

УДК 543.3:628.1

Мільович С.С., к.х.н., доц.; Галла-Бобик С.В., к.х.н., доц.

ФІЗІОЛОГІЧНА ПОВНОЦІННІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ ПИТНОЇ ВОДИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ У м.УЖГОРОД

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, вул. Підгірна, 46.

e-mail: stepan.milyovich@uzhnu.edu.ua

Якість питної води є одним найважливіших факторів впливу на здоров'я людини. Водночас вона є вагомим джерелом надходження мінералів і мікроелементів. Внесок води у їх загальне споживання складає від 1 до 20%.

Згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» фізіологічна повноцінність мінерального складу питної води характеризується 9 показниками, однак 6 з них не є обов'язковими, а тому і не визначаються станціями водопідготовки.

Результати дослідження відібраних 11 проб води з водогінної мережі найбільш густонаселених мікрорайонів м. Ужгорода вказують на те, що значення сухого залишку у 2 випадках було нижчим за фізіологічно оптимальне; загальна лужність, загальна жорсткість, вміст натрію, калію і магнію знаходилися в межах нормативних значень. Тільки 3 проби за вмістом кальцію відповідали вимогам до мінерального складу води, у решті – концентрація катіону вищою за верхню межу. Вміст флуоридів у питній воді у десять разів нижчий за оптимальний, що є фактором ризику розвитку карієсу. Концентрація йоду у 3-5 разів нижча за рекомендовану, що зумовлює (разом з іншими факторами) високу поширеність захворюваності населення на йододефіцитні захворювання.

Ключові слова: водогінна мережа; питна вода; мінеральний та мікроелементний склад води; вплив на здоров'я людини.

Якісна питна вода за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я є одним із ключових факторів збереження здоров'я людини. Водночас, вона повинна бути не тільки безпечною для вживання, але й бути фізіологічно повноцінною, забезпечуючи значну частину щоденного споживання мінеральних речовин [1]. Неналежний її мінеральний склад збільшує частоту та поширеність окремих нозологічних форм, особливо захворювань сечовидільної, травної, серцево-судинної, опорно-рухової та ендокринної систем [2].

Надходження мікро- та макроелементів забезпечується за рахунок продуктів харчування та питної води. Дисбаланс вмісту мікроелементів може призводити до порушення функціонування багатьох систем організму та викликати хвороби з загальною назвою мікроелементози [3].

Згідно вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної,

призначеної для споживання людиною» фізіологічна повноцінність мінерального складу питної води характеризується 9 показниками, однак загальна лужність, вміст натрію, калію, кальцію, магнію і йоду при дослідженні безпечності та якості питної води не потребує їх обов'язкового контролю [4].

У рамках приєднання України до Європейського Союзу необхідно адаптувати вимоги до якості питної води до європейських. Перш за все, Європейський Союз вимагає, щоб ці вимоги були прописані на рівні закону, а не нормативного документу, інакше вся вода в Україні буде вважатися технічною. Крім того, ДСанПіН 2.2.4-171-10 не містить 23 показники безпечності та якості води, які є у Директиві (ЄС) 2020/2184 про якість води, призначеної для споживання людиною.

Методика експерименту

Для дослідження фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води у м. Ужгороді проби були відібрані з водогінної мережі у 11 найбільш густонаселених мікрорайонах (рис. 1).

- 1 – Червениця;
- 2 – БАМ;
- 3 – Шахта;
- 4 – Компотний;
- 5 – Великий Галагов;
- 6 – Мала Прага;
- 7 – Боздош;
- 8 – Свепомоц;
- 9 – Вербник;
- 10 – Станційний;
- 11 – Промисловий.

