

ОЦІНКА ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ ДЖЕРЕЛ ПЕРЕМИШЛЯНЩИНИ

Репета В.Б., Криховець О.В., Кукура В.В.

Українська академія друкарства

вул. Під Голоском, 19, 79020, м. Львів

vreneta@gmail.com, olexandrakrykhov@gmail.com

Вода є стратегічним ресурсом, який забезпечує життєдіяльність людей та економічний розвиток суспільства в цілому. Питання ефективного використання водних ресурсів та їх забруднення належить до основних цілей сталого розвитку. Ухвалена Конференцією ООН у 2023 році Водна програм дій акцентує увагу на проблемах та пошуку шляхів вирішення водної кризи і передбачає стале управління водними ресурсами. Для нашої країни питання забезпечення питною водою набуває особливої ваги в сучасних умовах воєнного стану. Через забруднення і виведення з використання значної кількості природних водойм можливості доступу до чистої води значно обмежились. Вивчення хімічні показники якості джерельної води та їх відповідність нормативам санітарно-хімічних показників є необхідною складовою пошуку можливих джерел водопостачання. Оскільки територія Перемишлянського району Львівської області щодо оцінки якості поверхневих вод характеризується як чиста або помірно забруднена, для дослідження вибрано шість місцевих природних джерел. Наведено локалізацію досліджуваних джерел питної води. Відбір проб води та дослідження хімічних показників виконувались згідно з діючими стандартами. Визначено основні компоненти хімічного складу води цих джерел, та проведена їх оцінка відповідності вимогам Державних санітарних норм. У відібраних зразках води загальна мінералізація знаходиться в межах 127–276 мг/л, а водневий показник в межах 7,31–7,75 характеризує воду досліджуваних джерел як слабо лужну. При загальній жорсткості 4,9–6,5 ммоль/дм³ воду із цих джерел можна віднести до води середньої жорсткості. Це відповідає допустимим значенням як фізико-хімічного показника так і показника фізіологічної повноцінності води згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10. Вміст нітратів у досліджуваній воді в середньому в п'ять разів менший за допустиме значення. Отже, зразки води із джерел, розташованих у Перемишлянській територіальній громаді Львівської області, із позицій хімічних показників характеризуються значеннями, які знаходяться в межах рекомендованих ДСанПіН 2.2.4-171-10 щодо безпечності та якості питної води. *Ключові слова:* водні ресурси, хімічні показники, мінералізація, жорсткість води.

Evaluation of chemical indicators of water quality in the Peremyshlyany region. Repeta V., Krykhovets O., Kukura V.

Water is a strategic resource essential for sustaining human life and fostering the economic development of society as a whole. The issue of efficient use of water resources and their pollution is one of the key goals of sustainable development. The UN Conference adopted the Water Action Program in 2023, focusing on addressing water crisis issues and seeking ways to ensure sustainable water resource management. In our country, ensuring access to drinking water becomes particularly crucial in the current conditions of a state of war. Due to pollution and depletion of a significant number of natural water reservoir, the possibilities of accessing clean water have been significantly restricted. Studying the chemical indicators of the quality of water sources and their compliance with sanitary-chemical standards is a necessary component of searching for potential water supply sources. As the territory of the Peremyshlyany district in the Lviv region is characterized as either clean or moderately polluted in terms of the assessment of surface water quality, six local natural sources were chosen for investigation. The locations of the studied drinking water sources are provided. Water sampling and chemical parameter investigations were conducted in accordance with existing standards. The main components of the chemical composition of water from these sources were determined, and their compliance with the requirements of State sanitary norms was assessed. In the collected water samples, the total mineralization ranged from 127 to 276 mg/l, and the hydrogen index within 7.31–7.75 characterized the water of the studied sources as slightly alkaline. With a general hardness of 4.9–6.5 mmol/dm³, the water from these sources can be classified as moderately hard, corresponding to acceptable values both as a physico-chemical indicator and a measure of physiological completeness of water according to the State Sanitary Norms 2.2.4-171-10. The nitrate content in the investigated water was on average five times lower than the permissible value. Therefore, water samples from the sources located in the Peremyshlyany district of the Lviv region, in terms of chemical indicators, are characterized by values within the recommended limits of the State Sanitary Norms 2.2.4-171-10 regarding the safety and quality of drinking water. *Key words:* water resources, chemical parameters, mineralization and water hardness.

