

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-25-08>
УДК (UDC): 614.777:546.175(477.42)

Р. А. ВАЛЕРКО, канд. с.-г. наук, доц.,
доцент кафедри загальної екології
e-mail: valerko_ruslana@ukr.net ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4716-0100>
Поліський національний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

ВМІСТ НІТРАТІВ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ ТА ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНИХ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ НОВОГРАД-ВОЛИНСЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета. Дослідити вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання на території сільських населених пунктів нового укрупненого Новоград-Волинського району Житомирської області та оцінити потенційні ризики для різних категорій місцевого населення від постійного споживання води із підвищеним вмістом нітратів.

Методи. Польові, лабораторно-аналітичні, статистичні.

Результати. Установлено, що найбільш забрудненою є питна вода приватних колодязів, що знаходяться на території бувшого Ємільчинського району, який наразі входить до складу Новоград-Волинського району, де у всіх зразках було виявлено перевищення вмісту нітратів, а середній їх вміст становив 99,04 мг/дм³. Загалом у 57,5 % відібраних зразків питної води укрупненого району було виявлено перевищення рівня нітратів, а середня їх концентрація території усього району становила 67,86 мг/дм³. Найбільше перевищення нітратів у воді у 7,9 рази виявлено у приватній криниці села Кам'янка Барашівської територіальної громади. Доведено, що індекс ризику внаслідок споживання питної води для дітей є більшим ніж для дорослих – на середньому, а при середньому вмісті нітратів у питній воді ризик для дітей встановлено на середньому рівні, а для дорослих – на низькому рівні.

Висновки. Доведено, що, загальний ризик надходження нітратів при обох шляхах впливу приблизно дорівнює ризику для здоров'я внаслідок споживання питної води. У загальному ризику частка неканцерогенного ризику внаслідок споживання питної води становила 99,5 %, що набагато вище, ніж при контакті зі шкірою. Це свідчить про те, що нітрати із підземних вод до організму людини надходять в основному із питною водою, тому необхідним є постійний моніторинг їх вмісту у питній воді.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Новоград-Волинський район, сільські населені пункти, питна вода, нітрати, здоров'я, індекс ризику

Як цитувати: 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. Вип. 25. С. 92-100. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-25-08>

In cites: Valerko, R. A. (2021). Nitrate content in groundwater and assessment of potential risks for health of the rural population in Novograd-Volyn raion Zhytomyr district. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Ecology»*, (25), 92-100. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-25-08>

Вступ

Забруднення підземних вод нітратами, які є найбільш поширеними хімічними забруднювачами їх у світі, є однією із найбільш серйозних екологічних проблем. Вважається, що ґрунтові води є більш безпечними та якісними, проте через надмірну діяльність людини вони також піддаються впливу поверхневого

землекористування та інфільтрації з поверхні. Забруднення питної води громадських та приватних колодязів нітратами пов'язано, в основному, із широким використанням мінеральних, особливо азотних добрив.

Оскільки, добрива є найважливішим фактором у сільськогосподарських районах,

вода із джерел нецентралізованого водопостачання у цих місцях часто містить більш високі рівні вмісту нітратів [1].

Через нестачу водних ресурсів, жителі сільських територій змушені використовувати забруднені підземні води для побутових потреб та у якості питної води, не замислюючись над їх якістю та впливом на стан свого здоров'я. Вода, що містить високі рівні нітратів, є небезпечною для споживання людиною, що пов'язано із такими негативними наслідками як метгемоглобінемія, онкозахворювання тощо. В Україні концентрація нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання не повинна перевищувати 50 мг/дм³, а тому необхідним є постійний моніторинг їх вмісту у питній воді для недопущення забруднення ґрунтових вод нітратами.

Модель оцінки ризику для здоров'я людини, запропонована Агентством з охорони навколишнього середовища США [2], є одним з найбільш корисних методів кількісної оцінки потенційних ризиків, що пов'язані із забрудненням ґрунтових вод та створює наукову основу для місцевого управління водокористуванням. Таким чином, метою даного дослідження була оцінка якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Новоград-Волинського району Житомирської області за вмістом нітратів та визначення впливу нітратного забруднення води на ризику для здоров'я місцевого населення.

