ОЦІНКА РИЗИКУ СПОЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ НІТРАТІВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБ'ЄДНАНОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Зозуля В.М.

Поліський національний університет

бульв. Старий, 7, 10008, м. Житомир

valerko_ruslana@ukr.net, gerasim4uk@ukr.net

Забезпечення населення якісною питною водою є одним із першочергових заходів, оскільки від її стану залежить здоров'я населення. Постійне споживання питної води зниженої якості може призвести до виникнення негативних ефектів для здоров'я людини та викликати гострі та хронічні захворювання інфекційної і неінфекційної етіології. Досить часто низька якість питної води, особливо джерел нецентралізованого водопостачання, пов'язана із підвищеним вмістом нітратів, які є небезпечними для здоров'я людини.

Дослідження проходили на території Житомирської об'єднаної територіальної громади, до складу якої входить місто Житомир та село Вереси. Установлено перевищення вмісту нітратів у 61% зразків води, відібраних із приватних колодязів різних частин міста та села. Критична ситуація щодо забруднення питної води нітратами встановлена для села Вереси, де середній їх вміст становив 170,4 мг/дм³, а максимальна концентрація зафіксована на рівні 660 мг/дм³, що перевищує норматив у 13,2 раза. Найменша частка зразків із перевищенням вмісту нітратів виявлена на території залізничного вокзалу міста та становить 18,75%, найбільша на рівні 87,5% – у рекреаційній зоні міста, мікрорайоні Корбутівка. Найбільш чутливими до дії нітратів є діти віком до 6 років, величини середньодобових доз надходження нітратів для яких збільшуються порівняно із дорослим населенням у 2,3 раза. Коефіцієнт небезпеки для дитячого населення віком до 6 років перевищує 1 навіть за нормативного вмісту нітратів у питній воді, що, своєю чергою, свідчить про середній рівень небезпеки впливу нітратно забрудненої води для дитячого здоров'я. Низький рівень ризику зафіксовано у мікрорайоні Крошня та на території залізничного вокзалу для дорослих та дітей віком 6–18 років. Високий ризик встановлено для дітей віком до 6 років села Вереси, оскільки розрахована величина коефіцієнта небезпеки становить 6,81. *Ключові слова:* питна вода, колодязь, нітрати, коефіцієнт небезпеки, ризик.

Risk assessment of drinking water consumption with high nitrate content on the health of the population of the Zhytomyr United Territorial Community. Valerko R., Herasymchuk L., Zozulya V.

Providing the population with quality drinking water is one of the priority measures, as the health of the population depends on its condition. Constant consumption of low-quality drinking water can lead to negative effects on human health and cause acute and chronic diseases of infectious and non-infectious etiology. Quite often the poor quality of drinking water, especially sources of decentralized water supply, is associated with high levels of nitrates, which are dangerous to human health.

The research was conducted on the territory of the Zhytomyr United Territorial Community, which includes the city of Zhytomyr and the village of Veresy. The excess of nitrates in 61% of water samples taken from private wells in different parts of the city and village was found. A critical situation regarding the contamination of drinking water with nitrates was established for the village of Veresy, where their average content was 170.4 mg/dm³, and the maximum concentration was recorded at 660 mg/dm³, which exceeds the standard by 13.2 times. The smallest share of samples with excess nitrate content was found in the city railway station and is 18.75%, the largest at 87.5% – in the recreational area of the city, Korbutivka district. The most sensitive to the effects of nitrates are children under 6 years of age, the values of the average daily doses of nitrates for which increase compared to the adult population by 2.3 times. The risk factor for children under 6 years of age exceeds 1 even with the standard content of nitrates in drinking water, which, in turn, indicates the average level of risk of exposure to nitrate-contaminated water for children's health. A low level of risk was recorded in the Kroshnya district and on the territory of the railway station for adults and children aged 6–18. A high risk has been established for children under 6 years of age in the village of Veresy, as the value of the risk factor is calculated at the level of 6.81. *Key words:* drinking water, well, nitrates, hazard factor, risk.

