
ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 614.777:546.175(477.42)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.30>

ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ ВНАСЛІДОК СПОЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

Валерко Р.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології,

Поліський національний університет

Герасимчук Л.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології,

Поліський національний університет,

Касумова В.Ю. – студентка I курсу магістратури

факультету лісового господарства та екології,

Поліський національний університет

Наразі доведено, що постійне споживання питної води, яка містить наднормативні кількості шкідливих домішок, здатне викликати у людини хронічні та гострі захворювання, а тому вивчення цієї проблеми потребує постійного дослідження. Особливо актуальними такі дослідження є для мешканців сільських населених пунктів, які використовують у повсякденному побуті воду із джерел децентралізованого водопостачання, якість якої дуже часто не відповідає установленим стандартам. Дослідження проходили на території сільських населених пунктів нового укрупненого Бердичівського району Житомирської області, де було відібрано 60 зразків питної води із джерел децентралізованого водопостачання. З метою оцінки потенційного ризику для здоров'я сільського населення у питній воді визначали вміст найбільш поширених показників – нітратів та заліза загального та використовували модифіковану методику оцінки ризику USEPA. Установлено, що середній вміст нітратів на території району становить 129,8 мг/дм³, що перевищує встановлений норматив у 2,6, а максимальний їх вміст зафіксовано на рівні 720 мг/дм³. Середній вміст заліза загального не перевищував встановлений норматив, який для джерел децентралізованого водопостачання становить 1,0 мг/дм³, проте максимальна його концентрація була виявлена на рівні 10,6 мг/дм³. Доведено, що найбільший внесок у величину ризику вносять нітрати, які від загальної величини ризику займали у середньому 95 %. За середнім вмістом у питній воді нітратів та заліза загального рівень ризику для здоров'я населення характеризується як середній. Найбільш чутливою категорією до вмісту нітратів у питній воді виявились діти віком 0-10 років, а серед дорослого населення рівень ризику для жінок був вищим, ніж для чоловіків.

Ключові слова: питна вода, якість питної води, нітрати, залізо загальне, ризик, коефіцієнт небезпеки.

Valerko R.A., Herasymchuk L.O., Kasumova V.Yu. Assessment of the potential risk to the health of rural population due to drinking water consumption

It has been proved that the constant consumption of drinking water, which contains excessive amounts of harmful impurities, can cause chronic and acute diseases in humans, and therefore the study of this problem requires constant research. Such studies are especially relevant for residents of rural settlements, who use water from sources of decentralized water supply in everyday

life, the quality of which often does not meet established standards. The research was conducted on the territory of rural settlements of the new enlarged Berdychiv district of Zhytomyr region, where 60 samples of drinking water were taken from sources of decentralized water supply. In order to assess the potential risk to the health of the rural population, the content of the most common indicators – nitrates and total iron – was determined in drinking water and a modified USEPA risk assessment methodology was used. It was found that the average content of nitrates in the district is 129.8 mg/dm³, which exceeds the established standard by 2.6, and their maximum content is recorded at 720 mg/dm³. The average content of total iron did not exceed the established standard, which for sources of decentralized water supply is 1.0 mg/dm³, but its maximum concentration was found at 10.6 mg/dm³. It is proved that the largest contribution to the risk is made by nitrates, which accounted for an average of 95% of the total risk. According to the average content of nitrates and iron in drinking water, the level of risk to public health is characterized as medium. The most sensitive category to the content of nitrates in drinking water were children aged 0-10 years, and among the adult population the risk level for women was higher than for men.

Key words: drinking water, drinking water quality, nitrates, total iron, risk, hazard factor.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Для сільської місцевості як України так і всього світу характерною рисою є відсутність централізованого водопостачання та водовідведення, що є причиною використання місцевими жителями для питних та побутових потреб води із джерел нецентралізованого водопостачання таких як: колодязів, свердловин, каптажів тощо. До недавнього часу вважалось, що підземні води, які живлять альтернативні джерела є більш чистими, ніж ті, що надходять із централізованих джерел водопостачання. Проте, інтенсифікація сільського господарства, а також низька екологічна культура селян призвели до того, що, наразі, вода приватних колодязів та свердловин не відповідає нормативам за органолептичними, санітарно-гігієнічними, мікробіологічними, токсикологічними та іншими показниками якості питної води.