Проблемі нітратного забруднення питної води джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів присвячено велику кількість праць українських та зарубіжних учених, які вивчають вміст нітратів у воді, причини їх надходження та перевищення, а також оцінку ризику для здоров'я населення внаслідок споживання питної води з перевищенням нормативом нітратів. Нітратами – це головний забруднювач підземних вод [3], які привернули увагу усього світу [4]. Джерелами надходження нітратів до підземних вод є стічні води, перегній домашніх тварин і туалети [5], осадження атмосферного азоту і внесення хімічних та органічних добрив [6]. На процес трансформації та характеристики розподілення нітратів у підземних водах впливають як фізичні процеси, так і

геохімічні реакції [7]. Забруднення ґрунтових вод нітратами відрізняється за регіонами, що пов'язано, у першу чергу, із джерелами нітратів, структурою ґрунту, кліматичними умовами, глибиною залягання підземних вод, гідрогеологічними умовами тощо [8, 9].

Нітратами із підземних вод можуть надходити до організму людини при споживанні питної води та контакті із шкірою і безпосередньо впливають на здоров'я людини. Доведено негативний вплив на здоров'я людини, пов'язаний із такими несприятливими наслідками як метгемоглобінемія, яка є особливо небезпечною для дітей [10], розлади функціонування шлунково-кишкового тракту, цитоподібної, підшлункової, передміхурової залоз тощо [11]. Таким чином, актуальним, на нашу думку, є дослідження вмісту нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання та оцінка потенційного ризику для здоров'я сільського населення.

Новоград-Волинський район знаходиться на заході Житомирської області із адміністративним центром у місті Новоград-Волинський. Площа території становить 5256,6 км², а кількість населення станом на 2020 рік становить 169704 особи. У складі району наразі налічується 12 територіальних громад [12]. За даними Головного управління статистики у Житомирській області протягом 2020 року на території району під посіви сільськогосподарських культур було внесено 24476 ц мінеральних добрив. Крім того, у Новоград-Волинському районі було внесено найбільшу кількість органічних добрив, а саме 32358 т [13], що можливо, може бути пов'язано із концентрацією на території району сільськогосподарських підприємств органічного виробництва.

Оскільки, як зазначалось вище, на вміст нітратів у підземних водах впливають, у першу чергу, внесення мінеральних та органічних добрив, дослідження вмісту нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських селітебних територій Новоград-Волинського району та оцінки ризику для здоров'я місцевого населення, внаслідок споживання нітратно забрудненої води, є питанням виключно важливим та актуальним.

Об'єкти та методи дослідження

Дослідження проходили на території нового укрупненого Новоград-Волинського району, до складу якого з 17 липня 2020 року

повністю увійшли Новоград-Волинський, Баранівський та Смільчинський райони, які

наразі класифікують як територіальні громади (рис. 1).

Загалом на території району було відібрано 88 зразків води із громадських і приватних джерел нецентралізованого водопостачання (колодязі, свердловини), зокрема: на території бувшого Баранівського району відібрано 15 зразків, Смільчинського – 6 та

Новоград-Волинського - 52. Аналітичні дослідження відібраних зразків води здійснювали на базі Вимірювальної лабораторії навчально-наукового центру екології та охорони навколишнього середовища Поліського національного університету за загальноприйнятими методиками, що не суперечать стандартам України.



Рис. 1 – Карта нового Новоград-Волинського району Житомирської області
Fig. 1 – Map of the new Novograd-Volyn district of Zhytomyr region

За характеристиками забруднюючих речовин водного середовища модель оцінки ризику для здоров'я може бути поділена на модель оцінки генотоксичної речовини і модель оцінки токсичної речовини. Нітрати є токсичними речовинами для організму. Вважається, що оцінка ризику соматичних токсичних речовин основана на референтній дозі – якщо експозиційна доза перевищує референту, то можуть виникнути токсичні ефекти [14]. Отже, ризик можливого розвитку неканцерогенних ефектів оцінювали за показниками коефіцієнтів небезпеки (HQ), що розраховується за формулою 1:

$$HQ = ADD / RfD, \quad (1)$$

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

RfD – порогова (референтна) доза, мг/кг×доба [15].

Граничне значення неканцерогенного ризику, що рекомендоване Агентством з охорони навколишнього середовища США, становить 1. Якщо $HQ < 1$, то неканцерогенний ризик для здоров'я людини, викликаний забруднювачем, знаходиться у межах допустимого діапазону, а виникнення побічних ефектів є маловірогідним. Якщо розрахована величина $HQ > 1$, то це свідчить про те, що неканцерогенний ризик для здоров'я людини, викликаний забруднювачем є неприйнятним, та із збільшенням HQ неканцерогенний ризик для здоров'я також має тенденцію до зростання [2].

