

DOI: 10.26693/jmbs03.05.187

УДК 616.3: 628.1.033: 502.175: 711.454

Зайцев В. В., Рублевська Н. І.

ПРОГНОЗНІ РИЗИКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я МІСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ ВІД СПОЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ, ЩО МІСТИТЬ ПІДВИЩЕНІ РІВНІ ХЛОРОФОРМУ

Державний заклад «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», Дніпро, Україна

mka320297@gmail.com

Для забезпечення переважної кількості населення України питною водою використовують поверхневі вододжерела господарсько-питного водопостачання, для води яких характерно органічне забруднення внаслідок скиду зворотних вод. За причини підвищеного рівня забруднення води поверхневих джерел питного водопостачання органічними речовинами внаслідок її хлорування утворюються значний спектр хлорорганічних сполук, серед яких переважає хлороформ. Рядом гігієнічних досліджень виявлений прямий кореляційний зв'язок між кількістю злякисних новоутворень і споживанням хлорованої питної води. Розрахований згідно із рекомендаціями Міністерства охорони здоров'я України прогностичний ризик додаткових випадків захворювання на рак у когорті населення чисельністю 1 млн. становить : у м. Дніпро – 153, м. Кам'янське – 105, м. Жовті Води – 97; м. Нікополь – 120. Зважаючи на те, що верхня межа прийнятного за рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я рівня канцерогенного ризику для населення встановлена на рівні 100 випадків на мільйон населення, його значення перевищує прийнятий для населення ризик у всіх досліджуваних містах за винятком м. Жовті Води. Це підтверджує ефективність для зниження рівня хлороформу та ризику онкологічної захворюваності застосування на Жовтоводському водопроводі поряд з хлоруванням води діоксиду хлору (ClO_2)

Ключові слова: питна водопровідна вода, хлорорганічні сполуки, хлороформ, канцерогенний ризик.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукова робота проведена у рамках НДР «Наукове обґрунтування еколого-гігієнічних заходів, щодо попередження негативно-го впливу техногенних факторів на довкілля та стан здоров'я населення», № державної реєстрації 0108U011276.

Вступ. Для забезпечення переважної кількості населення України питною водою використовують поверхневі вододжерела господарсько-питного водопостачання, для води яких характерно органічне забруднення внаслідок скиду зворотних вод [1]. Зокрема, в Україні до поверхневих водойм здійснюється скид стічних вод від 2085 об'єктів, що мають 1276 випусків господарчо-побутових і 828 випусків промислових стічних вод. З них у водойми поступає 74 % неочищених та недостатньо і стічних води [2]. За причини підвищеного рівня забруднення води поверхневих джерел питного водопостачання органічними речовинами внаслідок її хлорування утворюються значний спектр хлорорганічних сполук (ХОС), серед яких переважає хлороформ (ХФ) [3]. Рядом гігієнічних досліджень [4, 5] виявлений прямий кореляційний зв'язок між кількістю злякисних новоутворень і споживанням хлорованої питної води. Виходячи з вищевикладеного, розрахунок канцерогенного ризику від споживання водопровідної води та його гігієнічна оцінка для міського населення м. Дніпро, м. Кам'янське, м. Нікополь, м. Жовті Води, є актуальним напрямком досліджень.

Мета роботи. На підставі гігієнічної оцінки вмісту хлороформу у водопровідній питній воді згідно

із [5], що споживається міським населенням, розрахувати канцерогенний ризик та обґрунтувати перелік заходів направлених на зниження вмісту хлороформу у питній воді.

Об'єкт і методи дослідження. В якості «основних» або експериментальних об'єктів було обрано питну хлоровану водопровідну воду Кайдацької, Аульської та Ломовської насосно-фільтрувальні станції (НФС), які забезпечують водою м. Дніпро та м. Кам'янське, а також питна вода, що подається населенню м. Жовті Води та м. Нікополя. Для вирішення поставлених завдань проведено узагальнення та аналіз результатів лабораторних досліджень води за матеріалами ДУ «Дніпропетровський обласний лабораторний центр МОЗ України» за період 2005-2017 роки, визначалися показники хлороформу. Усього було проаналізовано понад 2000 проб води. При виконанні роботи були використані наступні методи:

- санітарно хімічний метод дослідження питної води на вміст ХФ: ДСТУ ISO 10301:2004 «Якість води. Визначання високолетких галогенованих вуглеводнів методом газової хроматографії»;
- гігієнічний метод для оцінки вмісту ХОС у питній за національними гігієнічними нормативами [6];
- визначення рівня ризику проводилося згідно рекомендаціями МОЗ України [3];
- формування бази даних, їх статистична обробка, графічне зображення проведено з використання програми «Microsoft Excel 2010».