Постійне споживання забрудненої питної води може викликати негативні ефекти у організмі людини, а також виникнення хронічних та гострих захворювань, а тому оцінка потенційних ризиків для здоров'я різних категорій сільського населення внаслідок споживання неякісної питної води є питанням, яке потребує постійного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед великої кількості забруднюючих речовин, що можуть міститись у питній воді, найбільшу стурбованість викликає забруднення нітратами та важкими металами, оцінці ризику для здоров'я від впливу яких присвячено праці як вітчизняних учених [1-3], так і дослідників усього світу, зокрема: Індії [4], Бангладеш [5], Ірану [6], Китаю [7], Індонезії [8], США [9] тощо.

Дослідженнями деяких зарубіжних учених було доведено, що перевищення вмісту заліза і марганцю у питній воді може викликати хвороби Паркінсона, Хантінгтона, Альцгеймера, серцево-судинні захворювання, гіперкератоз, цукровий діабет, зміни пігментації, захворювання нирок, печінки, респіраторні та неврологічні розлади [10]. Підвищений вміст нітратів може викликати метгемоглобінемію у немовлят і онкозахворювання у дорослих [11]. Постійне споживання надмірних кількостей нітратів може спричинити вроджені вади, інфекції дихальних шляхів та зміни у імунній системі [8].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується означена стаття. Необхідність проведення досліджень у визначеному напрямку зумовлена тим, що сільські мешканці дуже часто не знають або нехтують звичайними правилами ведення господарства, у результаті чого відбувається

забруднення питної води, що є небезпечним для їх здоров'я. Отже, необхідним є інформування населення сільських селітебних територій щодо якості питної води та її впливу на здоров'я.

Дослідження проходили у межах науково-дослідної роботи «Еколого-соціально оцінка стану сільських селітебних територій у контексті сталого розвитку», за №: 0120U104233, результати якого можуть бути використані населенням, представниками сільських, селищних рад та об'єднаних територіальних громад для покращення якості питної води та зниження її негативного впливу на стан здоров'я сільського населення.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Отже, метою даного дослідження є оцінювання потенційних ризиків для здоров'я різних верств сільського населення внаслідок споживання питної води, що містить надмірні кількості нітратів та заліза загального на прикладі нового укрупненого Бердичівського району Житомирської області.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Дослідження проходили на території сільських населених пунктів нового укрупненого Бердичівського району Житомирської області, у межах яких відбирали зразки питної води із джерел нецентралізованого водопостачання – колодязів та свердловин (всього 60 зразків). Аналітичні дослідження здійснювали на базі Вимірювальної лабораторії Поліського національного університету за загальноприйнятими методиками, що не суперечать чинному законодавству України.

Для оцінки безпеки здоров'ю сільського населення різних вікових груп використовували модифіковану методику оцінки ризику USEPA [12]. Для оцінювання можливих неканцерогенних ризиків для здоров'я людини використовують середньодобову дозу надходження речовини до організму людини (ADD), коефіцієнт безпеки (HQ).

Параметри, що використовуються під час оцінки ризику для сільського населення різних категорій наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Параметри, що використовуються під час оцінки ризику для здоров'я людини [12]

Параметри	Діти	Підлітки	Чоловіки	Жінки
C – концентрація речовини у воді, мг/дм ³	виміряно			
IR – величина споживання води, л × добу ⁻¹	1,0	1,7	2,4	2,3
BW – маса тіла людини, кг	20	54	75	69
AT – період усереднення експозиції, років	365 × ED			
ED – тривалість впливу, років	6		30	
EF – частота впливу, днів/рік	365			

Графічні зображення створені за допомогою програмного забезпечення ArcGIS Pro.