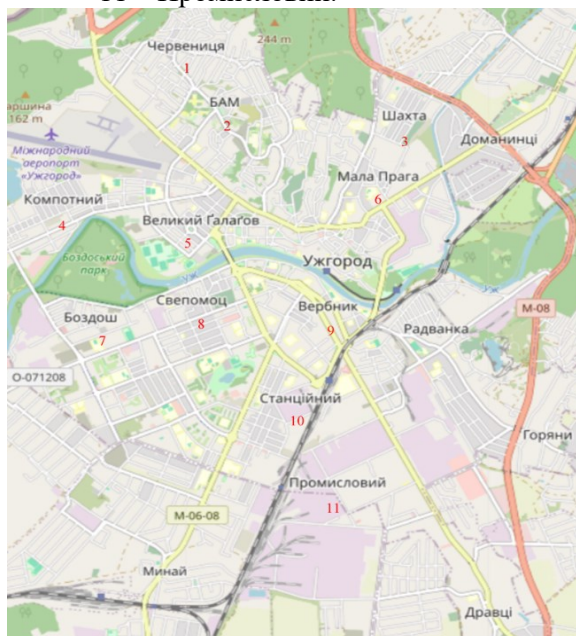


Рис. 1. Карта районів Ужгорода.

Визначення сухого залишку проводили ваговим методом [5], загальної лужності – титриметричним методом [6], а загальної жорсткості – комплексометричним методом [7]. Вміст кальцію та магнію проводили комплексометрично з кальконкарбоною кислотою та еріохромом чорним Т [8, 9], а калію, натрію, флуорид іонів та йоду – потенціометрично з використанням іон-селективних електродів з використанням хлорсрібного електроду у якості електроду порівняння на іономірі «Екотест-120».

Одержані результати та їх обговорення

Значення сухого залишку коливалося від 172 мг/дм³ до 496 мг/дм³, що відповідає вимогам до безпечності питної водопровідної води, але у пробах 1 і 11 було нижчим за фізіологічно оптимальне 200-500 мг/дм³ (рис. 2).

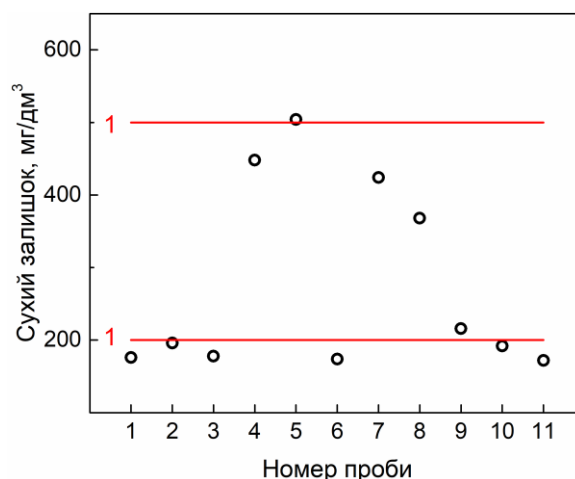


Рис. 2. Значення сухого залишку у відібраних пробах води.
(1 - межі нормативних значень)

Загальна лужність, яка є важливою для підтримання певного кислотно-лужного балансу організму складала 2,25-3,75 ммоль/дм³ при нормативному значенні – 0,5-6,5 ммоль/дм³.

Визначена загальна жорсткість (2,5-6,9 ммоль/дм³) також знаходилася в межах норми (1,5-7,5 ммоль/дм³).

Відомо, що кальцій і магній є важливими мінералами для розвитку міцних кісток і зубів, а також для роботи серцево-судинної системи. Тільки проби 1,2 і 11 за вмістом кальцію (рис. 3) відповідали вимогам до мінерального складу води (25-75 мг/дм³), а у 8 пробах концентрація катіону була більше верхньої межі (76,2-98,2 мг/дм³).

Водночас, клінічно переконливих даних про вплив високих концентрацій кальцію у питній воді немає. Згідно висновку ВООЗ на Женевській конференції, жорстка вода не має відомих несприятливих наслідків для здоров'я [10], навпаки – це може слугувати суттєвим джерелом його надходження в організм людини [11].

