

УДК 614.8

ОЦІНКА ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

К. А. Тимощук, М. А. Шепель

студентки 4 курсу, група ОП-41, навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Науковий керівник – к.т.н., доцент Г. І. Туровська

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У статті проведено оцінку впливу хімічних елементів на якість питної води та здоров'я людини як основи для розроблення нових та удосконалення існуючих заходів для покращання водозабезпечення населення.

Ключові слова: питна вода, здоров'я людини, хімічні елементи, гранично допустима концентрація, якість води.

В статье проведена оценка влияния химических элементов на качество питьевой воды и здоровья как основы для разработки новых и усовершенствования существующих мер для улучшения водоснабжения населения.

Ключевые слова: питьевая вода, здоровье человека, химические элементы, предельно допустимая концентрация, качество воды.

This article provides an assessment of the impact of chemical elements in drinking water quality and human health as the basis for the development of new and improvement of existing measures to improve water supply to the population.

Keywords: drinking water, health, chemical elements, the maximum permissible concentration, the water quality.

Для України питання якості питної води є вкрай актуальним і надзвичайно гострим. Високий рівень техногенного навантаження на водойми та застарілі технології водопідготовки не дозволяють забезпечити населення водою гарантованої якості, котра в результаті може бути потенційним джерелом надходження до організму людини шкідливих хімічних речовин, яким властива загальнотоксична, мутагенна, канцерогенна та інша дія.

Актуальність проблематики та недостатній рівень її наукового опрацювання зумовили вибір теми дослідження.

Питанням якості питної води в Україні та за кордоном приділяється значна увага. Велика кількість експериментальних та епідеміологічних досліджень свідчить про безсумнівно негативний вплив забруднюючих воду речовин на здоров'я населення. Вагомий вклад у розв'язання проблеми питного водопостачання на державному рівні займалися такі вчені як А. В. Яцик, А. М. Тугай, В. Й. Мельник, А. К. Запольський та інші. Питання забезпечення питною водою окремих регіонів досліджували вчені: М. А. Сафонов, В. О. Орлов, А. Ф. Кисельов, В. Д. Рудь, Н. В. Янко та інші.

Проте багато аспектів даної проблеми все ж таки іще потребують подальшого дослідження та практичного застосування. Останнім часом все частіше піднімаються питання, пов'язані із забезпеченням населення якісною та безпечною для здоров'я питною водою, що і визначило актуальність даного дослідження.

Мета нашого дослідження полягає в проведенні оцінки впливу хімічних елементів на якість питної води та здоров'я людини як основи для розроблення нових та удосконалення існуючих заходів для покращання водозабезпечення населення.

Використання у якості критерію впливу на здоров'я населення хімічного складу питної води дозволило по-новому підійти до гігієнічної оцінки її якості. Якість питної води визначається за наступними чинниками: особливостями ґрунтових порід та мінералів, природою джерела, ступенем антропогенного навантаження, ефективністю методів знезараження та ін. [1; 2; 3].

Відомо, що при вживанні питної води людина отримує від 8 до 25% добової потреби хімічних речовин: кальцію – до 20%, магнію – 25%, фтору – 50-80%, до 50% йоду [1; 4]. З питною водою людина також отримує Al, Ca, Cr, Cu, Pb, Mg, Mn, Cl, I у кількості більше 10% від добової потреби. Цим обумовлений і характер біозасвоєваності хімічних елементів організмом людини. Недостатнє або надмірне їх надходження в організм, як правило, призводить до фізіологічних зрушень, а в окремих випадках є першопричиною формування патологічних станів в організмі людини. Численні дослідження свідчать про тісний зв'язок між хімічним складом води і рівнем захворювання населення [4-6].

Відповідно до вище наведених фактів можемо сказати, що за останні роки погляд на воду змінився, проблема питного водозабезпечення зайняли одне з провідних місць. Про її якість та властивості все частіше стали говорити не тільки біологи, екологи, інженери, а й лікарі-гігієністи, політичні діячі, будівельники. Це пов'язано з тим, що розвиток суспільних інтересів, будівання нових житлових комплексів, впровадження нових технологій та при цьому всьому зростає і потреба у якісній питній воді та раціоналізації її використання.

