

УДК 614.777:543.32(477.42)

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-3-2>

Руслана ВАЛЕРКО

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри загальної екології, Поліський національний університет, бульв. Старий, 7, м. Житомир, Україна, 10008

ORCID: 0000-0003-4716-0100

Людмила ГЕРАСИМЧУК

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри загальної екології, Поліський національний університет, бульв. Старий, 7, м. Житомир, Україна, 10008

ORCID: 0000-0002-3166-5588

Бібліографічний опис статті: Валерко, Р., Герасимчук, Л. (2021). Оцінка ризику, пов'язаного з надходженням заліза з питною водою, для здоров'я населення Житомирської області. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 3, 10–16, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-3-2>

ОЦІНКА РИЗИКУ, ПОВ'ЯЗАНОГО З НАДХОДЖЕННЯМ ЗАЛІЗА З ПИТНОЮ ВОДОЮ, ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Метою дослідження є оцінка вмісту заліза у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області та виявлення кількісних характеристик його перорального надходження з питною водою для різних вікових груп сільського населення.

Методологія. Загалом було відібрано 450 зразків питної води з усіх районів Житомирської області. Аналітичні дослідження зразків води на вміст заліза загальною здійснювали фотометричним методом на базі вимірювальної лабораторії Поліського національного університету.

Наукова новизна полягає в оцінюванні ризику виникнення неканцерогенних ефектів через надходження заліза з питною водою для сільського населення Житомирської області різних вікових категорій.

Висновки. Середній вміст заліза загального у питній воді сільських населених пунктів коливався від 0,55 у Житомирському районі до 1,06 мг/дм³ – на території Новоград-Волинського району. Максимальний його вміст виявлено на рівні 10,6 мг/дм³ у Бердичівському та Новоград-Волинському районах. Встановлено, що середньодобова доза надходження заліза з питною водою для дорослих варіювала у межах від 0,02 до 0,04 мг/кг×добу за середньої його концентрації та від 0,21 до 0,35 мг/кг×добу – за максимальної концентрації заліза. Для дітей за середнього вмісту заліза ця величина коливалась у межах 0,02–0,05 мг/кг×добу, а за максимального вмісту – 0,2–0,51 мг/кг×добу. Розраховані величини перевищують референтну дозу, яка становить 0,3 мг/кг×добу, лише за максимальних концентрацій заліза. Найменші коефіцієнти небезпеки були зафіксовані для підлітків, чоловіків та жінок Житомирського району за середньої концентрації заліза 0,55 мг/дм³, а найбільші величини виявлені для дитячого населення у Бердичівському та Новоград-Волинському районах за максимальної концентрації заліза на рівні 10,6 мг/дм³. Встановлено, що величина ризику перевищує одиницю лише за умови зростання концентрації заліза до 10 мг/дм³ і більше.

Ключові слова: питна вода, залізо загальне, середньодобова доза, надходження, референтна доза, неканцерогенний ризик.

Ruslana VALERKO

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the General Ecology Department, Polissya National University, 7 Staryi Boulevard, Zhytomyr, Ukraine, 10008

ORCID: 0000-0003-4716-0100

Lyudmyla HERASYMCHUK

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of General Ecology, Polissya National University, 7 Staryi Boulevard, Zhytomyr, Ukraine, 10008

ORCID: 0000-0002-3166-5588

To cite this article: Valerko, R., Herasymchuk, L. (2021). Otsinka ryzyku, pov'iazanoho z nadkhodzhenniam zaliza z pytnoi vodoiu, dlia zdorov'ia naselennia Zhytomyrskoi oblasti [Assessment of risk associated with the invention of iron with drinking water for the health of the population of the Zhytomyr region]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 3, 10–16, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-3-2>

ASSESSMENT OF RISK ASSOCIATED WITH THE INVENTION OF IRON WITH DRINKING WATER FOR THE HEALTH OF THE POPULATION OF THE ZHYTOMYR REGION

The aim of the study is to assess the iron content in drinking water sources of decentralized water supply in rural areas of Zhytomyr and identify quantitative characteristics of its oral intake with drinking water for different age groups of the rural population.