Нітрати надходять до організму людини пероральним шляхом із питною водою

і продуктами харчування та на шкірно. Розрахунок середніх добових експозиційних доз проводиться за формулами 2-4:

$$ADD = ADD_{wo} + ADD_{wd}, \quad (2)$$

$$ADD_{wo} = C \times IR \times ED \times EF \times ABS / BW \times AT, \quad (3)$$

$$ADD_{wd} = C \times SA \times K_p \times EV \times ET \times ED \times CF / BW \times AT, \quad (4)$$

де ADD_{wo} – середньодобова доза впливу через питну воду, $мг \times кг^{-1} \times доба^{-1}$;

ADD_{wd} – середньодобова доза при контакті із шкірою, $мг \times кг^{-1} \times доба^{-1}$;

C – концентрація речовини у воді, $мг/дм^3$;

IR – величина споживання води, $л \times добу^{-1}$;

ABS – коефіцієнт всмоктування забруднюючих речовин у шлунково-кишковому тракті;

ED – тривалість впливу, років;

EF – частота впливу, днів/рік;

BW – маса тіла людини, кг;

AT – період усереднення експозиції, років;

SA – поверхня контакту із шкірою, $см^2$;

K_p – коефіцієнт проникності забруднюючих речовин через шкіру, $см \times год^{-1}$;

EV – частота прийняття ван, днів;

ET – час купання, $год \times добу^{-1}$;

CF – коефіцієнт перетворення об'єму (табл. 1).

Таблиця 1
Параметри, що використовуються під час оцінки ризику для здоров'я людини [14]

Table 1

Parameters used in human health risk assessment [14]

Параметри	Діти	Дорослі
RfD – порогова (референтна) доза, $мг/кг \times доба$	1,6	1,6
C – концентрація речовини у воді, $мг/дм^3$	виміряно	виміряно
IR – величина споживання води, $л \times добу^{-1}$	1,8	2,0
BW – маса тіла людини, кг	35	70
ET – час купання, $год \times добу^{-1}$	0,167	0,167
ABS – коефіцієнт всмоктування забруднюючих речовин у шлунково-кишковому тракті	0,5	0,5
AT – період усереднення експозиції, років	$365 \times ED$	$365 \times ED$
EV – частота прийняття ван, днів	1	1
K_p – коефіцієнт проникності забруднюючих речовин через шкіру, $см \times год^{-1}$	0,001	0,001
CF – коефіцієнт перетворення об'єму, $л \times см^{-2}$	1/1000	1/1000
ED – тривалість впливу, років	30	30
EF – частота впливу, днів/рік	365	365
SA – поверхня контакту із шкірою, $см^2$	$1,0 \times 10^4$	$1,65 \times 10^4$

Результати та обговорення

Як зазначалося вище новий Новоград-Волинський район утворений у 2020 році із трьох районів: Баранівського, Ємільчинського та Новоград-Волинського. Усі райони концентрують велику кількість фермерських сільськогосподарських підприємств, зокрема на території Баранівського та Новоград-Волинського районів функціонує один із найбільших в Україні концернів органічного виробництва ТОВ «Галекс-Агро» [16].

Вміст нітратів у всіх досліджуваних районах у середньому перевищував встановлений відповідно вітчизняному стандарту ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», норматив на рівні $50 мг/дм^3$ [17]. Найбільш критична ситуація виявлена у Ємільчинському районі, де у всіх зразках

води виявлено перевищення вмісту нітратів, а середній їх вміст становив $99,04 мг/дм^3$, що перевищує норматив майже у 2 рази (рис. 2).

Основою економічної діяльності Ємільчинського району є лісівництво, первинна лісопереробка та сільське господарство, яке представлене вирощуванням зернових, соняшнику, кукурудзи, сої, а також виробництвом молока і м'яса. Ґрунти на території району є піщаними та супіщаними, суглинистими і торф'яними, за хімічними властивостями які характеризуються підвищеною кислотністю. Ґрунтові води залягають на глибині 1-4 м.