Що стосується вмісту магнію, то при визначених його концентраціях від 10,0 до 23,1 мг/дм³, вони відповідали нормативним вимогам (10-50 мг/дм³).

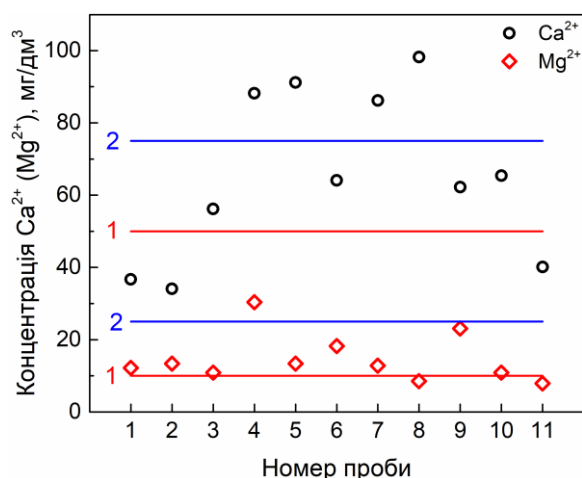


Рис. 3. Вміст іонів кальцію та магнію у відібраних пробах води (1 - межі нормативних значень для магнію, 2 - для кальцію).

Калій і натрій необхідні для підтримання гомеостазу, передачі нервового імпульсу та регуляції м'язових скорочень. Вміст натрію становив 9,7-17,6 мг/дм³, а калію 2,7-7,9 мг/дм³, при нормі 2-20 мг/дм³ (рис. 4).

Наявність оптимальних концентрацій флуору у питній воді відіграє важливу роль для мінералізації кісток і зубів. Його вміст у проаналізованих зразках питної води коливався від 70,1 до 113,5 мкг/дм³ (Табл. 1), що значно нижче нормативних значень, які

становлять 700-1200 мкг/дм³ і пов'язано з нестачею цього мікроелемента у природних водах регіону та є причиною значного поширення карієсу [12].

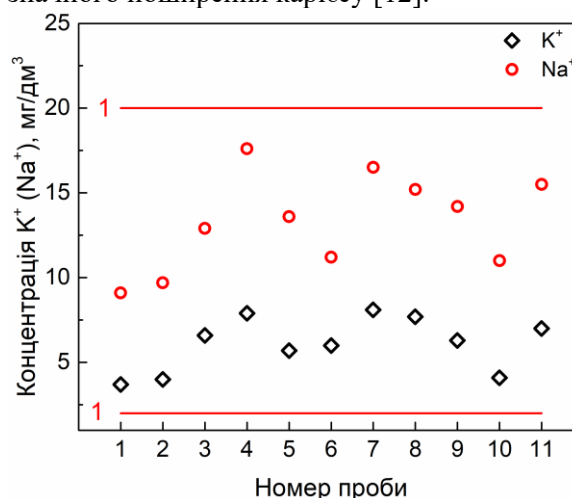


Рис. 4. Вміст іонів калію і натрію у відібраних пробах води (1 - межі нормативних значень для калію та натрію).

Оскільки Закарпатська область відноситься до геохімічних провінцій з недостатньою кількістю йоду у навколишньому середовищі [13], його концентрація у питній воді коливалася від 5,79 до 6,35 мкг/дм³, при оптимальній 20-30 мкг/дм³ (Табл. 1), що зумовлює високу поширеність захворюваності населення на йододефіцитні захворювання.

Таблиця 1. Коефіцієнти кореляції кінетичної моделі Еловича.

Показники мкг/дм ³	Проба											Нормативи [ДСанПіН 2.2.4-171-10]*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Флуориди	100,2	70,1	94,3	77,6	75,3	105,4	79,2	76,5	113,5	80,1	111,7	700-1200
Йод	6,11	5,79	6,19	5,84	6,03	5,99	5,87	6,28	6,35	6,28	6,20	20-30

Висновки

У всіх проаналізованих пробах загальна лужність і жорсткість, вміст магнію, натрію та калію відповідають вимогам до фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води. Сухий залишок у двох пробах менше нормативних значень, а концентрація кальцію у 8 пробах більше верхньої межі. Вміст флуоридів у питній воді у десять разів нижчий за оптимальний, що вимагає запровадження фторування води на

станціях водопідготовки. Концентрація йоду у 3-5 разів нижча за рекомендовану, що вимагає постійної профілактики йододефіцитних захворювань.