Methodology. A total of 450 drinking water samples were taken from all districts of Zhytomyr Oblast. Analytical studies of water samples for total iron content were performed by photometric method on the basis of the Measuring Laboratory of Polissya National University.

The scientific novelty is to assess the risk of non-carcinogenic effects due to the supply of iron in drinking water for the rural population of Zhytomyr region of different ages.

Conclusions. The average content of total iron in drinking water of rural settlements ranged from 0.55 in Zhytomyr region to 1.06 mg/dm³ in Novohrad-Volynskiy region. Its maximum content was found at the level of 10.6 mg/dm³ within Berdychiv and Novohrad-Volynskiy regions. It was found that the average daily dose of iron with drinking water varied from 0.02 to 0.04 mg/kg×day for adults at its average concentration and from 0.21 to 0.35 – at the maximum concentration of iron. For children with an average iron content, this value ranged from 0.02 to 0.05, and at a maximum content of 0.2–0.51 mg/kg×day. The calculated values exceed the reference dose, which is 0.3 mg/kg×day, only at maximum iron concentrations. The lowest risk factors were recorded for adolescents, men and women in Zhytomyr region at an average iron concentration of 0.55 mg/dm³, and the highest values were found for children in Berdychiv and Novohrad-Volynskiy regions at a maximum iron concentration of 10.6 mg/dm³. It is established that the magnitude of the risk exceeds one only if the iron concentration increases to 10 mg/dm³ and more.

Key words: drinking water, total iron, average daily dose, intake, reference dose, non-carcinogenic risk.

Актуальність проблеми. Залізо – це елемент, що зустрічається найбільш часто серед інших у природі та за поширеністю у земній корі посідає друге місце серед металів. Природні води збагачуються залізом завдяки процесам хімічного вивітрювання з механічним руйнуванням і розчиненням гірських порід. Середній вміст заліза у поверхневих водах становить близько 0,7 мг/дм³, концентрації заліза у підземних водах зазвичай не перевищують 0,5–10 мг/дм³, проте, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, можуть сягати і 50 мг/дм³ (WHO, 2003).

У країнах Європейського Союзу норматив заліза у питній воді встановлений на рівні 0,2 мг/дм³, в Австралії, Японії, Китаї, США, Канаді – на рівні 0,3 мг/дм³, що відповідає нормативу, затвердженому ВООЗ, який обмежується відомостями лише про зміну органолептичних властивостей у разі його перевищення (WHO, 2011). В Україні з 2010 р. діють 2 нормативи вмісту заліза: 0,2 мг/дм³ – для централізованого водопостачання, й 1 мг/дм³ допускається для води, що надходить із джерел нецентралізованого водопостачання (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Численні наукові дослідження свідчать про безпосередній вплив питної води незадовільної якості на стан здоров'я населення; доведено суттєвий зв'язок між санітарно-хімічними показниками та рівнем захворюваності за низ-

кою нозологічних форм. Зокрема, в останні роки занепокоєння вітчизняних та зарубіжних дослідників викликає негативний вплив високого вмісту заліза у питній воді на стан здоров'я людини. Доведено, що постійне споживання води з підвищеним вмістом заліза сприяє збільшенню рівня загальної захворюваності (Егорова, Канатникова, 2017), має негативний вплив на репродуктивну функцію, збільшує ризик розвитку інфарктів, виразкової хвороби (Heming, Montravers, Lasocki, 2011), алергічних захворювань, хвороб кісткової системи, захворювань крові, печінки, порушень роботи нирок, анемії та неврологічних розладів (Ghosh, Khan, Chakraborty et al., 2020). Проте у Житомирській області можливість впливу заліза в питній воді, у концентраціях, що перевищують норматив, на стан здоров'я населення досліджено неналежним чином (Валерко, Герасимчук, Приходько, 2021).

Мета. Отже, метою статті стала оцінка ризику для здоров'я населення сільських селітебних територій Житомирської області, пов'язаного з надходженням заліза з питною водою.

Виклад основного матеріалу. Відбір зразків питної води робили із джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області. Аналітичні дослідження зразків питної води на вміст заліза загального проводили, відповідно до ГОСТу 4011-72 «Вода питьевая. Методы измерения

массовой концентрации общего железа», за допомогою фотоелектроколориметра. Всього було відібрано та проаналізовано 450 зразків води.