Загалом же, територія укрупненого Новоград-Волинського району є важливою сільськогосподарською базою Житомирщини. За кількістю площ сільськогоспо-

дарських угідь, що знаходяться у користуванні сільськогосподарських підприємств району належить друге місце у області. Тут використовується велика кількість мінеральних добрив, майже 70 % із яких є азотні, що призводить до відкладення нітрогену з опадами у ґрунтові води та спричинює їх забруднення нітратами. За кількістю внесення

органічних добрив район займає перше місце по області, що також може бути додатковим чинником внесенням нітрогену у ґрунтові води [12]. Тваринництво також є важливим джерелом надходження нітратів до підземних вод. Район займає друге місце по області після

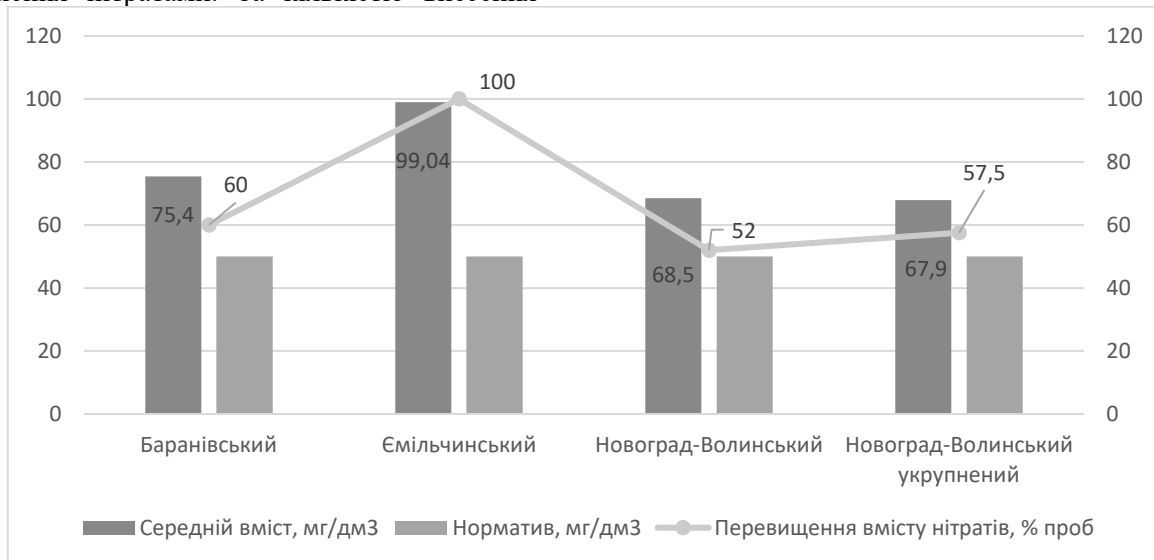


Рис. 2 – Вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання основних частин Новоград-Волинського району

Fig. 2 – The content of nitrates in drinking water sources of decentralized water supply of the main parts of Novograd-Volyn district

Житомирського району за кількістю утримання великої рогатої худоби на сільськогосподарських підприємствах району (табл. 2).

Концентрація нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських селітебних територій нового укрупненого Новоград-Волинського району становила 0,5 – 393 мг/дм³, а в середньому – 67,86 мг/дм³ (рис. 2). Таким чином, встановлено, що у 57,5 % відібраних зразків питної води було виявлено перевищення рівня нітратів. Найбільш критична ситуація зафіксована у приватній криниці села Кам'янка Барашівської територіальної громади Новоград-Волинського району, де вміст нітратів у питній воді зафіксовано на рівні 393 мг/дм³, що перевищує норматив у 7,9 рази.

Відповідно визначенню індексу ризику Агентства з охорони навколишнього середовища США, прийнятний рівень ризику неканцерогенних хронічних токсичних ефектів становить 1. У таблиці 3 наведено результати оцінки моделі ризику для здоров'я. Доведено, що із збільшенням концентрації нітратів у питній воді збільшується й величина індексу ризику для здоров'я людини. Зокрема, індекс ризику

для дітей, що споживають нітрати із водою коливається у межах від 0,008 (при вмісті нітратів у воді 0,5 мг/дм³) до 6,3 (при вмісті нітратів на рівні 393 мг/дм³), при середньому значенні 1,1, а це у 1,8 рази більше ніж у дорослих, що підтверджено також й іншими дослідженнями [18] (табл. 3).

