

УДК 628.1(1-2)

DOI <https://doi.org/10.32782/wba.2024.1.7>

ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ З БЮВЕТІВ ТА СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА ОДЕСА

*Бреус Д.С. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та сталого розвитку
імені професора Ю.В. Пилипенка,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
breusd87@gmail.com*

Вода є другим за важливістю компонентом, необхідним для життя людини. У системі факторів, що формують здоров'я людини, питній воді належить провідна роль. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, 25 % населення мають ризик отримати захворювання, пов'язані з вживанням неякісної питної води. Важливість отримання якісної питної води для населення України підтверджена часом, і зараз, в умовах повномасштабної війни, це залишається однією з головних проблем Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів. У статті розглядаються питання якості питної води, що постачається через бювети та систему централізованого водопостачання в місті Одеса. Проаналізовано результати досліджень води з різних джерел, включаючи бюветні комплекси та централізовану систему водопостачання. Вивчено основні фізико-хімічні показники, такі як рН, жорсткість, вміст натрію, калію, кальцію, нітратів та інших забруднювачів. Оцінено відповідність якості води санітарно-гігієнічним нормам і стандартам. Також досліджено вплив різних факторів, таких, як сезонні зміни, технічний стан водопровідних мереж та джерел водопостачання, на якість питної води. Виявлено основні проблеми та запропоновано рекомендації щодо поліпшення якості питної води для мешканців міста Одеса. Для визначення якості питної води було проведено оцінку вмісту основних хімічних елементів у воді, відібраній на контрольних точках, що розташовані територією міста. Зразки досліджували за допомогою портативних тестерів з іоноселективними електродами. Встановлено, що вміст основних макрокомпонентів у питній воді м. Одеси не перевищує гранично допустимих концентрацій (ГДК), встановлених українським (Державні санітарні правила і норми 2.2.4-171-10) стандартом якості поверхневих вод, призначених для питної потреби. Проведені дослідження показали нагальну потребу в оновленні та вдосконаленні систем водопостачання та водоочищення міста.

Результати дослідження мають важливе значення для забезпечення здоров'я населення міста Одеса та можуть стати основою для розробки стратегій і заходів щодо поліпшення якості питної води в регіоні.

Ключові слова: урбосистема, якість води, ГІС-технології, загальна токсичність, просторовий розподіл, макрокомпоненти.

Постановка завдання. Метою статті є визначення якості питної води в бюветах та у системі централізованого водопостачання міста Одеса.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зараз майже всі великі міста відчувають дефіцит води. Споживання води в них у 10 разів вище, ніж у сільській місцевості, крім того, вода в містах гіршої якості, а іноді й не відповідає санітарним нормам через відсутність відповідних технологій, обладнання та коштів. Вода є основним природним ресурсом, який підтримує життя, екосистеми та людське суспільство. Таким чином, дослідження якісного складу та токсичного забруднення питної води у системах водопостачання великих міст є важливим питанням для сталого розвитку урбанізованих систем [1]. Статтею 15 Закону України «Про систему громадського здоров'я» визначено, що громадяни мають право на питну воду, безпечну для здоров'я та життя.

Відповідно до статті 7 Закону України «Про питну воду та питне водопостачання» держава гарантує захист прав споживачів у сфері питної води та питного водопостачання шляхом забезпечення кожної людини питною водою нормативної якості в межах науково обґрунтованих норм питного водопостачання залежно від району та умов проживання та шляхом здійснення заходів організаційного, науково-технічного, санітарно-епідеміологічного, екологічного, економічного та правового характеру щодо поліпшення якості питної води, розвитку питного водопостачання, захисту джерел і систем питного водопостачання [2].