Бердичівський район Житомирської області був утворений у 2020 році відповідно до постанови Верховної Ради України, внаслідок якої він був укрупнений та до його складу увійшли повністю території колишніх Бердичівського та Ружинського районів і частково території Андрушівського та Чуднівського районів, які ліквідовані тією ж постановою [13].



Рис. 1. Новий укрупнений Бердичівський район Житомирської області

У результаті проведених досліджень встановлено, що нітрати є пріоритетними забруднювачами питної води джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Бердичівського району, оскільки перевищення їх нормативного вмісту, який встановлено на рівні 50 мг/дм^3 , виявлено у 61% відібраних зразків, а середній їх вміст перевищено у 2,6 рази. Середній вміст заліза загального не перевищує встановленого нормативу, який для джерел нецентралізованого водопостачання становить $1,0 \text{ мг/дм}^3$, а перевищення нормативу зафіксовано лише у 20% проб (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст забруднюючих речовин у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання Бердичівського району

Речовина	Середній вміст, мг/дм^3	Мінімум	Максимум	% проб із перевищенням нормативу
Нітрати	$129,8 \pm 19,8$	0,7	720	61
Залізо загальне	$0,93 \pm 0,25$	0,02	10,6	20

Розрахована величина середньодобової дози (ADD) надходження нітратів та заліза загального з питною водою до організму мешканців сільських населених пунктів Бердичівського укрупненого району наведена у таблиці 3. Для нітратів за їх середнього вмісту середньодобова доза коливається у межах від 6,49 – для дітей до 4,1 – для підлітків, за максимального вмісту нітратів спостерігається аналогічна ситуація. Подібною є ситуація й для заліза загального, найбільша величина середньодобової дози зафіксована для дітей віком від 0 до 10 років (табл. 3).

Таблиця 3

**Середньодобова доза надходження речовини за середнього
та максимального їх вмісту**

Забруднююча речовина	Діти віком від 0 до 10 р.		Підлітки віком від 11 до 18 р.		Дорослі чоловіки		Дорослі жінки	
	сер	макс	сер	макс	сер	макс	сер	макс
Нітрати	6,49	36	4,1	22,7	4,2	23,04	4,3	24
Залізо загальне	0,05	0,53	0,03	0,3	0,03	0,34	0,03	0,4

Величина коефіцієнту небезпеки, що характеризує ризик для здоров'я населення від споживання питної води 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.

Розрахунок коефіцієнту небезпеки показав, що найбільший внесок у величину ризику вносять нітрати. Величина розрахованого ризику для різних верств населення досліджуваних населених пунктів для середнього вмісту нітратів у питній воді коливалася у межах 2,6–4,1. Усі розраховані величини знаходяться у межах середнього ризику. Коефіцієнт небезпеки для заліза загального серед жінок, чоловіків та підлітків вказує на мінімальний ризик, а для дітей – низький ризик (рис. 2).