Відповідно методикі величина індексу ризику виникнення негативних ефектів для людини внаслідок постійного споживання питної води, що містить надлишкові кількості нітратів, класифікується таким чином: до 0,1 – дуже низький ризик; 0,1-1 – низький ризик; 1-5 – середній ризик; 5-10 – високий ризик і більше 10 – це критичний ризик. Таким чином, встановлено, що при максимальному вмісті нітратів у воді для дітей індекс ризику визначається як високий ризик, а для дорослих як середній. При середньому вмісті нітратів у питній воді ризик для дітей встановлено на середньому рівні, а для дорослих – на низькому рівні (табл. 3).

Індекс ризику при контакті зі шкірою набагато менше 1, що свідчить про низький ризик, величина якого знаходиться на прийнятному рівні [19] (табл. 3).

Таблиця 2
Основні сільськогосподарські характеристики Новоград-Волинського району [13]

The main agricultural characteristics of Novograd-Volyn district [13]

Показник	Величина
Площа сільськогосподарських угідь у володінні та користуванні сільськогосподарських підприємств, тис. га	28,1
Внесення мінеральних добрив під посіви сільськогосподарських культур, кг на 1 площі	77,7
Внесення органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур, т на 1 га площі	1,13
Кількість великої рогатої худоби, голів	12961

Таблиця 3
Неканцерогенний ризик від надходження нітратів із питною водою для дорослого та дитячого населення сільських населених пунктів Новоград-Волинського району

Table 3
Non-carcinogenic risk from nitrate intake with drinking water for adults and children of rural settlements in Novograd-Volynskiy district

Категорія населення	Індекс ризику із пероральним надходженням		Індекс ризику при нашкірному надходження		Загальний індекс ризику	
	діапазон	Середнє	діапазон	Середнє	діапазон	Середнє
Діти	0,008-6,3	1,1	0,0004-0,0321	0,0055	0,0084-6,3321	1,1055
Дорослі	0,004-3,5	0,6	0,00003-0,03	0,004	0,004-3,53	0,604

Отже, загальний ризик надходження нітратів при обох шляхах впливу приблизно дорівнює ризику для здоров'я внаслідок споживання питної води. У загальному ризику частка неканцерогенного ризику внаслідок споживання питної води становила 99,5 %, що набагато вище, ніж при контакті зі шкірою. Це доводить, що нітрати із підземних вод до організму людини надходять в основному із питною водою. Оскільки, за відсутності на території району системи централі-

зованого водопостачання, місцеві жителі змушені використовувати воду із колодязів для забезпечення своїх питних потреб, необхідним є постійний контроль за вмістом нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання. Відповідно з метою зниження ризику для здоров'я сільського населення першочерговим завданням місцевої влади має бути обладнання системи централізованого водопостачання.

Висновки

Здійснення оцінки вмісту нітратів у підземних водах та визначення потенційних ризиків для здоров'я сільського населення Новоград-Волинського району Житомирської області, спонукало нас до наведення таких основних висновків:

- Новоград-Волинський район є важливою аграрною базою Житомирської області, оскільки на його території сконцентровано велику кількість сільськогосподарських підприємств, у тому числі й органічного виробництва; за кількістю внесення мінеральних добрив район займає друге місце по області, а за кількістю внесення органічних – перше; крім того, на території району широко розвинене тваринництво;

- вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських селітєбних територій нового укрупненого Новоград-Волинського району у середньому становив 67,86 мг/дм³, а найбільше їх значення зафіксовано у колодязі села Кам'янка Барашівської територіальної громади на рівні 393 мг/дм³, що перевищує норматив у 7,9 рази;

- доведено, що індекс ризику для дітей у 1,8 рази більше ніж у дорослих, зокрема при максимальному вмісті нітратів у воді для дітей індекс ризику визначається як високий ризик, а для дорослих як середній;

- індекс ризику при контакті зі шкірою набагато менше 1, що свідчить про низький ризик, величина якого знаходиться на

прийнятному рівні, а внесок його у сумарний ризик є незначним;

- найбільший внесок у сумарну величину ризику на рівні 99,5 % здійснено за

рахунок споживання нітратів із питною водою, а тому контроль за вмістом нітратів у питній воді повинен здійснюватись на постійній основі.