Список використаних джерел

- Rosborg I., Kozisek F. Drinking water minerals and mineral balance: Importance, health significance, safety precautions. *Springer International Publishing*, 2020. P.175. Doi: 10.1007/978-3-030-18034-8.

2. Polvonova G., Umbrek Q. The influence of the Mineral Composition of Drinking Water on Public Health. *IJARST*. 2023, 3(2). Doi:10.48175/IJARST-8352.
3. Гомонай В.І., Мільович С.С. Медична хімія: підручник. Вінниця: Нова книга, 2016. С. 672.
4. *ДСанПіН 2.2.4-171-10*. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Чинний з 12.05.2010.
5. *МБВ № 081/12-0109-03*. Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика визначення масової концентрації сухого залишку (розчинених речовин) гравіметричним методом. Чинний з 30.06.2004.
6. *ДСТУ ISO 9963-1:2007*. Якість води. Визначення лужності. Частина 1. Визначення загальної та часткової лужності (ISO 9963-1:1994, IDT). Чинний з 01.01.2009.
7. *ГОСТ 4151-72*. Вода питна. Метод визначення загальної жорсткості. Термін дії продовжено згідно з наказом від 06.12.2017, № 395.
8. *ДСТУ ISO 6058-2003*. Якість води. Визначення кальцію. Титриметричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти. Чинний з 01.07.2004.
9. *ДСТУ ISO 6059:2003*. Якість води. Визначення сумарного вмісту кальцію та магнію. Титриметричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти (ISO 6059:1984, IDT). Чинний з 01.07.2004.
10. Hardness in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. 2010. – Режим доступу: <https://iris.who.int/handle/10665/70168>.
11. Matamoros N., Puchulu M. B., Colman Lerner J.E., Mauri-Sintjago E., Lopes J.L., Sosio V., Belizan J.M., Porta A., Cormick G. Feasibility of increasing calcium content of drinking tap water following quality regulations to improve calcium intake at population level. *Gates Open Res.* 2024, 8–5. – Режим доступу: <https://gatesopenresearch.org/articles/8-5>.
12. Клітинська О., Зорівчак Т. Ретроспективний аналіз поширеності карієсу тимчасових зубів та його ускладнень у дітей Закарпатської області. *Вісник стоматології*. 2022, 120(3), 98–103.
13. Тронько М.Д., Кравченко В.І., Бондар Т.В. Дослідження йодної забезпеченості населення України в межах проєкту Steps «Вивчення поширеності факторів ризику неінфекційних захворювань» Всесвітньої організації охорони здоров'я. *Ендокринологія*. 2022, 27(3), 203–213.

Стаття надійшла до редакції: 30.04.2025

Прийняття до друку після рецензування: 05.06.2025

Публікація: 01.07.2025

PHYSIOLOGICAL COMPLETENESS OF THE MINERAL COMPOSITION OF DRINKING WATER FROM THE CENTRALIZED WATER SUPPLY SYSTEM IN UZHGOROD

Milyovich S.S., Halla-Bobik S.V.

Uzhhorod National University. 88000. Uzhhorod. Pidhirna str..46;

The quality of drinking water is one of the most important factors affecting human health. At the same time, it is a significant source of minerals and trace elements. Water contributes between 1 and 20% to their total consumption.

According to State Sanitary Norms and Rules 2.2. 4-171-10 “Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption” the physiological completeness of the mineral composition of drinking water is characterized by nine indicators, but six of them are not mandatory and therefore are not determined by water treatment plants.