Результати дослідження та їх обговорення.

Для порівняння показників забруднення питної води ХОС нами обрані деякі насосно-фільтрувальні станції (НФС), що забезпечують питною водопровідною водою населення міських поселень Дніпропетровської області: Аульська, Кайдацька, Ломовська, Нікопольська, Жовтоводська. Усі ці НФС об'єднує джерело водопостачання: поверхневе водосховище. Однак, на відміну від майже усіх перелічених НФС, які використовують воду р. Дніпро, джерелом Жовтоводської НФС є Іскривське водосховище на р. Інгулець. У той же час суттєво відрізняються умови розташування НФС. У найбільш сприятливих умовах розташована Аульська НФС: у смт Аули Криничанського району, у межах зон санітарної охорони (ЗСО) якої відсутні потужні забруднювачі води р. Дніпро. На відміну від Аульської НФС, у межах ЗСО усіх інших водозаборів такі джерела непоодинокі. Так, Кайдацька НФС м. Дніпро, розташована серед житлових масивів, вище її водозабору розташовані організовані випуски неочищених зливових стічних вод, а також господарчо-побутові та промислові випуски підприємств м. Кам'янське. Ці випуски впливають також на якість води р. Дніпро на водозаборі Ломовської НФС у

м. Дніпро. На якість води Каховського водосховища, де розташований водозабір Нікопольської НФС негативно впливають випуски міст Енергодару та Запоріжжя Запорізької області. У самому несприятливому місці розташований водозабір Жовтоводської НФС: нижче за течію випусків багатьох населених пунктів Кіровоградської області. Внаслідок недотримання ЗСО, у воді водозаборів спостерігається потужне органічне забруднення, про що свідчать підвищені рівні показників БСК повн., ХСК, перманганатної окиснюваності, що сприяє утворенню підвищених рівнів ХОС. На усіх НФС застосовані традиційні загальні засоби водо підготовки: знебарвлення, освітлення, знезараження скрапленням хлором шляхом коагуляції, відстоювання, фільтрації, хлорування. Однак, на Нікопольській НФС працює контактний освітлювач, на Аульській НФС взимку відмовились від первинного хлорування, а на Жовтоводській НФС застосовано додаткове знезараження питної води діоксидом хлору [7,8]. Також відрізняються НФС загрузкою фільтрів. Коли на Аульській НФС до кварцового піску додане активоване вугілля, то на усіх інших НФС останнє практично відсутнє [9]. Результати досліджень на вміст хлороформу у водопровідній воді міст Дніпро, Кам'янське, Жовті Води наведено у таблиці 1.

Згідно з [3] аналіз ризику для здоров'я людини, пов'язаний із забрудненням навколишнього середовища, передбачає такі умови:

- 1) існування джерела ризику (шкідливої речовини чи суміші сполук);

Таблиця 1 – Вміст ХФ у водопровідній воді міст Дніпропетровської області, мкг/л

| Рік/міста | Дніпро | Кам'янське | Жовті Води | Нікополь |
|-------------------|---------------|------------|------------|---------------|
| 2005 | 77± 2,1 | 92,5±2,4 | 71,75±3,3 | 86±3,3 |
| 2006 | 61,6± 1,3 | 96,75±2,4 | 73±2,41 | 90±8,6 |
| 2007 | 65,05± 7,33 | 100,91±3,6 | 68,67±4,66 | 95±12,1 |
| 2008 | 72,765± 4,83 | 97,08±1,6 | 83,75±5,23 | 121±10,2 |
| 2009 | 86,95± 7,35 | 102,08±2,3 | 65,25±1,5 | 101±5,6 |
| 2010 | 144,83± 12,82 | 98,66±1,9 | 83±2,05 | 105±10,3 |
| 2011 | 197,4± 1,58 | 108,91±1,5 | 95±1,4 | 117±6,3 |
| 2012 | 184,9± 6,56 | 103,25±2,1 | 82,9±1,8 | 92±5,5 |
| 2013 | 100± 0 | * | 93,2±3,2 | 96±3, |
| 2014 | 95,755± 3,52 | * | 81±4,45 | 76±6,5 |
| 2015 | 159,685± 6,71 | 73,62±1,4 | 63,58±1,3 | 59±10,3 |
| 2016 | 129,45± 5,45 | 88,08±1,8 | 48,41±2,2 | 60±12,5 |
| 2017 | 120,09± 4,39 | 67,75±3,3 | 44,26±2,2 | 79±3,8 |
| Середнє значення | 115,03±12,6 | 93,6±3,48 | 73,37±4,28 | 90,54± ± 5,24 |
| Відношення до ГДК | 1,91 | 1,56 | 1,22 | 1,51 |

Примітка: * - дослідження не проводились.