Конфлікт інтересів

Автор заявляє, що робота є частиною науково-дослідного дослідження за темою: «Еколого-соціальна оцінка стану сільських селітебних територій у контексті сталого розвитку» (№: 0120U104233). Крім того, автор повністю дотримувався етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Romanchuk L. D., Valerko R. A., Herasymchuk L. O., Kravchuk M. M. Assessment of the impact of organic agriculture on nitrate content in drinking water in rural settlements of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11. No 2. P. 17-26. DOI: https://doi.org/10.15421/2021_71
2. US Environmental Protection Agency . Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. US EPA; Washington, DC, USA: 2012. pp. 2–6.
3. Zhang Q., Sun J., Liu J., Huang G., Lu Ch., Zhang Y. Driving mechanism and sources of groundwater nitrate contamination in the rapidly urbanized region of south China. *Journal of Contaminant Hydrology*. 2015. Vol. 182. P. 221-230. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2015.09.009>.
4. Goni I. B., Sheriff B. M., Kolo A. M., Ibrahim M. B. Assessment of nitrate concentrations in the shallow groundwater aquifer of Maiduguri and environs, Northeastern Nigeria. *Scientific African*. 2019. Vol. 4. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00089>.
5. Палапа Н. В. Оцінка сільських селітебних територій за якістю питної води. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 4. С. 41-47.
6. Czekaj J., Jakóbczyk-Karpierz S., Rubin H., Sitek S., Witkowski A. J. Identification of nitrate sources in groundwater and potential impact on drinking water reservoir (Goczałkowice reservoir, Poland). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 2016. Vol. 94. P. 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.11.005>.
7. He B., He J., Wang L., Zhang X., Bi E. Effect of hydrogeological conditions and surface loads on shallow groundwater nitrate pollution in the Shaying River Basin: Based on least squares surface fitting model. *Water Research*. 2019. Vol. 163. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114880>.
8. Kim H., Yu S., Oh J., Kim K., Lee J., Moniruzzaman M., Kim H. K., Yun S. Nitrate contamination and subsequent hydrogeochemical processes of shallow groundwater in agro-livestock farming districts in South Korea. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2019. Vol. 273. P. 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.12.010>.
9. 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. № 4. С. 20-24. <https://doi.org/10.32402/dovkil2018.04.020>.
10. Parvizishad M, Dalvand A, Mahvi A H, Goodarzi F. A Review of Adverse Effects and Benefits of Nitrate and Nitrite in Drinking Water and Food on Human Health, *Health Scope*. 2017. Vol. 6. No 3. e14164. [doi: 10.5812/jhealthscope.14164](https://doi.org/10.5812/jhealthscope.14164).
11. 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. Vol. 77. 782 (<https://doi.org/10.1007/s12665-018-7973-6>).
12. Новоград-Волинська районна рада: офіційний сайт. URL: <http://nv-rayrada.zt.gov.ua/index.php/pro-raion/zagalna-karakteristika>.
13. Головне управління статистики у Житомирській області. URL: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua>.
14. Feng, W., Wang, C., Lei, X., Wang, H., & Zhang, X. Distribution of Nitrate Content in Groundwater and Evaluation of Potential Health Risks: A Case Study of Rural Areas in Northern China. *International journal of environmental research and public health*, 2020. Vol. 17. No 24. 9390. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249390>.
15. 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.
16. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О. Органічне сільське господарство як фактор впливу на вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів. *Екологічні науки*. 2020. №3(30). С. 124–128. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.21>.
17. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10: МОЗ України; Наказ, Норми, Правила від 12.05.2010 № 400 / МОЗ України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.

18. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О., Зозуля В. М. Оцінка ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я населення Житомирської об'єднаної територіальної громади. *Екологічні науки*. 2021. № 3 (36). С. 137-141. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.22>.
19. Hu Y., You M., Liu G., Dong Zh. Distribution and potential health risk of nitrate in centralized groundwater sources of Wanbei Plain, Central China. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*. 2021. Vol.70. No 5. 684–695. <https://doi.org/10.2166/aqua.2021.156>.