Постановка проблеми. Глобальний дефіцит якісної питної води стає все більш гострою проблемою для всього світу та впливає на понад 40% світової спільноти. Збільшенню дефіциту води сприяють інтенсивні кліматичні зміни, внаслідок яких поступово підвищується середньорічна температура повітря. За даними ПРООН в Україні, у 2011 році 41 кра-

їна зіткнулась із проблемою дефіциту якісної питної води, а 10 із них фактично виснажили свої запаси прісної води і тепер змушені використовувати альтернативні джерела водопостачання. За прогнозами учених, до 2025 року дві третини населення землі будуть відчувати постійну нестачу питної води, а до 2050 – постійний дефіцит води впливатиме щонай-

менше на кожного четвертого жителя планети. Крім того, за оцінками експертів ВООЗ, 58% діарейних захворювань, або 842 000 летальних випадків на рік, можуть бути пов'язані із небезпечним водопостачанням, санітарією та гігієною [1].

Актуальність дослідження. Серед країн Європи Україна є однією з найменш забезпечених водою, а від невідповідності питної води нормативам тут страждає кожний п'ятий громадянин [2]. Використання застарілих технологій водопідготовки, зношеності водорозподільних мереж може призводити до надходження у питну воду значної кількості забруднювачів, що, своєю чергою, впливає на стан здоров'я населення України та на тривалість його життя [3]. Для України є також характерним використання підземних джерел для забезпечення потреб населення та галузей економіки. Як правило, вода, яка використовується із підземних джерел, вважається чистою, оскільки залягає глибоко у землі, а тому додаткову очистку такої води зазвичай не проводять. Якість води джерел нецентралізованого водопостачання часто не відповідає вимогам державних стандартів за санітарно-гігієнічними та мікробіологічними показниками. Така ситуація є найбільш характерною для сільських селітебних територій. Проте для присадибних ділянок міста, особливо тих, що знаходяться на його окраїні, характерним є відсутність централізованого водопостачання і водовідведення, а тому місцевим жителям доводиться використовувати воду із приватних колодязів та свердловин, контроль якості якої практично відсутній.

Зв'язок авторського доробку із важливими та практичними завданнями. Досить часто низька якість питної води джерел нецентралізованого водопостачання пов'язана із підвищеним вмістом нітратів, які є найбільш небезпечними антропогенними забруднювачами води. Особливістю вмісту нітратів у воді є те, що вони абсолютно не впливають на її органолептичні властивості, тобто не змінюють запах, смак, прозорість, колір води. Крім того, такі методи доочистки води, як кип'ятіння, відстоювання та фільтрування, не завжди можуть знизити вміст нітратів, особливо у концентраціях, які значно перевищують нормативний вміст [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Небезпека забруднення питної води нітратами пов'язана насамперед із таким негативним явищем для здоров'я людини, як метгемоглобінемія, що призводить до гіпоксії тканин і органів живого організму [5]. Найбільш небезпечним це явище є для немовлят та дітей до 3-х років. Перевищення вмісту нітратів може виступати фактором виникнення і росту дитячої захворюваності на злоякісні новоутворення [6]. Крім того, встановлено високий кореляційний зв'язок ($R^2 = 0,7-0,9$) між рівнем смертності дітей до 1-го року та вмістом нітратів у воді приватних колодязів [7]. Нітрати у питній воді можуть збільшити ризик розвитку раку прямої кишки через їх

перетворення в організмі людини на канцерогенні N-нітрозосполуки [8]. Встановлено, що за вмісту нітратів у питній воді на рівні до 2 ГДК коефіцієнт безпеки стає більше 1, що може призвести до розвитку шкідливих ефектів в особливо чутливих групах дорослого та дитячого населення [9].