Оцінку перорального надходження заліза з питною водою проводили, відповідно до методичних рекомендацій з оцінки ризику для здоров'я населення за умови впливу хімічних речовин, що забруднюють довкілля (Р. 2.1.10.1920-04). Значення факторів експозиції, що рекомендовані як стандартні, приймалися згідно з критеріями Агентства з охорони довкілля США (EPA) (табл. 1).

Середньодобову дозу надходження заліза загального впродовж життя людини разом із 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 впродовж життя, мг/кг×добу; C – концентрація речовини у питній воді, мг/дм³; IR – величина споживання води; ED – тривалість впливу, років; EF – частота впливу, днів/рік; BW – маса тіла людини, кг; AT – період усереднення експозиції, років; DPY – кількість днів в одному році, 365 днів/рік.

Потенційну дозу заліза за його хронічного щоденного надходження впродовж багаторічної експозиції розраховували за формулою 2:

$$TPD = C \times IR \times ED, \quad (2)$$

де TPD – потенційна доза речовини за її хронічного щоденного надходження; C – концентрація речовини у питній воді, мг/дм³; IR – величина споживання, дм³/добу; ED – тривалість впливу (доба×років).

Ризик можливого розвитку неканцерогенних ефектів оцінювали за показниками коефіцієнта небезпеки (HQ), який є відношенням середньодобової дози хімічної речовини до її безпечного

(референтного) рівня впливу та розраховується за формулою 3:

$$HQ = ADD / RfD, \quad (3)$$

де ADD – середньодобова доза надходження хімічної речовини впродовж життя, мг/кг×добу; RfD – порогова (референтна) доза, мг/кг×добу (Р. 2.1.10.1920-04).

Середній вміст заліза загального у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області коливався у межах від 0,55 мг/дм³ у Житомирському районі до 1,06 мг/дм³ – у Новоград-Волинському. Максимальний його рівень варіював у межах від 6,5 до 10,6 мг/дм³. Найбільша кількість проб із перевищеним вмістом заліза зафіксована у Коростенському районі, а найменша – у Житомирському (табл. 2).

Перевищення нормативу заліза за чинним стандартом на території України зафіксовано лише для Новоград-Волинського району – в 1,06 рази. Проте, якщо брати до уваги рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я, то маємо перевищення для всіх досліджуваних районів, величина яких становить: для Бердичівського району – в 3,1 рази, для Житомирського – в 1,8 рази, для Коростенського – в 3 рази, для Новоград-Волинського – в 3,5 рази (рис. 1).

Відповідно до методики референтна доза для заліза становить 0,3 мг, а в якості критичних органів і систем розглядаються слизові оболонки, шкіра, кров та імунна система. Відомо, що ймовірність розвитку шкідливих ефектів збільшується зі зростанням величини HQ. Величина HQ є відношенням середньодобової дози надходження заліза до його референтної дози, а якщо взяти до уваги, що величина HQ,

Таблиця 1

Стандартні фактори експозиції (EPA, 2015)

Фактори експозиції	Категорії населення, вік			
	діти, 0–10 років	підлітки, 11–20 років	чоловіки, 21–72 роки	жінки, 21–72 роки
Споживання питної води, дм ³ /добу	1	1,7	2,4	2,3
Маса тіла, кг	20	54	75	69
Частота впливу, днів/рік	350			
Тривалість впливу, років	6	6	30	30
Період усереднення експозиції, років	6	6	30	30
Референтна доза, мг/кг×добу	0,3			

яка дорівнює 1, є пороговою величиною неканцерогенного ризику, то й верхній допустимий рівень середньодобового перорального споживання заліза становитиме 0,3 мг/кг×добу (Поляков, Ревуцкая, Крохалева, 2018).

