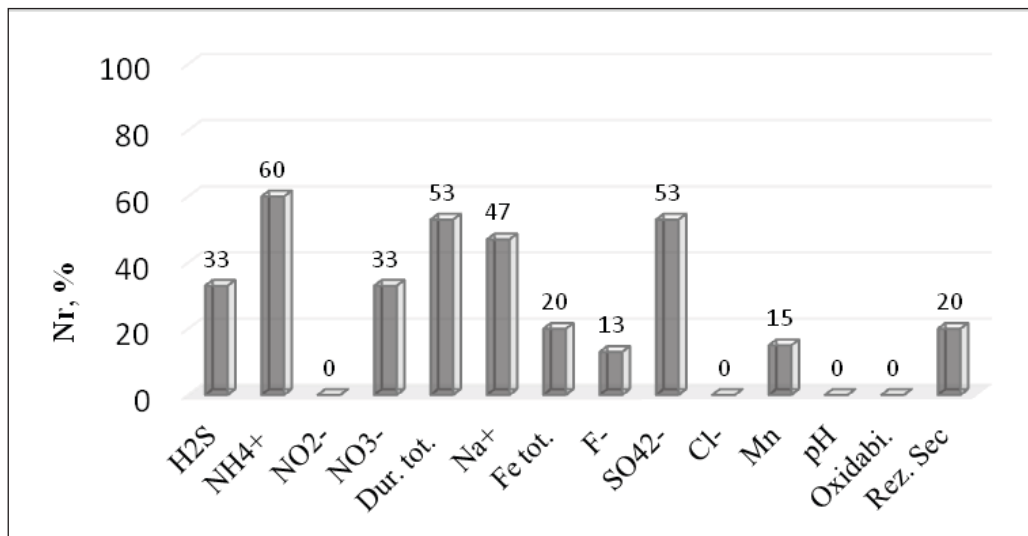
Analiza rezultatelor obținute pentru probele de apă prelevate din fântâni de mină și izvoare, denotă faptul că doar pentru o probă de apă, prelevată din izvorul din comuna Slobozia-Dușca, r-nul Criuleni, valorile obținute pentru indicii de calitate determinați corespund cerințelor față de apă potabilă conform Anexei din Legea nr. 182 din 19.12.2019. Probele de apă potabilă prelevate din celelalte localități nu corespund cerințelor față de apa potabilă după unul sau mai mulți indici de calitate. Sursele de apă fântâni de mină și izvoare sunt caracterizate de un conținut sporit de săruri ale durității, din 8 probe analizate 6 nu corespund, cea mai mare valoare fiind depistată în proba de apă prelevată din fântâna din sat. Sipoteni, r-nul Călărași și depășește valoarea admisibilă de 3,97 ori. Ionul nitrat este depistat în concentrații mai înalte în 5 din 8 probe. Valoarea cea mai mare se atestă în proba de apă prelevată la fel din fântâna amplasată în sat. Sipoteni, r-nul Călărași și depășește valoarea maximal admisibilă de 12,4 ori. Ionul sulfat cu o valoare mai mare decât CMA se atestă în 4 din cele 8 probe, depășirea de 1,28 ori este stabilită în proba 3\* Com. Onițcani, r-nul Criuleni. Mai puține probe dețin un conținut mărit de ioni de sodiu (3 din 8), amoniac și ioni de amoniu, reziduu sec (2 din 8), ioni de mangan (1 din 8). Indicii de hidrogen, oxidabilitatea și ionii de nitrit, fier, fluor, clor nu depășesc limita maximal admisibilă în probele de apă analizate.