Таким чином, у результаті проведення аналітичного огляду літературних джерел встановлено, що перевищення нормативного вмісту нітратів у питній воді є небезпечним для здоров'я людини та може викликати низку небезпечних захворювань.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується зазначена стаття. Забруднення питної води сполуками азоту є актуальним для всього світу. Не винятком у цьому сенсі є й Україна і Житомирська область зокрема, на території якої постійно фіксується перевищення вмісту нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання. Тому необхідно є оцінка ризику для здоров'я населення різних вікових груп у разі постійного споживання нітратно забрудненої води. Одним з найсучасніших методів оцінки безпеки, зумовленої дією канцерогенних та неканцерогенних речовин на людину, є встановлення ризику настання небажаних ефектів для населення [10].

Отже, метою дослідження є оцінка ризику у разі постійного споживання води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я різних верств населення Житомирської об'єднаної територіальної громади.

Методологічне або загальнонаукове значення. Дослідження проходили на території Житомирської об'єднаної громади, до складу якої входить місто Житомир та село Вереси. Зразки води відбирали із приватних колодязів, що розташовані у різних частинах міста. Загалом було відібрано 174 зразки у місті Житомирі та 10 зразків у селі Вереси. Аналітичні дослідження питної води на вміст нітратів здійснювали у Вимірювальній лабораторії Поліського національного університету іонметричним методом.

Для оцінки безпеки здоров'ю населення різних вікових груп використовували методику оцінки ризику [11]. Значення факторів експозиції, що рекомендовано як стандартні, приймалися відповідно до такої методики (табл. 1).

Таблиця 1
Стандартні фактори експозиції [11]

Фактори експозиції	Верстви населення		
	Дорослі	Діти віком 6–18 років	Діти віком до 6 років
Споживання питної води, $\text{дм}^3/\text{добу}$	2,0	1,5	0,67–1,0
Маса тіла, кг	70	42	15

Середньодобову дозу надходження хімічної речовини протягом життя людини разом з питною водою розраховували за формулою 1:

$$ADD = C \times IR \times ED \times EF / BW \times AT \times DPY, \quad (1)$$

де ADD – середньодобова доза надходження хімічної речовини протягом життя, мг/кг х доба;

C – концентрація речовини у питній воді, мг/дм³;

IR – величина споживання води (табл. 1);

ED – тривалість впливу, 30 років; діти – 6 років;

EF – частота впливу, 350 днів/рік;

BW – маса тіла людини (табл. 1);

AT – період усереднення експозиції, 30 років, діти – 6 років;

DPY – кількість днів в одному році, 365 днів/рік.

Ризик можливого розвитку неканцерогенних ефектів оцінювали за показниками коефіцієнтів небезпеки (HQ), який є відношенням середньодобової дози хімічної речовини до її безпечного (референтного) рівня впливу, та розраховується за формулою 2:

$$HQ = ADD / RfD, \quad (2)$$

де ADD – середньодобова доза надходження хімічної речовини протягом життя, мг/кг х доба;

RfD – порогова (референтна) доза, мг/кг х доба [11].

Виклад основного матеріалу. У результаті проведених досліджень, які стосуються вмісту нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської громади, встановлено, що перевищення вмісту нітратів зафіксовано у 61% відібраних зразків. Середня концентрація коливається у межах від 34,9 у районі залізничного вокзалу міста до 170,4 мг/дм³ у селі Вереси. Найбільша концентрація нітратів зафіксована у приватному колодязі на території села Вереси на рівні 660 мг/дм³, що перевищує норматив у 13,2 раза, а найменша – на рівні 0,75 мг/дм³ у колодязі мікрорайону Нова Рудня (табл. 2).

Загалом, найменша кількість зразків із перевищенням вмісту нітратів виявлена на території заліз-