Таким чином, для дорослого чоловіка із середньою масою тіла 75 кг верхня допустима межа становитиме 22,5 мг/добу, а для дітей із вагою 20 кг – 6 мг/добу (табл. 3). Тобто, знаючи масу тіла людини та помноживши її на референтну дозу, можна оцінити індивідуальну верхню допустиму межу середньодобового

споживання заліза. На основі отриманих вище величин можна оцінити допустимий рівень надходження заліза за багаторічний період, який для дорослих становить 30 років, а для дітей – 6 років (Р. 2.1.10.1920-04). Отже, для дорослого чоловіка із середньою масою тіла 75 кг за 30 років хронічного щоденного надходження заліза ця величина становитиме 246 375 мг, а для дітей із вагою 20 кг за 6 років хронічного впливу – 13 140 мг (табл. 3). Аналогічним чином можна оцінити індивідуальну верхню допустиму межу надходження заліза за будь-який багаторічний

Таблиця 2

Вміст заліза загального у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області

Район	Середній вміст, мг/дм ³	Максимальний вміст, мг/дм ³	Перевищення нормативу за ДСанПін 2.2.4-171-10, % проб	Перевищення нормативу за ВООЗ, % проб
Бердичівський	0,93	10,6	20	29,1
Житомирський	0,55	9,8	11,7	34,8
Коростенський	0,9	6,5	31,4	44,2
Новоград-Волинський	1,06	10,6	28,1	42,2

Таблиця 3

Розрахунок гранично допустимого рівня надходження заліза з питною водою

Категорія населення	Вага, кг	Верхня допустима межа споживання заліза, мг/добу	Верхня допустима межа за хронічного щоденного споживання, мг
Діти	20	6	13 140
Підлітки	54	16,2	35 478
Чоловіки	75	20,7	226 665
Жінки	69	22,5	246 375

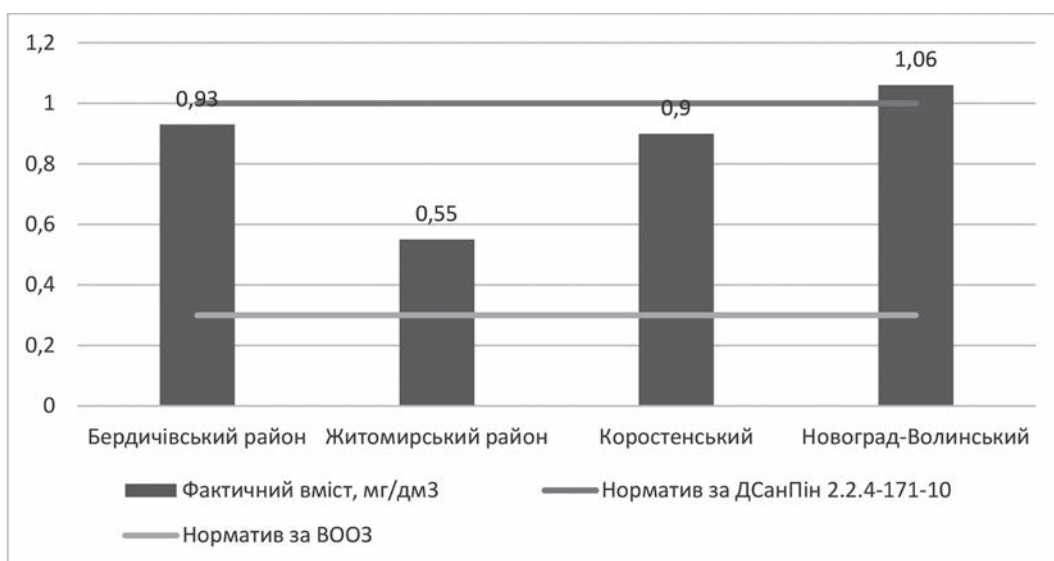


Рис. 1. Перевищення нормативів вмісту заліза загального у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області

період хронічного впливу, використовуючи величину водоспоживання, масу тіла та концентрацію заліза у питній воді.

На основі отриманих даних щодо вмісту заліза загального за його середньої та максимальної концентрації у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області були розраховані величини середньодобового надходження заліза, потенційні дози заліза за його хронічного споживання та ризик можливого розвитку неканцерогенних ефектів для різних категорій населення (табл. 4).