**Tabelul 2.** Rezultatele analizei probelor de apă prelevate din fântâni arteziene

Indicele de calitate și unitatea de măsură	Sursa de prelevare- fântână arteziană							CMA
	Com. Onițani, r-nul Criuleni				Sat. Si-poteni, r-nul Călăraș	Com. Slobozia-Dușca, r-nul Criuleni		
	1	2	3	4	1	1	2	
Hidrogen sulfurat și sulf. sol (H <sub>2</sub> S), mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,11</b>	<b>2,99</b>	<0,1	0,1
Amoniac și ioni de amoniu (total) (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), mg/L	0,05	<b>2,70</b>	<b>0,68</b>	<b>2,77</b>	<b>4,38</b>	<b>2,85</b>	<b>1,54</b>	0,5
Nitriți (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	0,013	0,018	0,17	0,01	0,014	0,003	0,32	0,5
Nitrați (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	<0,5	2,78	6,80	0,63	<0,5	<0,5	0,80	50,0
Duritatea totală, mol/m <sup>3</sup> ,max.	<b>14,6</b>	6,8	5,9	<b>21,5</b>	0,25	0,95	7,0	7,0
Sodiu (Na <sup>+</sup> ), mg/L	169,4	90,9	70,6	<b>270,5</b>	<b>500,0</b>	<b>275,0</b>	<b>246,5</b>	200,0
Fier (Fe) total, mg/L	0,17	<b>0,30</b>	<0,1	<b>0,78</b>	0,14	<0,1	<b>0,4</b>	0,2
Fluoruri (F <sup>-</sup> ), mg/L	0,65	0,57	0,64	0,34	<b>5,61</b>	<b>1,95</b>	1,07	1,5
Sulfați (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), mg/L	<b>424,5</b>	147,6	106,7	<b>908,5</b>	<b>266,0</b>	90,0	<b>258,5</b>	250,0
Cloruri (Cl <sup>-</sup> ), mg/L	44,3	33,7	26,6	106,4	42,5	46,09	56,72	250,0
Mangan (Mn), mg/L	0,016	0,009	0,030	<b>0,40</b>	-	<0,005	<0,005	0,05
Indicele de hidrogen (pH)	7,33	7,82	7,89	7,67	8,66	8,41	8,06	≥6,5 și ≤9,5
Oxidabilitatea, mgO <sub>2</sub> /L	1,44	1,20	0,72	2,0	-	4,56	1,12	5,0
Reziduu sec, mg/L	1274,8	599,6	502,8	<b>2189,6</b>	1460,8	752,4	1029,2	1500,0

Probele de apă prelevate din fântânile arteziene sunt caracterizate de conținutul înalt de amoniac și ioni de amoniu. Conținut mărit de amoniac și ioni de amoniu s-a depistat în 6 din cele 7 probe, valoarea cea mai înaltă întrece valoarea maximal admisibilă de 8,76 ori (Sat. Sipoteni , r-nul Călărași). Ionul de sodiu și ionii sulfat s-au depistat în cantități mai mari în 4 din 7 probe analizate, ionul de sodiu întrece de 2,5 ori în cazul celei mai mari valori, iar ionul sulfat 3,63 ori. Limita maximal admisibilă este depășită și în 3 din 7 cazuri, pentru ionul de fier cea mai mare valoare fiind de 3,9 ori mai mare (com. Onițani, r-nul Criuleni). Duritatea totală, hidrogenul sulfurat și ionul de sulf, ionul de fluor întrec limita stabilită în 2 cazuri din 7 evaluate, ionul de mangan, reziduu sec – doar în una din probe. Ionul nitrit, ionul nitrat, ionul de clor, indicile de hidrogen și oxidabilitatea nu depășesc limita admisibilă nici în una din probele de apă prelevate.

În Figura 2 este prezentat numărul procentul de probe pentru fiecare indice în parte care nu corespunde cu volorile CMA stabilite de lege.



**Figura 2.** Numărul de probe (%) analizate ale căror rezultate nu corespund cu CMA

## CONCLUZII

1. S-a studiat calitatea apei a 15 probe prelevate din surse de apă subterană, dintre care 7 probe prelevate din fântâni arteziene, 4 probe prelevate din izvoare și 4 probe prelevate din fântâni de mină, toate amplasate în zona centru a Republicii Moldova. Analiza rezultatelor obținute denotă că doar o singură probă prelevată din izvorul din comuna Slobozia-Dușca, r-nul Criuleni a îndeplinit cerințele de calitate a apei potabile.
2. S-a demonstrat că în proporție de 93% sursele analizate de apă, din r-nul Criuleni și din r-nul Călărași, nu au îndeplinit cerințele Legii nr. 182 din 19.12.2019 după minim unu sau mai mulți parametri, cantitatea de exces din concentrația maximă admisă variază foarte mult chiar și într-o singură localitate.
3. Studiul dat repetat aduce în atenție problema acută a accesului populației, la apa potabilă de calitate și necesitatea dezvoltării și implementării tehnologiilor moderne de purificare.

## REFERINȚE

1. KUANG, X. et al. The changing nature of groundwater in the global water cycle. In: *Science*. 2024. vol. 383, No. 6686, p. 1-5. DOI: 10.1126/science.adf0630
2. DANDARA, A., CIOBANU, M. Calitatea apei din Republica Moldova. În: *Conferința tehnico-științifică a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților*,