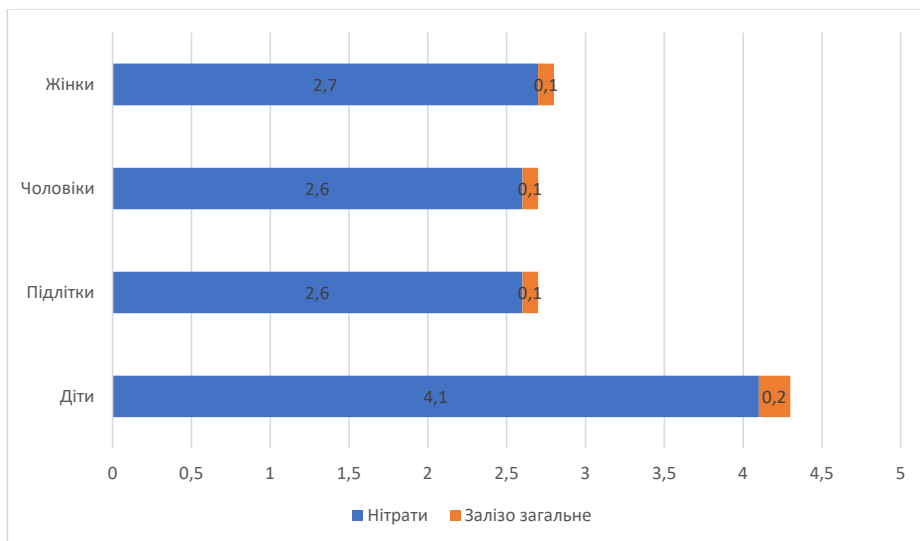


Рис. 2. Загальний ризик для різних категорій сільського населення Бердичівського району при середньому вмісті забруднюючих речовин

За максимального вмісту нітратів у питній воді ризик розвитку неканцерогенних ефектів для усіх категорій населення є критичним. Особливо небезпечною є ця величина для дітей, яка за значення нітратів у 720 мг/дм^3 становить 22,5. Максимальна концентрація у воді заліза загального, яка становила $10,6 \text{ мг/дм}^3$, що перевищує норматив у 10 разів, стала причиною для найбільшої величини ризику для дітей на рівні 1,8, що відноситься до середнього рівня. Для решти категорій населення величина ризику також не перевищувала середнього рівня (рис. 3).

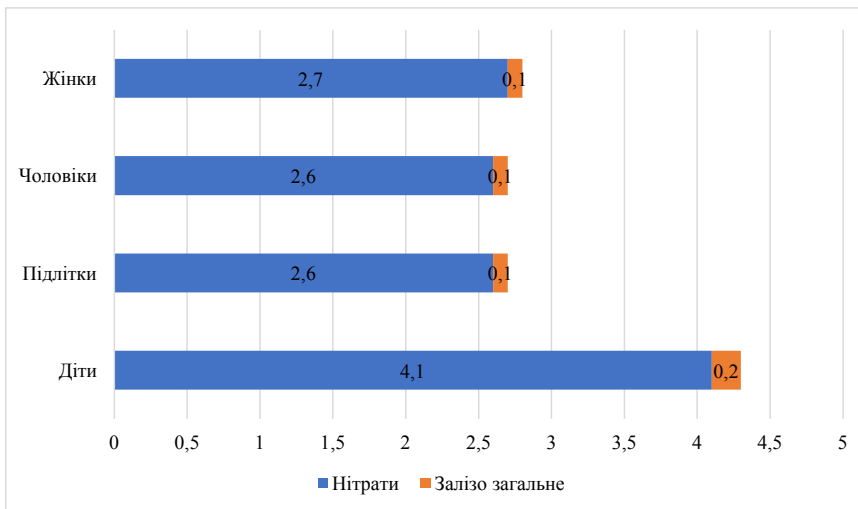


Рис. 3. Сумарний ризик для різних категорій сільського населення Бердичівського району за максимального вмісту забруднюючих речовин

Найбільш вразливою категорією населення відносно впливу нітратів є діти. Розрахована величина ризику для дітей віком від 0 до 10 років є більшою ніж для підлітків у середньому на 36%. Доведено також, що жінки є більш вразливими до дії нітратів ніж чоловіки. Рівень ризику для жінок досліджуваних сільських населених пунктів у середньому на 5% вище, ніж для чоловіків.