Встановлено, що розрахована величина верхнього допустимого рівня споживання заліза для будь-якої категорії населення за середнього його вмісту у питній воді сільських населених пунктів у жодному випадку не перевищувала допустимих значень, наведених у табл. 3. Проте за максимального його вмісту зафіксовано перевищення величини допустимого рівня споживання заліза для дітей, яке варіювало у межах від 1,03 у Коростенському районі до 1,7 – у Бердичівському та Новоград-Волинському райо-

нах. Для підлітків перевищення встановлено для Бердичівського та Новоград-Волинського районів – в 1,13 та 1,07 рази відповідно. Перевищення граничного рівня споживання заліза за його максимальної концентрації зафіксовано для чоловіків та жінок усіх районів, крім Коростенського. Аналогічною була ситуація і для величини верхньої допустимої межі за хронічного щоденного споживання (див. табл. 4).

Найменші коефіцієнти небезпеки були зафіксовані для підлітків, чоловіків і жінок Житомирського району за середньої концентрації заліза 0,55 мг/дм³. Найбільші коефіцієнти небезпеки зафіксовані для дитячого населення у Бердичівському та Новоград-Волинському районах за максимальної концентрації заліза на рівні 10,6 мг/дм³ (див. рис. 2). Рівень неканцерогенного ризику в межах від 1 до 5 характеризується як середня межа небезпеки для особливо чутливих груп населення, в цьому випадку – дітей.

Проте важливо пам'ятати про надходження заліза до організму людини з їжею, оскільки можливість повноцінної оцінки ризику роз-

Таблиця 4

Результати оцінки перорального надходження заліза з питною водою нецентралізованих джерел водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області

Категорія населення	ADD, мг/кг×добу		Верхня допустима межа споживання заліза, мг/добу		TPD, мг		Верхня допустима межа за хронічного щоденного споживання, мг	
	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.
<i>Бердичівський район</i>								
Діти	0,04	0,51	0,8	10,2	2053	23214	1752	22328
Підлітки	0,03	0,32	1,62	18,36	3462,4	39463,8	3547,8	40208,4
Чоловіки	0,03	0,34	3	38,25	24440,4	278568	32850	418835,5
Жінки	0,031	0,35	2,14	24,15	23422,1	266961	23433	264442,5
<i>Житомирський район</i>								
Діти	0,03	0,47	0,6	9,4	1204,5	21462	1314	20586
Підлітки	0,02	0,3	1,08	16,2	2047,65	36485,4	2365,2	35478
Чоловіки	0,02	0,31	1,5	23,25	14454	257544	16425	254587,5
Жінки	0,02	0,33	1,38	22,77	13851,75	246813	19710	249331,5
<i>Коростенський район</i>								
Діти	0,04	0,31	0,8	6,2	1971	14235	1752	13578
Підлітки	0,03	0,2	1,62	10,8	3350,7	24199,5	3547,8	23652
Чоловіки	0,03	0,21	2,25	15,75	23652	170820	24637,5	172462,5
Жінки	0,03	0,22	2,07	15,18	22666,5	163702,5	22666,5	166221
<i>Новоград-Волинський район</i>								
Діти	0,05	0,51	1	10,2	2321,4	23214	2190	22338
Підлітки	0,03	0,32	1,62	17,28	3946,4	39463,8	1773,9	37843,2
Чоловіки	0,03	0,34	2,25	25,5	27856,8	278568	24637,5	279225
Жінки	0,04	0,35	2,76	24,15	26696,1	266961	30222	264442,5