Постановка проблеми. Економічний розвиток суспільства неможливий без наявності такого стратегічного ресурсу як вода. Впливаючи на екосистему Землі в цілому, вода є основним чинником забезпечення життєздатності кожної людини зокрема. На даний час запаси прісної води на планеті складають 2,5% від усіх водних ресурсів. Обсяги прісної підземної води становлять приблизно 10530000 км³ (0,76% від загальних світових ресурсів і 30,1% від загальних ресурсів прісної води). Підземні води залишаються

найбільшим легкодоступним джерелом прісної води [1]. Антропогенна діяльність людства призводить до того, що підземні води можуть не відповідати вимогам до питної води через підвищений вміст хімічних сполук, нітратів і бактеріологічного забруднення. Фахівцями рекомендується щодня вживати 7–8 склянок води. Але більшість людей споживає недостатньо води, не кажучи вже про її якість [2]. Для здоров'я важливо, щоб вода, яка вживається для пиття і приготування їжі, була максимально чистою. Отже, важ-

ливо знати хімічні показники якості джерельної води та їх відповідність нормативам санітарно-хімічних показників безпечності і показникам фізіологічної повноцінності мінерального складу води.

Актуальність дослідження. Питання якості та безпечності води є важливим з огляду на необхідність забезпечення якісною водою як для господарсько-побутових цілей так і для промислового використання. Якщо говорити про тенденції щодо забезпечення людства якісною питною водою, то ЄС прийняв у грудні 2020 року зміни до Директиви про питну воду. Директива набула чинності в січні 2021 року, відповідно до неї усі держави ЄС мають перенести вимоги Директиви в національне законодавство та виконати її положення до 12 січня 2023 року. Врахування нових змін дозволить додатково захистити здоров'я людей завдяки оновленим стандартам якості води, боротьбою з проблемними забруднювачами, такими як речовини, що порушують роботу ендокринної системи, з мікропластиком [3]. У 2023 році (22.03–24.03) ООН провела Конференцію «Вода для сталого розвитку», метою якої було акцентування уваги на проблемах використання водних ресурсів і їх забрудненню та пошуку шляхів вирішення водної кризи. Учасники Конференції, серед яких були представники України, ухвалили Водну програму дій, що передбачає стале управління водними ресурсами [4].

Наша країна бере участь у глобальних процесах досягнення Цілей сталого розвитку. Особливої актуальності забезпечення якісною питною водою набуває в умовах воєнного стану та відновлення країни для попередження цілої низки інфекційних захворювань та хвороб, що пов'язані з хімічним забрудненням води.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Підземні води і джерела становлять частину водного фонду України. Згідно зі ст. 11 «Водного кодексу України» [5], громадяни мають право «одержувати у встановленому порядку інформацію про стан водних об'єктів, джерела забруднення та використання вод...», що вказує на відповідність наукового дослідження напрямам державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки. У роботі представлено результати аналізу води джерел Перемишлянської територіальної громади для наступного моніторингу її відповідності встановленим вимогам.

Відповідно до діючих стандартів, питна вода повинна бути безпечна в епідеміологічному, радіаційному відношенні, нешкідлива за хімічним складом і мати сприятливі органолептичні властивості. Якість води визначається цілим рядом показників, гранично допустимі значення яких, задаються відповідними нормативними документами. Для цього в Україні діють Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання

людиною» [6] та Державні санітарні норми і правила «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченням якості питної води на сьогоднішній день займаються ряд вчених. Дослідження якості питної води за хімічними показниками свідчать про незадовільний стан питної води централізованого водопостачання, яка є непридатною для пиття. Оскільки стан здоров'я населення залежить від якості питної води, тому необхідно покращувати ситуацію з забезпеченням доброякісною питною водою, впроваджувати заходи щодо належної очистки стічних вод, контролю стану підземних та поверхневих джерел водопостачання, оновлення водопровідних мереж [8, 9]. Результати дослідження якості питної води за фізико-хімічними та бактеріологічними показниками з централізованого водопостачання, різних природних джерел, фасованої та води з пунктів розливу показують, що найбільш придатною для пиття є вода із свердловини при встановленні додаткових фільтрів для очищення. Не дивлячись на відповідність води при подачі з резервуару водоканалу санітарним нормам, одержані результати лабораторних досліджень свідчать про незадовільний стан питної води централізованого водопостачання [9].

Вивчення санітарно-хімічних та мікробіологічних показників якості води у одинадцяти джерелах міста Львова [10] показує, що гігієнічним вимогам відповідає лише вода трьох джерел: Брюховичі, вул. Львівська 2, Львів, вул. Черемшини та с. Раковець, відповідно і придатною для споживання. Воду решти джерел на території міста Львова не рекомендовано використовувати для питних потреб. У роботах [11, 12] проаналізовано хімічний склад вод популярних джерел Львівщини, котрі використовуються мешканцями Львівської області як альтернатива водопровідній воді. Було досліджено якість води 20 джерел у Львівській області: 5 у м. Львові та 15 – у восьми районах області. Встановлено, що для щоденного вживання можна використовувати воду восьми джерел (Раковець, Хоросно, П'ятничани, Хватів, Пługів, Урич, Меденичі і Криниця). Джерельна вода з Високого Замку, Млинків та Верблян без водопідготовки непридатна до щоденного вживання. За параметрами фізіологічної повноцінності найкращою визнана вода із Хватова та Меденич [11].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Зважаючи на важливість питання забезпечення водою та з огляду того, що згідно картограм оцінки якості поверхневих вод [2] територія Перемишлянського району характеризується як чиста або помірно забруднена, актуальним є дослідження якісного складу води місцевих природних джерел. Тому **метою** нашого дослідження було визначення основних компонентів хімічного складу

води місцевих природних джерел та оцінка відповідності вимогам регламентуючих документів.

Новизна. У роботі наведено результати дослідження основних компонентів хімічного складу води природних джерел Перемишлянської територіальної громади Львівської області та проведена оцінка відповідності вимогам Державних санітарних норм.

Матеріали та методи дослідження. Для досліджень вибрано джерела, воду яких споживає місцеве населення. Локалізацію досліджуваних джерел питної води представлено на рис. 1. Проби води були відібрані в місяці квітні 2023 року.

Проби води відбиралися відповідно до ДСТУ ISO 5667-2:2003 [13]. Дослідження з визначення хімічних показників води виконувались згідно діючих стандартів [14]. Відповідність якості питної води встановлювали шляхом порівняння отриманих результатів із нормативами, зазначеними у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [6]. Для визначення кислотності, мінералізації і електропровідності використано прилад EZ-9908 (Китай). Визначення концентрації нітратів у воді проводили за допомогою Нітратоміра Н-405 (Україна).

Викладення основного матеріалу. Природна вода із шести джерел являє собою прозору безбарвну рідину, без запаху. У відібраних зразках води визначали загальну мінералізацію, водневий показник, загальну та карбонатну жорсткість, вміст йонів Кальцію, Магнію та нітратів (табл. 1).

Мінералізація води визначається загальним вмістом солей. Зазвичай, добрим вважається смак води при загальному вмісті солей до 600 мг/л [6]. У досліджуваних зразках води найнижче значення загальної мінералізації в пробі 2 (джерело с. Ушковичі) – 127 мг/л, а найвище в пробі 1 (джерело с. Затемене) – 276 мг/л. Показники загальної мінералізації для всіх шести проб знаходяться в межах норми і характеризують воду як низькомінералізовану. Агентство з охорони навколишнього середовища (ЕРА) рекомендує для питної води значення провідності менше 1000 мкСм/см [15]. У досліджуваних зразках води експериментально визначені значення провідності не перевищують 560 мкСм/см.