The results of the study of 11 water samples taken from the water supply network of the most densely populated districts of Uzhhorod indicate that the dry residue value in two cases was lower than the physiologically optimal level; total alkalinity, total hardness, sodium content, and total potassium and magnesium content were within the normal range. Only three tests for calcium content met the requirements for mineral composition of water; in the rest, the cation concentration was higher than

the upper limit. The fluoride content in drinking water is ten times lower than optimal, which is a risk factor for tooth decay. The concentration of iodine is 3-5 times lower than recommended, which (along with other factors) leads to a high prevalence of iodine deficiency disorders among the population.

Keywords: water supply network; drinking water; mineral and microelement composition of water; impact on human health.

References

1. Rosborg I., Kozisek F. Drinking water minerals and mineral balance: Importance, health significance, safety precautions. *Springer International Publishing*, 2020. P.175. Doi: 10.1007/978-3-030-18034-8.
2. Polvonova G., Umbrek Q. The influence of the Mineral Composition of Drinking Water on Public Health. *IJAR SCT*. 2023, 3(2). Doi:10.48175/IJAR SCT-8352.
3. Homonai V.I., Milovych S.S. Medychna khimii: pidruchnyk. Vinnytsia: *Nova knyha*, 2016. S. 672.
4. *DSanPiN 2.2.4-171-10*. Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoї dlia spozhyvannia liudynoiu. Chynnyi z 12.05.2010.
5. *MBB № 081/12-0109-03*. Poverkhnevi, pidzemni ta zvorotni vody. Metodyka vyznachennia masovoi kontsentratsii sukhoho zalyshku (rozchynenykh rechovyn) hravimetrychnym metodom. Chynnyi z 30.06.2004.
6. *DSTU ISO 9963-1:2007*. Yakist vody. Vyznachennia luzhnosti. Chastyna 1. Vyznachennia zahalnoi ta chastkovoi luzhnosti (ISO 9963-1:1994, IDT). Chynnyi z 01.01.2009.
7. *HOST 4151-72*. Voda pytna. Metod vyznachennia zahalnoi zhorstkosti. Termin dii prodovzhenozghidno z nakazom vid 06.12.2017, № 395.
8. *DSTU ISO 6058-2003*. Yakist vody. Vyznachennia kaltsiiu. Tytrometrychnyi metod iz zastosuvanniam etylendiamintetraotstovoi kysloty. Chynnyi z 01.07.2004.
9. *DSTU ISO 6059:2003*. Yakist vody. Vyznachennia sumarnoho vmistu kaltsiiu ta mahniiu. Tytrometrychnyi metod iz zastosovuvanniam etylendiamintetraotstovoi kysloty (ISO 6059:1984, IDT). Chynnyi z 01.07.2004.
10. Hardness in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. 2010. – Режим доступу: <https://iris.who.int/handle/10665/70168>.
11. Matamoros N., Puchulu M. B., Colman Lerner J.E., Mauri-Sintjago E., Lopes J.L., Sosio V., Belizan J.M., Porta A., Cormick G. Feasibility of increasing calcium content of drinking tap water following quality regulations to improve calcium intake at population level. *Gates Open Res.* 2024, 8–5. – Режим доступу: <https://gatesopenresearch.org/articles/8-5>.
12. Klitynska O., Zorivchak T. Retrospektyvnyi analiz poshyrenosti kariiesu tymchasovykh zubiv ta yoho uskladnen u ditei Zakarpatskoi oblasti. *Visnyk stomatolohii*. 2022, 120(3), 98–103.
13. Tronko M.D., Kravchenko V.I., Bondar T.V. Doslidzhennia yodnoi zabezpechenosti naselennia Ukrainy v mezhakh proiektu Steps «Vyvchennia poshyrenosti faktoriv ryzyku neinfektsiinykh zakhvoriuvan» Vsesvitnoi orhanizatsii okhorony zdorovia. *Endokrynolohiia*. 2022, 27(3), 203–213.