Стаття надійшла до редакції 30.08.2021

Статтю рекомендовано до друку 12.10.2021

R. A. VALERKO, Ph.D. (Agriculture),

Associate Professor of Department of General Ecology

e-mail: valerko_ruslana@ukr.net ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4716-0100>

Polissia National University, Saryj blvd., 7, 10008, Zhytomyr, Ukraine

NITRATE CONTENT IN GROUNDWATER AND ASSESSMENT OF POTENTIAL RISKS FOR HEALTH OF THE RURAL POPULATION IN NOVOGRAD-VOLYN RAION ZHYTOMYR DISTRICT

Purpose. Investigate the content of nitrates in drinking water from sources of decentralized water supply in rural areas of the newly enlarged Novograd-Volynsky district of Zhytomyr region and assess the potential risks for different categories of the local population from constant consumption of water with high nitrate content.

Methods. Field, laboratory-analytical, statistical.

Results. It was found that the most polluted is the drinking water of private wells located in the former Yemilchyn district, which is now a part of the Novograd-Volyn district, where all samples were found to exceed the concentration of nitrates, and their average content was 99.04 mg/dm³. In general, 57.5% of the selected drinking water samples of the enlarged district were found to exceed the level of nitrates, and their average concentration in the whole district was 67.86 mg/dm³. The largest excess of nitrates in water in 7.9 times was found in a private well in the village of Kamyanka, Barashivka territorial community. It is proved that the risk index due to drinking water consumption for children is 1.8 times higher than for adults. The risk at the maximum content of nitrates for children is set at a high level, and for adults - at an average, and at an average content of nitrates in drinking water, the risk for children is set at a medium level, and for adults - at a low level.

Conclusions. It has been shown that the overall risk of nitrate intake in both routes is approximately equal to the health risk due to drinking water consumption. In the overall risk, the share of non-carcinogenic risk due to drinking water consumption was 99.5%, which is much higher than in contact with the skin. This indicates that nitrates from groundwater enter the human body mainly with drinking water, so it is necessary to constantly monitor their content in drinking water.

KEY WORDS: Novograd-Volynskyi district, rural settlements, drinking water, nitrates, health, risk index

References

1. Romanchuk, L. D., Valerko, R. A., Herasymchuk, L. O. & Kravchuk, M. M. (2021). Assessment of the impact of organic agriculture on nitrate content in drinking water in rural settlements of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 17-26. https://doi.org/10.15421/2021_71
2. US Environmental Protection Agency. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories (2012). US EPA; Washington, DC, USA. 2–6.
3. Zhang, Q., Sun, J., Liu, J., Huang, G., Lu, Ch. & Zhang, Y. (2015). Driving mechanism and sources of groundwater nitrate contamination in the rapidly urbanized region of south China. *Journal of Contaminant Hydrology*, 182, 221-230. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2015.09.009>.
4. Goni, I. B., Sheriff, B. M., Kolo, A. M. & Ibrahim, M. B. (2019). Assessment of nitrate concentrations in the shallow groundwater aquifer of Maiduguri and environs, Northeastern Nigeria. *Scientific African.*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00089>.
5. Palapa, N. V. (2015). Assessment of rural residential areas by drinking water quality. *Agroecological journal*, 4, 41-47 (in Ukrainian).
6. Czekaj, J., Jakóbczyk-Karpierz, S., Rubin, H., Sitek, S. & Witkowski, A. J. (2016). Identification of nitrate sources in groundwater and potential impact on drinking water reservoir (Goczałkowice reservoir, Poland). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 94, 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.11.005>.
7. He, B., He, J., Wang, L., Zhang, X. & Bi, E. (2019). Effect of hydrogeological conditions and surface loads on shallow groundwater nitrate pollution in the Shaying River Basin: Based on least squares surface fitting model. *Water Research*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114880>.
8. Kim, H., Yu, S., Oh, J., Kim, K., Lee, J., Moniruzzaman, M., Kim, H. K. & Yun, S. (2019). Nitrate contamination and subsequent hydrogeochemical processes of shallow groundwater in agro-livestock farming districts in South Korea. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 273, 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.12.010>.