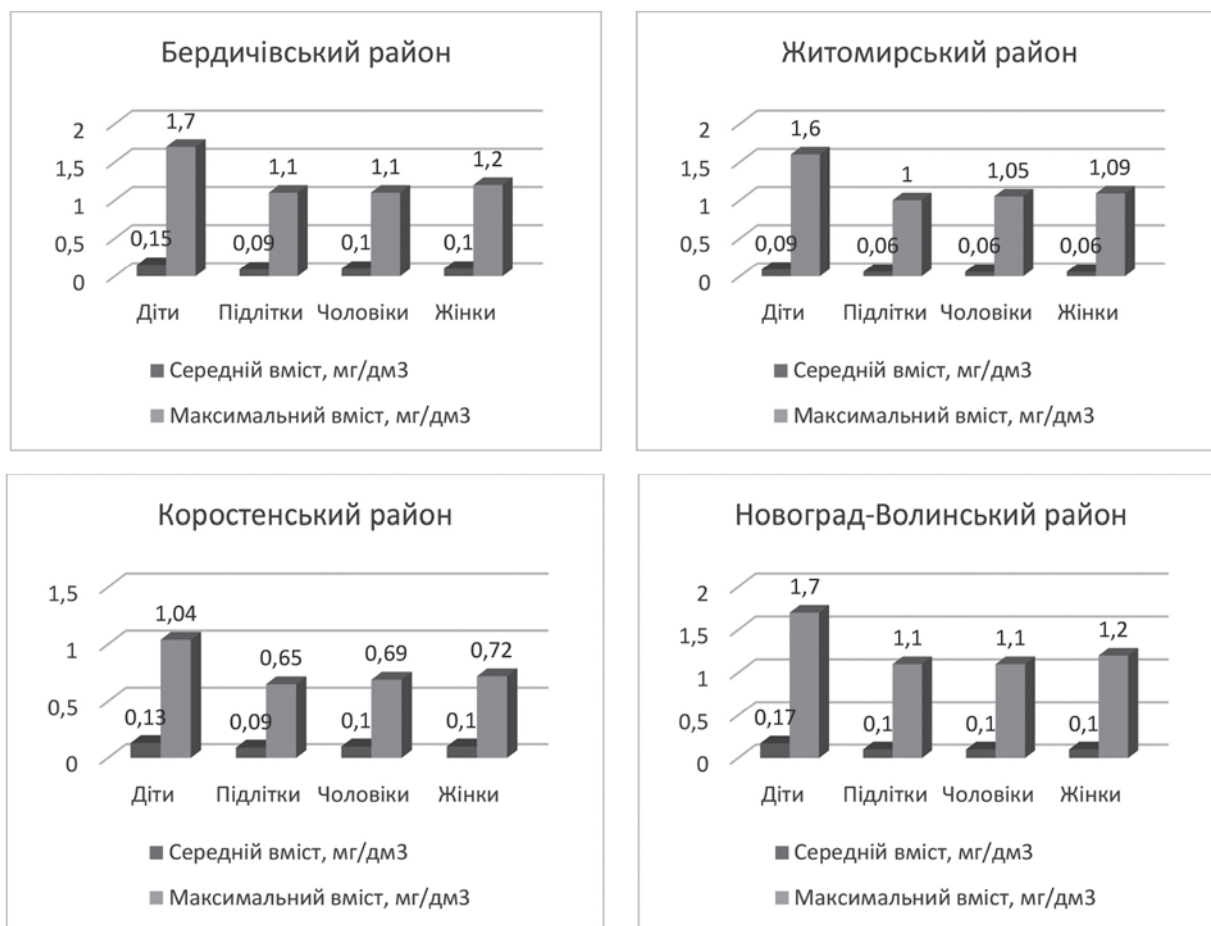


Рис. 2. Оцінка ризику розвитку неканцерогенних ефектів за надходження заліза з питною водою для населення Житомирської області

витку неканцерогенних ефектів існує лише за умови врахування кількісних показників перорального надходження заліза і з питною водою, і з продуктами харчування.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, доведено, що найбільш вразливими категоріями населення до розвитку шкідливих ефектів впливу на здоров'я за перорального надходження заліза з питною водою є діти віком від 0 до 6 років та жінки. Рівень ризику не перевищує величину 1,7, що свідчить про середній ступінь небезпеки, а ризик

розвитку шкідливих ефектів є характерним для особливо чутливих груп населення. Крім того, встановлено, що величина ризику перевищує одиницю лише за умови зростання концентрації заліза до 10 мг/дм³ і більше.

У перспективі подальших досліджень – здійснення сумарної оцінки ризику для здоров'я населення за перорального та наскірного надходження забруднювальних речовин із водою джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області.