Проблема забезпечення населення питною водою, що відповідає нормативним вимогам, визначається якістю води у джерелах водопостачання; якість води у більшості з них за станом хімічного і бактеріального забруднення класифікуються як забруднена і брудна (IV-V клас якості). Зокрема, вода річки Дніпро, яка є основним джерелом питного водопостачання майже для 30 млн чол. нашої країни, за гідрохімічними показниками розподіляється за шістьма класами якості: від чистої на окремих малочисельних ділянках (I клас) до надзвичайно брудної (IV клас).

Підземні води більш захищені від зовнішніх чинників, а тому, зазвичай, характеризуються стабільним хімічним складом. Натомість в окремих регіонах за рахунок природних чинників або антропогенного впливу ці води здебільшого не відповідають нормативам на питну воду за такими показниками як залізо ($1-5 \text{ мг/дм}^3$), марганець ($0,2-1,5 \text{ мг/дм}^3$), жорсткість (характерна для південного та центрального регіонів України; від $8-12$ до $20-22 \text{ мг-екв/дм}^3$), хлориди, сульфати, загальна мінералізація – супутні компоненти жорсткості, фтор – характерний для підземних вод Полтавської, Львівської, частково Чернігівської і Черкаської областей ($2-6 \text{ мг/дм}^3$) [7].

Низька якість вихідної води, насамперед поверхневих водойм, потребує від підприємств питного водопостачання застосування таких технологічних схем і споруд, які б забезпечували адекватний рівень очищення природної води для подальшого споживання [8]. Тому розробка нових або удосконалення існуючих заходів після аналізу та оцінки сучасного стану джерел питного водопостачання, якості питної води, яка надходить до споживачів, продовжує залишатися актуальною проблемою.

Водопостачання населених пунктів Рівненської області забезпечується виключно із підземних джерел, які продовжують залишатися надійним джерелом водопостачання, особливо в сільській місцевості. Вода поверхневих водоймищ для господарсько-питного водопостачання на території Рівненської області не використовується.

За даними лабораторного контролю санепідслужби хімічний сольовий склад води з артезіанських свердловин залишається незмінним за роками та відповідає санітарно-гігієнічним вимогам 2 класу підземних джерел, окрім показників: каламутність, кольоровість, жорсткість загальна та марганець. Після водопідготовки (на виході з водонасосних станцій, перед надходженням у мережу) якість води відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10. Але вона зазнає змін у процесі транспортування і розподілу між

окремими водокористувачами, що зумовлено технічним станом мережі.

Надзвичайної актуальності натеper набуває питання визначення міри ризику для населення при споживанні питної води. Найбільшим ризиком, пов'язаним із станом здоров'я населення у всіх районах області, що виникає при споживанні питної води є мікробіологічне забруднення, підвищений вміст нітратів, заліза та низький вміст йоду, фтору і магнію, які є показниками фізіологічної повноцінності питної води і визначають адекватність її мінерального складу біологічним потребам організму.

Для оцінки ризику здоров'ю людини, пов'язаної із забрудненням питної води токсичними речовинами, використовується безпорогова модель оцінки потенційного неканцерогенного ризику здоров'ю людини з урахуванням рівня і тривалості впливу (залежність «доза-час-ефект») [9]:

$$Risk = 1 - \exp \left(\left(\frac{\ln(0,84)}{ГДК \cdot K_3} \right) \cdot C \right), \quad (1)$$

де $Risk$ – імовірність розвитку неспецифічних токсичних ефектів при хронічній інтоксикації (від 0 до 1);

C – концентрація домішки в питній воді. Беруть як середню добову концентрацію речовини, що надходить в організм людини з питною водою за тривалий час. При оцінці ефектів, пов'язаних із тривалим (хронічним) впливом речовин, використовуються дані їх середніх концентрацій (як мінімум за рік);

ГДК – нормальна, гранично допустима концентрація речовин;

K_3 – коефіцієнт запасу, зазвичай беруть таким, що дорівнює 10 (для ряду домішок він може бути іншим: свинцю, наприклад, 3; для домішок із канцерогенними властивостями – 100 та ін.)