9. Lototska, O.V. & Prokopov, V.O. (2018). 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*, 4, 20-24. <https://doi.org/10.32402/dovkil2018.04.020>.
10. Parvizishad, M, Dalvand, A, Mahvi, A H. & Goodarzi, F. A. (2017). Review of Adverse Effects and Benefits of Nitrate and Nitrite in Drinking Water and Food on Human Health. *Health Scope.*, 6(3), e14164. <https://doi.org/10.5812/jhealthscope.14164>
11. Mehdi Qasemi, Mansoureh Farhang, Hamed Biglari, Mojtaba Afsharnia, Afsaneh Ojrati, Fatemeh Khani, Mohammad Samiee & Ahmad Zarei (2018). Health risk assessments due to nitrate levels in drinking water in villages of Azadshahr, northeastern Iran. *Environ Earth Sci.*, 77, 782. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7973-6>.
12. Novograd-Volyn district council: official site. Retrieved from <http://nv-rayrada.zt.gov.ua/index.php/pro-raion/zagalna-kharakteristika>
13. Main Department of Statistics in Zhytomyr Oblast. Retrieved from <http://www.zt.ukrstat.gov.ua>
14. Feng, W., Wang, C., Lei, X., Wang, H., & Zhang, X. (2020). Distribution of Nitrate Content in Groundwater and Evaluation of Potential Health Risks: A Case Study of Rural Areas in Northern China. *International journal of environmental research and public health.*, 17(24), 9390. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249390>.
15. Manual on Risk Assessment for the Health of the Population under Effect of Chemical Substances Contaminating the Environment: Manual P 2.1.10.1920-04]. Retrieved from https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/46/46715/index.php (in Russian).
16. Valerko, R. A. & Herasymchuk, L. O. (2020). Organic agriculture as a factor influencing the content of nitrates in drinking water sources of decentralized water supply of rural settlements. *Environmental sciences*, 3(30), 124-128. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.21> (in Ukrainian).
17. Verkhovna Rada of Ukraine. (2010). On approval of the State Sanitary Rules and Regulations "Hygienic Requirements to Drinking Water Intended for Human Consumption" (DSanPiN 2.2.4-171-10). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>
18. Valerko, R.A., Herasymchuk, L.O. & Zozulya, V.M. (2021). Risk assessment of drinking water consumption with high nitrate content on the health of the population of the Zhytomyr united territorial community. *Environmental sciences*, 3 (36), 137-141. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.22> (in Ukrainian).
19. Hu, Y., You, M., Liu, G. & Dong, Zh. Distribution and potential health risk of nitrate in centralized groundwater sources of Wanbei Plain, Central China. (2021). *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua.*, 70 (5), 684–695. <https://doi.org/10.2166/aqua.2021.156>

The article was received by the editors 30.08.2021

The article is recommended for printing 12.10.2021

Р. А. ВАЛЕРКО, канд. с.-г. наук, доц.,
доцент кафедры общей экологии

e-mail: valerko_ruslana@ukr.net ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4716-0100>

Полесский национальный университет, бульвар Старый, 7, г. Житомир, 10008, Украина

СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ И ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ НОВОГРАД-ВОЛЫНСКОГО РАЙОНА ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель. Исследовать содержание нитратов в воде источников нецентрализованного водоснабжения и оценить потенциальные риски для разных категорий местного населения.

Методы. Полевые, лабораторно-аналитические, статистические.

Результаты. Установлено, что наиболее загрязнена питьевая вода частных колодцев, находящихся на территории бывшего Емильчинского района, который входит в состав Новоград-Волынского района, где во всех образцах было обнаружено превышение содержания нитратов, а среднее их содержание составило 99,04 мг/дм³. В целом у 57,5 % отобранных образцов питьевой воды укрупненного района было выявлено превышение уровня нитратов, а средняя концентрация на территории всего района составила 67,86 мг/дм³. Наибольшее превышение нитратов в воде в 7,9 раза обнаружено в частном колодце села Каменка Барашивской территориальной общины. Доказано, что индекс риска вследствие потребления питьевой воды для детей больше, чем для взрослых в 1,8 раза. Риск при максимальном содержании нитратов для детей установлен на высоком уровне, а для взрослых – на среднем, а при среднем содержании нитратов в воде риск для детей установлен на среднем уровне, а для взрослых – на низком уровне.

Выводы. Доказано, что общий риск поступления нитратов при обоих путях воздействия приблизительно равен риску здоровья вследствие потребления питьевой воды. В общем риске доля неканцерогенного риска в результате потребления питьевой воды составила 99,5%, что намного выше, чем при контакте с кожей. Это свидетельствует о том, что нитраты из подземных вод в организм человека поступают в основном с питьевой водой, поэтому необходим постоянный мониторинг их содержания в питьевой воде.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Новоград-Волынский район, сельские населенные пункты, питьевая вода, нитраты, здоровье, индекс риска

Статья поступила в редакцию 30.08.2021

Статью рекомендовано к печати 12.10.2021