Одеса є одним із найбільших споживачів водних ресурсів в Україні. Питна вода тут надходить з міської централізованої системи водопостачання. Його протяжність від витоку – річки Дністер до міста – 350 км. Річка протікає по території України та Молдови, де розташовано багато великих промислових і господарських підприємств, які скидають у річку велику кількість стічних вод. Значну роль у питному водопостачанні міста відіграють також бювети, які розташовані у всіх районах міста, і де люди можуть безкоштовно взяти питну воду. В Одесі 16 бюветів, і вони мають різні водоносні горизонти – від 120 до 350 метрів. Усі насоси обслуговує комунальне підприємство, за підрахунками якого щодня послугами бюветів користуються в середньому 45 тис. одеситів. Витрата води на одному бюветі становить 18–20 м³ на добу [3].

Протягом останніх років відповідні органи реєструють невідповідність якості питної води р. Дністер вимогам ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання» щодо джерела питного водопостачання (за бактеріологічними та хімічними показниками), в основному через скиди стічних вод вище водозабору. Підвищилася загальна мінералізація, твердість і вміст хлоридів. Бактеріологічні показники в районі водозабору, перевищують допустимі значення в десятки разів. Особливо гостро ці зміни проявляються взимку, коли річка вкривається льодом, а

також влітку через інтенсивні процеси випаровування та низький рівень води, що знижує її здатність до самоочищення [4].

Водоочищення та водопідготовка дністровської води для подальшого її використання в питних цілях здійснюється на водопровідній станції «Дністер», побудованій у 1873 році в селі Біляївка, що знаходиться за 33 км від Одеси. Середньодобовий запас питної води сьогодні становить близько 700000 м³/добу. Питна вода постачається у Одесу (75 %) та близько 50 населених пунктів області, в тому числі міста Південний, Білгород-Дністровський, Чорноморськ, Біляївка, Овідіополь. Кількість споживачів води становить понад мільйон осіб. Основними споживачами води є населення (69 %), державні підприємства (15,9 %), приватні підприємства (15,1 %).

Станція «Дністер» виконує освітлення, знебарвлення та знезараження води. Після цього вода тече по водопроводах до міста. Розподільча мережа міста (довжиною 1293 км) на 45 % складається з чавунних труб, на 26 % із сталевих і на 29 % із пластикових труб. Основна кількість водопроводів зі значно перевищеним терміном служби. Надзвичайно висока аварійність на трубопроводах призводить до втрат води, перебоїв у нормальному водопостачанні споживачів, збільшення витрат праці на ремонтно-відновлювальні роботи, а головне, сприяє погіршенню епідемічної ситуації в місті. Тривале транспортування води магістральними водопроводами та незадовільний технічний стан розподільної мережі створюють сприятливі умови для розвитку та накопичення мікрофлори, утворення біологічних забруднень та відкладень, що призводить до підвищення загальної токсичності води. Цьому також сприяє наявність у воді органічних речовин і біогенних елементів, які є субстратом для мікрофлори [5].

Внаслідок життєдіяльності та загибелі мікроорганізмів погіршується якість питної води: з'являється неприємний запах, підвищується каламутність і кольоровість, знижуються санітарно-біологічні показники. Відповідно до всього вищевикладеного контроль за якістю питної води є найважливішим питанням сталого розвитку суспільства, яке має великий вплив на здоров'я населення [6].

Виклад основного матеріалу дослідження. Для вивчення вмісту основних макрокомпонентів у воді відбирали проби в контрольних точках, розташованих по всьому місту (рисунок 1). Проби відбирали як з системи централізованого водопостачання (6 контрольних точок), так і з бюветів, що використовуються населенням для питних потреб (16 контрольних точок).

Відбір проб води проводився у лютому 2024 року. Аналізи проб питної води міста Одеса проводились портативними тестерами HoriBa LAQUAtwin з іоноселективними електродами. У рамках дослідження вимірювалися наступні параметри: катіони (Na⁺, K⁺, Ca²⁺), сполуки азоту



Рис. 1. Контрольні точки відбору проб води

(NO_3^-), солі (NaCl), електропровідність (Cond), pH і жорсткість води. За результатами проведених випробувань сформовано картографічний матеріал розподілу досліджуваних елементів у воді [7]. Гранично допустимі концентрації досліджуваних елементів у питній воді згідно з Державними санітарно-хімічними нормами наведені в таблиці 1.