Таблиця 2

Вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської ОТГ, мг/дм³

№ з/п	Місце відбору зразків	Середня концентрація нітратів, мг/дм ³	Інтервал значень	Перевищення ГДК, рази
1	Окраїнна селітебна зона, мікрорайон «Крошня»	45,55	3-131,3	–
2	Окраїнна селітебна зона, мікрорайон «Соколова гора»	93,7	14,5-180,4	1,87
3	Окраїнна селітебна зона, мікрорайон «Смолянка»	75,7	21-286	1,5
4	Окраїнна селітебна зона, мікрорайон «Нова Рудня»	122,8	0,75-316	2,26
5	Окраїнна селітебна рекреаційна зона, мікрорайон «Мальованка»	73,7	12-173	1,47
6	Окраїнна селітебна рекреаційна зона, мікрорайон «Корбутівка»	97,95	35-228	1,96
7	Центральна селітебна зона	112,9	6-380	2,26
8	Східний промвузол	70,8	5-291,3	1,42
9	Залізничний вокзал	34,9	1-110,4	–
10	с. Вереси	170,4	1,61-660	13,2

Таблиця 3

Середньодобові дози надходження нітратів із питною водою для різних верств населення Житомирської ОТГ

№ з/п	Місце відбору зразків	Дорослі	Діти віком 6–18 років	Діти віком до 6 років
1	Окраїнна селітебна зона, мікрорайон «Крошня»	1,25	1,56	2,9
2	Окраїнна селітебна зона, мікрорайон «Соколова гора»	2,57	3,2	5,99
3	Окраїнна селітебна зона, мікрорайон «Смолянка»	2,07	2,59	4,84
4	Окраїнна селітебна зона, мікрорайон «Нова Рудня»	3,36	4,19	7,85
5	Окраїнна селітебна рекреаційна зона, мікрорайон «Мальованка»	2,02	2,52	4,71
6	Окраїнна селітебна рекреаційна зона, мікрорайон «Корбутівка»	2,68	3,35	6,26
7	Центральна селітебна зона	3,09	3,87	7,22
8	Східний промвузол	1,94	2,42	4,53
9	Залізничний вокзал	0,96	1,2	2,23
10	с. Вереси	4,69	5,84	10,89

Рис. 1. Показники перевищення вмісту нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської ОТГ

Рис. 2. Коефіцієнт небезпеки впливу питної води з різним вмістом нітратів для населення різного віку Житомирської ОТГ

ничного вокзалу міста та становить 18,75%, найбільша на рівні 87,5% – у рекреаційній зоні міста, мікрорайоні Корбутівка (рис. 1).

Отже, найбільш критична ситуація щодо забруднення питної води нітратами зафіксована у селі Вереси, що є характерним для більшості сільських населених пунктів. Головними причинами перевищення вмісту нітратів у колодязях сільських територій є надходження до джерела стічних вод з дворів, вбиралень, місць утримання худоби, полів, де вносяться мінеральні та органічні добрива, та недотри-

мання власниками санітарних норм під час облаштування колодязів.

Розрахунок середньодобової дози надходження нітратів протягом життя показав, що її величина збільшується із зменшенням маси тіла людини та тривалості впливу. Найбільші величини середньодобової дози розраховано для дітей віком до 6 років, які є високими навіть за нормативного вмісту нітратів. Середньодобова доза на рівні 10,89 мг/кг×доба розрахована для дітей віком до 6 років, що мешкають у с. Вереси (табл. 3).

Відповідно до методичних рекомендацій величина коефіцієнта небезпеки, що характеризує ризик для здоров'я населення від споживання питної води, забрудненої нітратами, ранжується таким чином: величина HQ дорівнює або менше 0,1 – ризик мінімальний, 0,1–1 – ризик низький, 1–5 – середній ризик, 5–10 – високий ризик і більше 10 – критичний ризик.

У результаті розрахунку коефіцієнта небезпеки впливу питної води із різним вмістом нітратів на різні верстви населення Житомирської громади встановлено, що низький ризик зафіксовано лише у мікрорайоні Крошня та у районі розміщення залізничного вокзалу міста для дорослого населення та дітей віком від 6 до 18 років. Високий рівень ризику притаманний для дітей віком до 6 років, що мешкають на території села Вереси. Для решти досліджуваних мікрорайонів міста є характерним середній рівень ризику для всіх вікових категорій населення (рис. 2).

Таким чином, доведено, що величина коефіцієнта небезпеки збільшується із підвищенням концентрації нітратів, а найбільш чутливою групою населення до їх дії є діти віком до 6 років.