Висновки з даного дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі. Таким чином, здійснивши оцінку потенційних ризиків для різних категорій населення, що проживає на території сільських селітебних територій Бердичівського укрупненого району, внаслідок споживання питної води із джерел нецентралізованого водопостачання були зроблені такі висновки:

- величина неканцерогенного ризику для різних верств населення сільських населених пунктів внаслідок постійного споживання питної води, яка містить надмірні кількості нітратів, коливалася у межах 2,6–4,1, а найбільша його величина на рівні 22,5 зафіксована для дітей віком 0-10 років, які мешкають у селі Гордківка на території Андрушівської громади, що характеризується як критичний ступінь ризику, у середньому ж рівень ризику характеризується як середній;

- доведено, що найбільш чутливими до дії нітратів є діти, оскільки розрахована величина ризику для дітей віком від 0 до 10 років є більшою ніж для підлітків у середньому на 36 %, а жінки є більш вразливими до дії нітратів ніж чоловіки, рівень ризику для яких у середньому на 5 % вище, ніж для чоловіків;

- коефіцієнти небезпеки для усіх категорій населення внаслідок хронічного споживання питної води, що містить залізо загальне, були значно нижчими за одиницю, що відповідає незначному ступеню ризику;

- навіть при перевищенні вмісту заліза загального у питній воді у 10 разів величина коефіцієнту небезпеки сягає трохи більше 1, що характеризує рівень ризику як середній.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О. Оцінка перорального надходження нітратів з питною водою для різних верств населення Житомирської області. *Довкілля та здоров'я*. 2021. № 4 (101). С. 68-76. <https://doi.org/10.32402/dovkil2021.04.068>.
2. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О. Якість питної води як фактор впливу на стан здоров'я сільського населення. *Органічне виробництво і продовольча безпека*: збірник праць учасників ІХ Міжнар. наук.-практ. конф. 27-28 травня 2021 р. Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 272-280.
3. Валерко Р. А. Вміст нітратів у підземних водах та оцінка потенційних ризиків для здоров'я сільського населення Новоград-Волинського району Житомирської області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2021. № 25. С. 92-100. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-25-08>.
4. Karunanidhi D., Aravinthasamy P., Subramani T., Manish Kumar. Human health risks associated with multipath exposure of groundwater nitrate and environmental friendly actions for quality improvement and sustainable management: A case study from Texvalley (Tiruppur region) of India. *Chemosphere*. 2021. Vol. 265. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129083>.
5. Ghosh G.C., Khan M.J.H., Chakraborty T.K. et al. Human health risk assessment of elevated and variable iron and manganese intake with arsenic-safe groundwater in Jashore, Bangladesh. *Sci Rep*. 2020. 10. 5206. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62187-5>.
6. Qasemi M., Farhang M., Biglari H. et al. Health risk assessments due to nitrate levels in drinking water in villages of Azadshahr, northeastern Iran. *Environ Earth Sci*. 2018. 77. 782. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7973-6>.
7. Yu G., Wang J., Liu L. et al. The analysis of groundwater nitrate pollution and health risk assessment in rural areas of Yantai, China. *BMC Public Health*. 2020. 20. 437. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08583-y>.
8. Sadler R., Maetam B, Edokpolo B, Connell D, Yu J, Stewart D, Park M.-J., Gray D., Laksono B. Health risk assessment for exposure to nitrate in drinking water from village wells in Semarang, Indonesia. *Environmental Pollution*. 2016. Vol. 216. P. 738-745. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.041>.
9. Wheeler D. C., Nolan B. T., Flory A. R., DellaValle C. T., Ward M. H. Modeling groundwater nitrate concentrations in private wells in Iowa. *The Science of the total environment*. 2015. 536. 481-488. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.080>.
10. Kell D.B. Towards a unifying, systems biology understanding of large-scale cellular death and destruction caused by poorly liganded iron: Parkinson's, Huntington's, Alzheimer's, prions, bactericides, chemical toxicology and others as examples. *Arch Toxicol*. 2010. 84. 825-889. <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0577-x>.
11. 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:10.1088/1755-1315/315/5/052014.
12. US Environmental Protection Agency. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. US EPA; Washington, DC, USA: 2012. pp. 2-6.
13. Про утворення та ліквідацію районів: Постанова Верховної Ради України № 807-ІХ від 17.07.2020 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/807-IX#Text>.