Жорсткість води є одним із найважливіших показників якості, вона негативно впливає на здоров'я людини, а також має негативний вплив на трубопроводи, що призводить до утворення накипу [8]. Цей показник залежить від наявності розчинних і важкорозчинних мінеральних солей, головним чином кальцію (Ca^{2+}) і магнію (Mg^{2+}). Вимірювання жорсткості води має різні стандарти; відповідність одиниць представлена в таблиці 2. Поділ води на типи за німецькими ступенями жорсткості представлено в таблиці 3.

Таблиця 1. Санітарно-хімічні показники безпеки та якості питної води (ГДК)

Назва показника	Стандарт питної води згідно з Державними санітарними правилами і нормами 2.2.4-171-10	
	Централізоване водопостачання	Бювети
Na ⁺ , мг/дм ³	≤200	≤200
K ⁺ , мг/дм ³	2–20	2–20
Ca ²⁺ , мг/дм ³	≤130	25–75
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	≤50	≤10
NaCl, г/дм ³	0,1–0,6	0,1–0,6
Cond, μS/см	<800	<1500
pH	6,5–8,5	6,5–8,5

Таблиця 2. Відповідність одиниць жорсткості води

Жорсткість, мг-екв/дм ³	Кальцієва жорсткість, мг [Ca ²⁺]	Жорсткість, °dH	Жорсткість, °FH
1	20,04	2,8	5
2	40,08	5,6	10
4	80,16	11,2	20
6	120,24	16,8	30
8	160,32	22,4	40

Таблиця 3. Типізація питної води за жорсткістю

Тип води	Жорсткість, °dH
М'яка	0–3,37
Помірно жорстка	3,38–6,74
Жорстка	6,75–10,11
Дуже жорстка	≥10,12

Проведені дослідження відібраних проб питної води міста Одеса показали відповідність води санітарно-хімічним показникам безпеки та якості питної води, тобто гранично допустимим концентраціям елементів практично за всіма досліджуваними показниками. Результати випробувань представлені в таблиці 4.

Аналізуючи таблицю з даними про якість питної води, видно, що за показниками Na⁺ та K⁺ перевищення ГДК відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 відсутнє.

Натомість за показником вмісту нітратів у воді, відібраній з кюветак міста, майже у всіх місцях відбору спостерігається дворазове перевищення ГДК. Останні дослідження показують, що при аналізі води на нітрати їх рівень часто вищий у воді зі свердловин. Це пояснюється тим, що нітрати потрапляють у водоносний горизонт зі стоком добрив із сільськогосподар-

Таблиця 4. Показники якості питної води міста Одеса

Контрольна точка	Na ⁺ , мг/дм ³	K ⁺ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Ca ²⁺ , мг/дм ³	Hardness, мг-екв/дм ³	pH	Cond, μS/cm	NaCl, г/дм ³
Бювети								
1	110	4	24	41	2	7,6	1020	0,5
2	170	5	24	50	2	6,5	1200	0,6
3	25	4	15	100	5	7,5	520	0,3
4	70	3	14	12	1	7,5	440	0,2
5	130	4	22	25	1	7,5	810	0,4
6	24	2	9	21	1	6,4	290	0,2
7	76	3	14	12	1	7,6	475	0,2
8	91	3	16	24	1	6,7	540	0,3
9	98	3	17	21	1	6,8	630	0,3
10	100	3	18	27	1	7,0	650	0,3
11	110	3	17	16	1	6,6	635	0,3
12	150	4	22	47	2	7,4	985	0,5
13	200	5	22	23	1	7,8	1080	0,5
14	150	4	21	18	1	7,5	860	0,5
15	180	5	24	120	6	7,5	1400	0,7
16	75	4	15	50	2	6,5	520	0,3
Централізоване водопостачання								
1	23	4	14	89	4	7,7	550	0,3
2	27	4	15	91	5	6,9	520	0,3
3	30	4	15	110	5	7,5	520	0,3
4	39	4	14	96	5	7,6	540	0,3
5	23	4	15	99	5	7,5	530	0,4
6	25	4	15	100	5	6,3	550	0,3
Контроль	25	2	12	37	2	7,1	212	0.1