При аналізі отриманих величин оцінки хронічного неканцерогенного ризику допустимий рівень беруть 0,05 одиниці, тому що за такої ситуації, як правило, відсутні несприятливі медико-екологічні тенденції [9]. У цьому разі оцінку ефективності роботи систем водопідготовки необхідно проводити з урахуванням сумарного неканцерогенного ризику для всіх домішок, які є потенційними токсикантами, за формулою

$$Risk_{\text{сум}} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2) \cdot \dots \cdot (1 - Risk_n), \quad (2)$$

де $Risk_{\text{сум}}$ – ризик від комбінованого впливу домішок;

$Risk_1, Risk_2, \dots, Risk_n$ – ризики від впливу кожної окремої домішки.

У свою чергу, величина сумарного ризику виступає як імовірність прояву захворюваності у населення, що знаходиться між нулем та одиницею, і чим вона ближче до одиниці, тим імовірність настання негативних наслідків вища.

Проведемо оцінку ефективності роботи водопровідної станції в м. Рівне станом на 2016 рік. Усі дані необхідні для оцінки потенційних неканцерогенних ризиків здоров'ю людини наведені в таблиці.

Розрахунок потенційних неканцерогенних ризиків здоров'ю людини під час вживання питної води з ВНС № 3

Показник ¹⁾	Гранично допустима ²⁾ концентрація ГДК, мг/дм ³	Концентрація ³⁾ у питній воді С, мг/дм ³	Коефіцієнт запасу Кз	Неканцеро- генний ризик <i>Risk_n</i>	Сумарний ризик <i>Risk_{сум}</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Алюміній	0,2	0,04	100	0,0003	0,0604
Миш'як	0,01	0,01	100	0,0017	
Кадмій	0,001	0,0009	100	0,0016	
Ртуть	0,0005	0,0001	10	0,0035	
Цинк	1	0,035	10	0,0006	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Кремній	10	6,4	10	0,0112	0,0604
Амоній	0,5	0,05	10	0,0017	
Окиснюваність (КмпО ₄)	5	0,93	10	0,0032	
Поліфосфати (за РО ₄) ₂	3,5	0,018	10	0,0001	
Залізо загальне	0,2	0,13	10	0,0113	
Хлор залишковий	0,5	0,35	10	0,0122	
Молібден	0,07	0,0025	10	0,0006	
Свинець	0,01	0,0024	3	0,014	

Примітка:

¹⁾ Потенційно небезпечні речовини у питній воді.

²⁾ Норматив згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10.

³⁾ Середня концентрація відповідної забруднювальної речовини за 2016 рік.

Використання такого підходу дозволило встановити, що питна вода, яка подається населенню після очищення на водопровідну станцію, не є безпечною для здоров'я за величиною неканцерогенного ризику (сумарний ризик здоров'ю від одночасної наявності всіх речовин у воді перевищує рівень допустимого ризику (0,06 > 0,05)). Серед поданих речовин найбільшу ймовірність виникнення захворювань у населення викликає вміст у воді шкідливих домішок, важких металів, 0,014 од., які є потенційно канцерогенними, що насамперед свідчить про низьку ефективність роботи водоочисної станції по відношенню до токсичних забруднень.

Таким чином, величина розрахованого сумарного ризику вказує на необхідність проведення заходів з підвищення ефективності існуючих технологій очищення та впровадження нових методів для видалення хімічних речовин токсичної дії, які спроможні змінювати її органолептичні показники та погіршувати фізико-хімічні властивості. У подальшому для розробки технологічного процесу очищення питної води від шкідливих домішок, необхідно використовувати інші природні мінерали для підвищення якісних показників води.

Список використаних джерел:

1. Фетисова Г. К. Роль мінерального складу питтьєвой води в формуванні неінфекційної патології населення / Г. К. Фетисова // Гигиена и санитария. – 2004. – № 1. – С. 20–22.
2. Mickleley N. Elemental anomalies in hair as indicators of endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism / N. Mickleley, L. M. De Carvalho Fortes, C. I. Porto da Silveira, M. B. Lima // J. of Trace Elements in Med. and Biol. – 2001. – V. 15. – Iss. 1. – P. 46–55.
3. Gil F. Biomonitorization of cadmium, chromium, magnese, nickel and lead in whole blood, urine, axillary hair and saliva in an occupationally exposed popylation / F. Gil, A. F. Hernandez, C. Marquez, P. Femia, P. Olmedo, O. Lopez-Guarnido, A. Pla // Science of the Total Enviroment. – 2011. – V. 409. – P. 1172–1180.
4. Шестопалов В. М. Безпечність питної води в європейському і українському водному законодавстві /