Водневий показник визначається концентрацією йонів Гідрогену у воді. Він характеризується величиною рН. Згідно з вимогами [6], нормальний рівень рН питної води становить від 6,5 до 8,5. Вода з низьким чи високим показником рН є не придатною для щоденного вживання. Як видно з даних у таблиці 1, рН досліджуваних проб води знаходиться в межах норми. Значення рН досліджуваних зразків в межах 7,31–7,75 характеризує воду як слабо лужну, що є важливим для її можливого використання в питних цілях.

Присутність у воді розчинених солей Кальцію і Магнію визначає її жорсткість. Жорсткість води поділяють на тимчасову (карбонатну) і постійну (некарбонатну). Тимчасова жорсткість води зумовлена присутністю у воді гідрокарбонатів, а постійна – хлоридів, сульфатів кальцію і магнію.

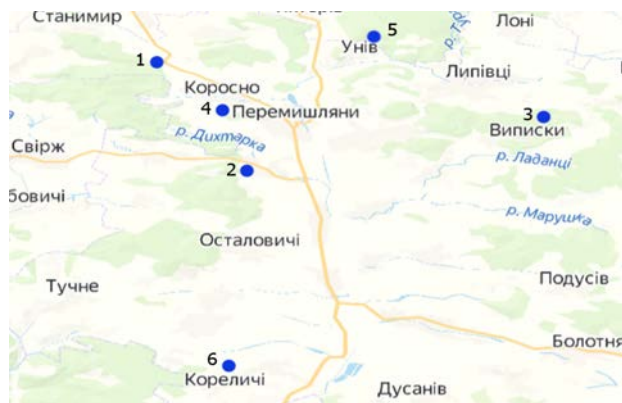


Рис. 1. Локалізація досліджуваних джерел Перемишлянської ТГ:

1 – с. Затемене; 2 – с. Ушковичі; 3 – с. Виписки;
4 – місцевість «Синій камінь» (м. Перемишляни);
5 – с. Унів; 6 – с. Кореличі

Загальна жорсткість являє собою суму карбонатної і некарбонатної жорсткості. Титриметричним методом аналізу (титрування робочим розчином трилону Б в присутності амонійного буферного розчину і розчину індикатора хромогену чорного) встановлено, що найбільшою загальною жорсткістю характеризуються проби з джерел 1 і 3. Відомо, що вода з жорсткістю менше 2 ммоль/л називається м'якою, від 2 до 10 – середньою і більше 10 – твердою. Отже, проби з усіх досліджуваних джерел вказують, що їх вода характеризується середньою жорсткістю і відповідає згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10. допустимим значенням як фізико-хімічного показника так і показника фізіологічної повноцінності води Титруванням хлоридною кислотою у присутності метилоранжу було встановлено тимчасову жорсткість, яка для усіх проб лежить у межах 4,70–5,85 ммоль-екв/дм³.

З результатів дослідження також видно, що проба 3 характеризується дещо вищим у порівнянні з іншими зразками вмістом нітратів 21,7 мг/л. Хоча даний показник не перевищує норми, тривале споживання такої води може викликати небажані зміни в організмі людини, оскільки містить підвищену кількість нітратів і має більшу карбонатну жорсткість.

Загалом результати аналізу води із цих шести джерел підтверджують дані щодо екологічної ситуації питних вод України, які наведені в роботі [2], згідно з якими повітря і ґрунти території з досліджуваними джерелами води оцінюються як «умовно чисті».