ських угідь, а вода, яка надходить зі свердловин безпосередньо з природних джерел, додатково не очищується, як вода у міській системі водопостачання [9]. Вміст нітратів у воді, відібраній з системи водопостачання, знаходиться в межах допустимих норм до води для питних потреб.

Вміст кальцію у системі водопостачання міста не перевищує ГДК. Гранична концентрація цього елемента згідно правил і норм встановлена на рівні 130 мг/дм³. Але його вміст у воді підвищений, що пояснюється відкладенням кальцію на внутрішніх стінках труб, що залежить від перевищення терміну служби більшості систем водопостачання міста.

У пробах води, відібраних з бюветів, перевищення встановлених норм виявлено лише на двох станціях, ці бювети знаходяться на Старокінному ринку та на вулиці Лиманській, остання розташована в безпосередній близькості від двох лиманів Куяльника та Хаджибейського, це призводить

до можливості потрапляння води лиману у водоносний горизонт, з якого насосна станція забирає воду.

Вміст кальцію у воді безпосередньо впливає на її жорсткість [10]. Відповідно до таблиць відповідності різних одиниць жорсткості води та класифікації питної води за жорсткістю більшість проб води, відібраних у бюветах, віднесено до «м'якої» та «помірно жорсткої» води, і лише дві проби показали «дуже жорсткий» тип води.

Аналізуючи таблицю з даними про жорсткість води, видно, що всі проби води, відібрані з системи водопостачання, мають тип «дуже жорстка». Причини цього – застаріла система водопостачання та неякісне обладнання водоочищення.

Вода найкраще відповідає потребам організму та рН крові. Норма рН крові показує, що його значення має коливатися від 7,35 до 7,45, в ідеалі кислотність води, яку людина щодня вживає, повинна бути однаковою [11]. Як видно з отриманих даних, рН відібраної води знаходиться в межах від 6,4 до 7,8. Цей результат відповідає нормам, встановленим для питної води. Тобто вся вода, яка була відібрана для аналізу, нейтральна за цим показником.

Електропровідність (ЕС) є вимірюванням здатності води проводити електрику, оскільки розчинені солі та інші неорганічні хімічні речовини проводять електрику, провідність зростає зі збільшенням солоності [12]. Тому ці два параметри залежать один від одного. Відповідно до стандартів питної води (Державні санітарні правила і норми 2.2.4-171-10) вода, відібрана як з системи централізованого водопостачання, так і з бюветів, відповідає гранично допустимим концентраціям у питній воді.

Дві точки відбору проб води з бюветів мають підвищену концентрацію солі і, як наслідок, підвищену електропровідність. У першому випадку причина підвищеного вмісту солі залежить від близького розташування насосної станції до лиманів, як і у варіанті з вмістом кальцію. У другому випадку вищий рівень NaCl залежить від глибини водоносного горизонту, оскільки ця насосна станція має найглибшу свердловину в Одесі. Враховуючи цей факт та враховуючи геологію підземних вод півдня України, можна зробити висновок, що вода для даної насосної станції надходить з чорноморського артезіанського басейну. У вертикальному розрізі цього басейну верхні горизонти підземних вод до глибини 100-300 м прісні, а глибші – солонуваті або солоні.

Висновки. У результаті проведених досліджень якості питної води міста Одеси встановлено, що показники вмісту основних макроелементів у воді, яка надходить із системи водопостачання, знаходяться в межах гранично допустимих концентрацій. Викликати занепокоєння може лише вміст кальцію, адже без своєчасного оновлення труб водопроводу міста в майбутньому цей показник може значно перевищувати нормативні.