- 15-23 noiembrie 2013. Chișinău: Tehnica-UTM, 2014, vol. 2, p. 466-469. ISBN 978-9975-45-312-7.
3. LAPWORTH, D.J., et al. Groundwater quality: Global threats, opportunities and realising the potential of groundwater. In: *Science of The Total Environment*. 2022. vol. 811, p. 152471. ISSN 0048-9697, În: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152471>
  4. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2014. p. 37-38. În: [https://statistica.gov.md/public/files/publicatii\\_electronice/Mediu/Resurse\\_naturale\\_2014.pdf](https://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/Mediu/Resurse_naturale_2014.pdf) [Accesat: 08.09.2024].
  5. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2015. p. 38-39. În: [https://statistica.gov.md/public/files/publicatii\\_electronice/Mediu/Resurse\\_naturale\\_2015.pdf](https://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/Mediu/Resurse_naturale_2015.pdf) [Accesat: 08.09.2024].
  6. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2016. p. 38-39. În: [https://statistica.gov.md/public/files/publicatii\\_electronice/Mediu/Resurse\\_naturale\\_2016.pdf](https://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/Mediu/Resurse_naturale_2016.pdf) [Accesat: 08.09.2024].
  7. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2017. p. 38-39. În: [https://statistica.gov.md/public/files/publicatii\\_electronice/Mediu/Resurse\\_naturale\\_2017.pdf](https://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/Mediu/Resurse_naturale_2017.pdf) [Accesat: 08.09.2024].
  8. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2018. p. 40-41. În: [https://statistica.gov.md/files/files/publicatii\\_electronice/Mediu/Resurse\\_naturale\\_2018.pdf](https://statistica.gov.md/files/files/publicatii_electronice/Mediu/Resurse_naturale_2018.pdf) [Accesat: 08.09.2024].
  9. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2019. p. 41-42. În: [https://statistica.gov.md/public/files/publicatii\\_electronice/Mediu/Resurse\\_naturale\\_2019.pdf](https://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/Mediu/Resurse_naturale_2019.pdf) [Accesat: 08.09.2024].
  10. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2020. p. 42-43. În: [https://statistica.gov.md/public/files/publicatii\\_electronice/Mediu/Resursele\\_naturale\\_2020.pdf](https://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/Mediu/Resursele_naturale_2020.pdf) [Accesat: 08.09.2024].
  11. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2021. p. 46-47. În: [https://statistica.gov.md/files/files/publicatii\\_electronice/Mediu/Resursele\\_naturale\\_2021.pdf](https://statistica.gov.md/files/files/publicatii_electronice/Mediu/Resursele_naturale_2021.pdf) [Accesat: 08.09.2024].
  12. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2022. p. 49-50. În: <https://statistica.gov.md/files/>

- files/publicatii\_electronice/Mediu/Resursele\_naturale\_editia\_2022.pdf [Accesat: 08.09.2024].
13. Biroul Național de Statistică, Culegere statistică „Resursele naturale și mediul în Republica Moldova”, ediția 2023. p. 48-49. În: [https://statistica.gov.md/files/files/publicatii\\_electronice/Mediu/Resursele\\_naturale\\_editia\\_2023.pdf](https://statistica.gov.md/files/files/publicatii_electronice/Mediu/Resursele_naturale_editia_2023.pdf) [Accesat: 08.09.2024].
  14. *Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2022*. Serviciul Hidrometeorologic de Stat, ©2024. În: <https://meteo.md/index.php/meteo/caracterizari-ale-vremii/anul-precedent/> [Accesat: 09.09.2024].
  15. SM SR 7510:2007 Determinarea conținutului de sulfuri. Metoda iodometrică.
  16. ISO 6059:1984 Water quality. Determination of the sum of calcium and magnesium EDTA titrimetric method.
  17. SM SR ISO 9297:2012 Water quality Determination of chloride Silver nitrate titration with chromate indicator (Mohr's method).
  18. SM SR EN ISO 8467:2006 Water quality. Determination of permanganate index.
  19. ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ.
  20. SM SR ISO 6332:2001 Water quality. Determination of iron. Spectrometric method using 1,10-phenanthroline.
  21. ГОСТ 4386-89 Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов.
  22. ГОСТ 31940-2012 Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов.
  23. SM ISO 9964-3:2013 Water quality. Determination of sodium and potassium. Part 3: Determination of sodium and potassium by flame emission spectrometry.
  24. SM SR EN ISO 10523:2014 Water quality. Determination of pH.
  25. SM STAS 9187:2014. Surface, underground and waste waters. Residuum determination.
  26. Legea privind calitatea apei potabile nr. 182 din 19.12.2019. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2020, nr. 1-2 art. 2, p. 11 Anexa.

*NOTĂ.* Acest studiu a fost realizat în cadrul subprogramului de cercetare, cod: 010603, „Cercetări avansate în chimia computațională și ecologică, identificarea procedeele tehnologice de tratare, formare a calității și cantității apelor”. Mulțumiri: Elena BOTIZAT, Victor CIO-LAC, ingineri laboratorului Chimia Apei (ILAS), Institutul de Chimie al Universității de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova pentru aportul adus la determinarea unor indicatori de calitate a apei analizate.