Головні висновки. Для забезпечення сталого управління водними ресурсами необхідно складовою є дослідження можливих джерел водопостачання. Тому важливим завданням є вивчення хімічного складу води джерел «умовно чистих» з екологічної точки зору територій. Вода із досліджуваних джерел, розташованих у Перемишлянській територіальній громаді Львівської області, характеризується значеннями хімічних показників, які

Хімічні показники якості води

Показник	*Допустимий показник	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6
pH	6,5–8,5	7.31	7.75	7.32	7.50	7.53	7.59
Провідність, мкСм/см	-	500	255	349	373	560	309
Загальна мінералізація, мг/л	≤1000	248	127	175	186	276	154
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	≤7,0–10,0	7.10	4.90	6.50	5.80	5.90	5.76
Карбонатна жорсткість, ммоль/дм ³	-	5.85	4.70	5.85	4.80	5.72	5.0
Кальцій, мг/дм ³	25–75	122.2	78.1	114.3	90.2	100.2	96.2
Магній, мг/дм ³	10–50	12.15	12.15	9.72	15.80	10.94	11.66
Нітрати, мг/дм ³	≤50	13.0	6.7	21.7	13.6	7.6	11.6

* – згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 [5].

знаходяться в межах рекомендованих ДСанПіН 2.2.4-171-10 щодо безпечності та якості питної води.

Перспективи використання результатів дослідження. Подальші дослідження можуть стосуватися

визначення мікробіологічних параметрів якості джерельної води, що могло б більш повно обґрунтувати можливість використання цієї води для споживчих потреб.

Література

1. Water Resources of the World – Population Dynamics. Ecology Center: веб-сайт. URL: <https://www.ecologycenter.us/population-dynamics-2/water-resources-of-the-world.html> (дата звернення: 11.11.2023).
2. Екологічна ситуація та стан питних вод в Україні. Картохеми. УДНДІ «Укрводгео». 2006. URL: <https://www.ecoleague.net/diialnist/vydannia-vel/ekolohichni-karty/ekolohichna-sytuatsiia-ta-stan-pytnykh-vod-ukrainy> (дата звернення: 12.11.2023).
3. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast) (Text with EEA relevance): Directive (EU) of 16 December 2020. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj> (дата звернення: 14.11.2023).
4. Press Release: Historic UN conference marks watershed moment to tackle global water crisis and ensure water-secure future. Sustainable Development Goals: веб-сайт URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2023/03/press-release-historic-un-conference-marks-watershed-moment-to-tackle-global-water-crisis-and-ensure-water-secure-future> (дата звернення: 14.11.2023).
5. Водний кодекс України : Кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/213/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 13.12.2023).
6. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : Наказ МОЗ України від 12.05.2010 № 400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0452-10> (дата звернення: 01.09.2023).
7. Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру: Наказ МОЗ України від 22.04.2022 № 683. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0564-22> (дата звернення: 1.09.2023).
8. Охріменко О.В., Гафіатулліна О.Г. Оцінка якості питної води за хімічними показниками. *Таврійський науковий вісник*. 2011. № 77. С. 211–214.
9. Матвійчук Н.Г., Матвійчук Б.В., Можарівська І.А. Фізико-хімічні та бактеріологічні показники якості питної води з різних джерел. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2021. № 1 (9). С. 147.
10. Лотоцька-Дудик У., Крупка Н., Галай О., Станько О. Гігієнічна оцінка якості води джерел м. Львова. *Environment & health*. 2013. № 2. С. 60–62.
11. Пилипович О. Оцінка санітарно-хімічних показників безпечності та якості води популярних джерел різних геоструктурних зон Львівщини. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2018. №4(51). С. 87–102.
12. Стан якості води з природних джерел м. Львова. Головне управління Держпродспоживслужби у Львівській області: веб-сайт URL: <https://lvivdpss.gov.ua/stan-yakosti-vody-z-prirodnyh-dzherel-m-lvova> (дата звернення: 1.09.2023).
13. ДСТУ ISO 5667-6:2009. Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків. [Чинний від 2009-07-01]. Київ, УкрНДІЕП, 2009. 24 с. (Інформація та документація).
14. ДСТУ ISO 6059:2003. Якість води. Визначання сумарного вмісту кальцію та магнію. Титриметричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти. [Чинний від 2003-06-10]. Київ, УкрНДІЕП, 2003. 6 с. (Інформація та документація).
15. pH and Conductivity and Drinking Water - NM-Tracking. URL: <https://nmtracking.doh.nm.gov/environment/water/PHConductivity.html> (дата звернення: 14.11.2023).