Концентрація NO_3^- у воді з бюветів знаходиться в межах 15–24 мг/дм³, а допустима концентрація нітратів у підземних водах господарсько-питного призначення відповідно до ДСанПіН України 2.2.4-171-10 знаходиться на рівні 10 мг/дм³.

За показниками електропровідності та мінералізації вода, відібрана з бюветів, у більшості випадків не перевищує встановлених граничних значень – 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ та 0,6 г/л відповідно. Найгіршою за цими показниками виявилася вода, відібрана з кювету, що розташований на межі двох лиманів (1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ та 0,7 г/л). Вода з централізованої системи водопостачання за цими двома показниками була в межах 520-550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ та 0,3–0,4 г/дм³, що є середнім значенням нормативів для питної води (800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ та 0,1–0,6 г/дм³ відповідно).

THE QUALITY OF DRINKING WATER FROM PUMP STATIONS AND THE WATER SUPPLY SYSTEM OF ODESA

Breus D.S. – PhD in agriculture, Associate Professor at the Department of Ecology and Sustainable Development named by prof. Yu. V. Pylypenko, Kherson State Agrarian and Economic University, breusd87@gmail.com

Water is the second most important component necessary for human life. In the system of factors that form human health, drinking water has a leading role. According to the World Health Organization, 25 % of the population is at risk of getting diseases related to the consumption of poor-quality drinking water. The importance of obtaining high-quality drinking water for the population of Ukraine has been confirmed by time, and now, during a full-scale war, it remains one of the main problems of the State Service of Ukraine of Food Safety and Consumer Protection. The article examines the issue of the quality of drinking water supplied through pump stations and the centralized water supply system in Odesa. The results of water research taken from various sources, including pump stations and a water supply system, were analyzed. The main physical and chemical indicators, such as pH, hardness, sodium, potassium, calcium, nitrate and other pollutants, were studied. Compliance of water quality with sanitary and hygienic norms and standards was assessed. The influence of various factors, such as seasonal changes, the technical condition of water supply networks and water supply sources, on the quality of drinking water was also investigated. The main problems were identified and recommendations were made to improve the quality of drinking water for the citizens of Odesa. For the determination of drinking water quality the content of the main chemical elements in the drinking water, sampled on control points located throughout the city was carried out. The samples were studied using portable testers with ion-selective electrodes. It was determined that the content of the main macrocomponents in the drinking water of Odesa does not exceed the maximum permissible concentrations (MPC) established by Ukrainian (State Sanitary Rules and Norms 2.2.4-171-10) quality standard of surface water intended for drinking needs. It was established that general toxicity of drinking water within the territory of the city is primarily on average and high

levels. The conducted studies have shown an urgent need for updating and improving the city's water supply and water treatment systems.

The results of the study are important for ensuring the health of the citizens of Odesa and can become the basis for the development of strategies and measures to improve the quality of drinking water in the region.

Keywords: urban system, pump stations, city water supply system, water quality, macro components.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. Causal Regularities of Effect of Urban Systems on Condition of Hydro Ecosystem of Dnieper River. *Indian Journal of Ecology*, 2020, 47 (2), 273–280.
2. Pichura V., Potravka L., Barulina I. Agricultural Dependence of the Formation of Water Balance Stability of the Sluch River Basin Under Conditions of Climate Change. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 2023, 24(9), 300–325.
3. Kutishchev P., Heina K., Honcharova O., Korzhov Y. Zooplankton Spatial Distribution in the Dnieper-Bug Estuary. *Hydrobiological Journal*, 2021, 57(6), 17–32.
4. Skok S., Breus D., Almashova V. Assessment of the Effect of Biological Growth-Regulating Preparations on the Yield of Agricultural Crops under the Conditions of Steppe Zone. *Journal of Ecological Engineering*, 2023, 24(7), 135–144.
5. Бреус Д.С. Методичні підходи до вивчення мікробіологічної середовищ розподілу питної води. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2023. № 1(13). С. 124–135.
6. Calvelo P. R., Monterroso C., Macias F. Phytotoxicity of hexachlorocyclohexane: effect on germination and early growth of different plant species. *Chemosphere*, 2010, 79(3), 326–333.
7. Breus D. S., Voznyuk N. M. Influence of biological agents on yield and quality of vegetable peas under the conditions of Steppe zone. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2023, 3(103), С. 3–19.
8. Tilman D. Functional diversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, Academic Press, San Diego, CA. 2001. 109–120.
9. Gomez-Alvarez V., Revetta R. P., Domingo J. W. S. Metagenomic analyses of drinking water receiving different disinfection treatments. *Applied and Environmental Microbiology*. 2012. no. 78(10). 6095–6102.
10. Breus D., Dudyaeva O., Evtushenko O., Skok S. Organic agriculture as a component of the sustainable development of the Kherson region (Ukraine). *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*. 2018. no. 18(5.2). 691–697.