Головні висновки. У результаті проведених досліджень, які стосуються вмісту нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської громади, встановлено таке:

- перевищення вмісту нітратів зафіксовано у 61% відібраних зразків;
- критичною є ситуація у селі Вереси, де середня концентрація нітратів визначена на рівні 170,4 мг/дм³,

а найбільша їх концентрація становила 660 мг/дм³, що перевищує норматив у 3,4 раза;

- найбільш сприятлива ситуація була зафіксована у мікрорайоні Крошня та у районі розміщення залізничного вокзалу міста Житомира, де середній вміст нітратів у воді є меншим за гранично допустимий;

- коефіцієнт небезпеки впливу питної води на стан здоров'я населення із різним рівнем вмісту нітратів залежить від їх концентрації, рівня споживання води, віку та маси тіла людини;

- низький ризик встановлено для дорослого населення та дітей віком 6–18 років, що мешкають у мікрорайоні Крошня та у районі розміщення залізничного вокзалу, оскільки величина коефіцієнта небезпеки дорівнює менше 1;

- величина коефіцієнта небезпеки для дітей віком до 6 років, що проживають у селі Вереси, становить 6,81, що визначає високий рівень ризику;

- більшість досліджуваних мікрорайонів міста належать до середнього рівня ризику, а величина коефіцієнта небезпеки коливається від 1,4 для дитячого населення віком до 6 років у районі розміщення залізничного вокзалу до 4,9 для дітей віком до 6 років у мікрорайоні Нова Рудня.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження можуть бути використані представниками сільських, селищних рад та об'єднаних територіальних громад під час затвердження програм з охорони навколишнього природного середовища, а також для інформування місцевих жителів про стан довкілля та демографічну ситуацію Житомирської області.

Література

1. WHO: Diseases and risks. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/en.
2. Шевчук Ю.Ф., Николаев А., Шевчук А. Якість питної води нецентралізованого водопостачання в м. Чернівці. *Наукові записки*. 2014. № 1. С. 182–187.
3. Лотоцька О.В., Кондратюк В.А., Кучер С.В. Якість питної води як одна з детермінант громадського здоров'я в Західному регіоні України. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2019. № 1(79). С. 12–18. DOI: 10.11603/1681-2786.2019.1.10278.
4. Lototska O.V., Prokopov V.O. Assessment of the risk of the consumption of drinking water with the increased content of nitrates for the health of the people of the Ternopil Region. *Environment & Health*. 2018. No. 4. С. 20–24. DOI: doi.org/10.32402/dovkil2018.04.020.
5. Bayanova A.A. Monitoring the quality of drinking water of the regional decentralized water supply. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ.* 2019. Sci. 315 052014. DOI: doi:10.1088/1755-1315/315/5/052014.
6. Абдурахманов Г.М., Гасангаджиева А.Г., Даудова М.Г., Гаджиев А.А. Эколого-географическая оценка заболеваемости злокачественными новообразованиями детского населения республики Дагестан. *Экология человека*. 2015. № 08. С. 16–25.
7. Ліхо О.А., Гакало О.І. Особливості водозабезпечення населення Поліських районів Рівненської області. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2015. Вип. 1(69). С. 122–132.
8. Schullehner J., Hansen B., Thygesen M., Pedersen C.B., Sigsgaard T. Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study: Nitrate in drinking water and CRC. *International Journal of Cancer*. 2018. Vol. 143 (1). P. 73–79. DOI: 10.1002/ijc.31306.
9. Romanchuk L.D., Valerko R.A., Herasymchuk L.O., Kravchuk M.M. Assessment of impact of organic Agriculture on Nitrate Content in Drinking Water in Rural Settlements of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. No. 11(2). P. 17–26. DOI: 10.15421/2021_71.
10. Герасимчук Л.О. Роль нітратного забруднення овочевої продукції та питної води у формування неканцерогенного ризику для населення с. Лука Житомирського району. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 55–63.
11. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. Москва : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.