ЛІТЕРАТУРА:

1. WHO. Iron in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva, 2003. 9 p.
2. WHO. Guidelines for drinking-water quality. Geneva, 2011. 564 p.
3. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПІН 2.2.4-171-10. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.
4. Егорова Н.А., Канатникова Н.В. Влияние железа в питьевой воде на заболеваемость населения г. Орла. *Hygiene & Sanitation (Russian Journal)*. 2017. № 96 (11). С. 1049–1053. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1049-1053.

5. Heming N., Montravers P., Lasocki S. Iron deficiency in critically ill patients: highlighting the role of hepcidin. *Crit. Care*. 2011. № 15 (2). P. 210. DOI: 10.1186/cc9992.
6. 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. P. 5206. DOI: 10.1038/s41598-020-62187-5.
7. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Приходько А.П. Оцінка перорального надходження заліза і марганцю з питною водою для дитячого населення Житомирської області. *Challenges, threats and developments in biology, agriculture, ecology, geography, geology and chemistry* : international scientific and practical conference. Lublin, the Republic of Poland, July 2–3, 2021. P. 53–57. DOI: 10.30525/978-9934-26-111-4-12.
8. 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.
9. Human Health Ambient Water Quality Criteria: 2015 Update. URL: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/human-health-2015-update-factsheet.pdf>.
10. Поляков В.Ю., Ревуцкая И.Л., Крохалева С.И. Оценка перорального поступления железа с питьевой водой города Биробиджана для различных возрастных групп населения. *Экология человека*. 2018. № 1. С. 20–25.

REFERENCES:

1. WHO (2003). Iron in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva. 9 p.
2. WHO (2011). Guidelines for drinking-water quality. Geneva. 564 p.
3. Hiihiyenichni vymohy do vody pytnoyi, pryznachenoï dlya spozhyvannya lyudynoyu : DSanPiN 2.2.4-171-10 [Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption : DSanPiN 2.2.4-171-10]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.
4. Yegorova, N.A., Kanatnikova, N.V. (2017). Vliyaniye zheleza v pit'yevoy vode na zabolevayemost' naseleniya g. Orla [Influence of iron in drinking water on the incidence of the population of Orel]. *Hygiene & Sanitation (Russian Journal)*. No 96 (11). P. 1049–1053. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1049-1053. [in Russian]
5. Heming, N., Montravers, P., Lasocki, S. (2011). Iron deficiency in critically ill patients: highlighting the role of hepcidin. *Crit. Care*. No 15 (2). P. 210. DOI: 10.1186/cc9992.
6. Ghosh, G.C., Khan, M.J.H., Chakraborty, T.K. et al. (2020). Human health risk assessment of elevated and variable iron and manganese intake with arsenic-safe groundwater in Jashore, Bangladesh. *Sci Rep*. No 10. 5206. DOI: 10.1038/s41598-020-62187-5.
7. Valerko, R.A., Herasymchuk, L.O., Prykhod'ko, A.P. (2021). Otsinka peroral'noho nadkhodzheniya zaliza i marhantsyu z pytnoyu vodoyu dlya dytyachoho naselennya Zhytomyrs'koyi oblasti [Estimation of oral intake of iron and manganese with drinking water for children of Zhytomyr region]. *Challenges, threats and developments in biology, agriculture, ecology, geography, geology and chemistry* : international scientific and practical conference. Lublin, the Republic of Poland, July 2–3. P. 53–57. DOI: 10.30525/978-9934-26-111-4-12. [in Ukrainian]
8. Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredyu / R 2.1.10.1920-04 [Guidelines for Assessing Public Health Risks from Exposure to Chemicals Polluting the Environment]. Moskva : Federal'nyy tsentr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. 143 s. [in Russian]
9. Human Health Ambient Water Quality Criteria: 2015 Update. URL: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/human-health-2015-update-factsheet.pdf>.
10. Polyakov, V.YU., Revutskaya, I.L., Krokhalova, S.I. (2018). Otsenka peroral'nogo postupleniya zheleza s pit'yevoy vodoy goroda Birobidzhana dlya razlichnykh vozrastnykh grupp naseleniya [Assessment of oral intake of iron with drinking water in the city of Birobidzhan for different age groups of the population]. *Ekologiya cheloveka*. № 1. P. 20–25. [in Russian]