11. Boubetra A., Le Nestour F., Allaert C., Feinberg M. Validation of alternative methods for the control of drinking water: application to *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*. 2011. no. 70(10). 3360–3367.
12. Kahlisch L., Henne K., Gröbe L., Brettar I., Höfle M. Assessing the viability of bacterial species in drinking water by combined cellular and molecular analyses. *Microbial Ecology*. 2011. no. 63. 383–397.

REFERECES

1. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. (2020). Causal Regularities of Effect of Urban Systems on Condition of Hydro Ecosystem of Dnieper River. *Indian Journal of Ecology*, 47 (2), 273–280.
2. Pichura V., Potravka L., Barulina I. (2023). Agricultural Dependence of the Formation of Water Balance Stability of the Sluch River Basin Under Conditions of Climate Change. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(9), 300–325.
3. Kutishchev P., Heina K., Honcharova O., Korzhov Y. (2021). Zooplankton Spatial Distribution in the Dnieper-Bug Estuary. *Hydrobiological Journal*, 57(6), 17–32.
4. Skok S., Breus D., Almashova V. (2023). Assessment of the Effect of Biological Growth-Regulating Preparations on the Yield of Agricultural Crops under the Conditions of Steppe Zone. *Journal of Ecological Engineering*, 24(7), 135–144.
5. Breus D. S. (2023). *Metodychni pidkhody do vyvchennia mikrobiolohichnoi seredy system rozpodilu pytnoi vody* [Methodical approaches to studying the microbiological environment of drinking water distribution systems]. *Aquatic bioresources and aquaculture*, no. 1(13), 124–135. [in Ukrainian].
6. Calvelo P. R., Monterroso C., Macias F. (2010). Phytotoxicity of hexachlorocyclohexane: effect on germination and early growth of different plant species. *Chemosphere*, 79(3), 326–333.
7. Breus D. S., Voznyuk N. M. (2023). Influence of biological agents on yield and quality of vegetable peas under the conditions of Steppe zone. *Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management*, 3(103), 3–19.
8. Tilman D. (2001). Functional diversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, Academic Press, San Diego, CA. 109–120.
9. Gomez-Alvarez V., Revetta R.P., Domingo J.W.S. (2012). Metagenomic analyses of drinking water receiving different disinfection treatments. *Applied and Environmental Microbiology*, no. 78(10), 6095–6102.
10. Breus D., Dudyayeva O., Evtushenko O., Skok S. (2018). Organic agriculture as a component of the sustainable development of the Kheson region

- (Ukraine). *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, no. 18(5.2), 691–697.
11. Boubetra A., Le Nestour F., Allaert C., Feinberg M. (2011). Validation of alternative methods for the control of drinking water: application to *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*, no. 70(10), 3360–3367.
 12. Kahlisch L., Henne K., Gröbe L., Brettar I., Höfle M. (2011). Assessing the viability of bacterial species in drinking water by combined cellular and molecular analyses. *Microbial Ecology*, no. 63, 383–397.