- 2) присутність даного джерела ризику у певній, небезпечній для здоров'я людини, дозі або концентрації;
- 3) реальність впливу означеної дози шкідливого чинника на людину.

Прикладом такого моделювання таких умов є розрахунок середньодобової дози шкідливої речовини (далі - СДД) (мг/кг або мкг/кг), яка може надходити до організму з питною водою:

$$\text{СДД} = [\text{Сср} \cdot \text{ОП}] : [\text{МТ}] \quad (1)$$

де Сср - середня арифметична концентрація токсичної речовини у відповідному компоненті середовища (мг/дм³ або мкг/дм³); ОП- об'єм питної води, що споживається за добу (3 дм³); МТ - вага тіла (70 кг).

Для розрахунку ризику застосовується лінійна залежність:

$$\text{Ризик} = \text{SFo} \cdot \text{СДД} \quad (2)$$

де SFo - величина потенціалу канцерогенного ризику за перорального надходження тієї чи іншої канцерогенної сполуки [кг/мг-доба або кг/мкг-доба]⁻¹.

Згідно із [3] стандартний критерій розрахунку канцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням води хлороформу становить 0,031 [мг/кг-доба]⁻¹. Розрахована із урахуванням цього показника се-

редньодобова доза хлороформу, що надходить в організм з питною водою наведена у таблиці 1. Використовуючи формулу (2) та таблицю 2, розраховуємо канцерогенний ризик від споживання водопровідної води досліджуваних міст Дніпропетровщини.

Розрахований таким чином прогнозний ризик (табл. 3) додаткових випадків захворювання на рак у когорті населення чисельністю 1 млн. становить: у м. Дніпро – 153, м. Кам'янське – 105, м. Жовті Води – 97; м. Нікополі – 120.

Висновки. За результатами досліджень тка розрахунків значення канцерогенного ризику перевищує прийнятий для населення за рекомендаціями ВООЗ ризик у всіх досліджуваних містах, за винятком м. Жовті Води. Це підтверджує ефективність для зниження рівня ХФ та ризику онкологічної захворюваності застосування на Жовтоводській НФС поряд з хлоруванням води діоксиду хлору (ClO₂) [8].

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується вивчити стан онкологічної захворюваності міського населення Дніпропетровської області маркерними нозологіями в залежності від споживання хлорованої питної води.

Таблиця 2 – Середньодобова доза надходження ХФ в організм мг/кг*добу

| Рік/місто | Дніпро | Кам'янське | Жовті Води | Нікополь |
|-----------|----------|------------|------------|-----------|
| 2005 | 0,0033 | 0,00396429 | 0,003075 | 0,0036857 |
| 2006 | 0,00264 | 0,00414643 | 0,00312857 | 0,0038571 |
| 2007 | 0,002787 | 0,00432471 | 0,002943 | 0,0040714 |
| 2008 | 0,003119 | 0,00416057 | 0,00358929 | 0,0051857 |
| 2009 | 0,003726 | 0,00437486 | 0,00279643 | 0,0043286 |
| 2010 | 0,006207 | 0,00422829 | 0,00355714 | 0,0045 |
| 2011 | 0,00846 | 0,00466757 | 0,00407143 | 0,0050143 |
| 2012 | 0,007924 | 0,004425 | 0,00355286 | 0,0039429 |
| 2013 | 0,004286 | 0* | 0,00399429 | 0,0041143 |
| 2014 | 0,004104 | 0* | 0,00347143 | 0,0032571 |
| 2015 | 0,006844 | 0,00315514 | 0,00272486 | 0,0025286 |
| 2016 | 0,005548 | 0,00377486 | 0,00207471 | 0,0025714 |
| 2017 | 0,005147 | 0,00290357 | 0,00189686 | 0,0033857 |

Примітка: * - дослідження на вміст ХФ не проводились.

Таблиця 3 – Розрахована кількість додаткових захворювань на рак в когорті населення 1 млн. за 2005-2017 рр.

| Рік/місто | Дніпро | Кам'янське | Жовті Води | Нікополь |
|--------------|--------|------------|------------|----------|
| 2005 | 102,30 | 122,89 | 95,33 | 114,26 |
| 2006 | 81,84 | 128,54 | 96,99 | 119,57 |
| 2007 | 86,40 | 134,07 | 91,23 | 126,21 |
| 2008 | 96,67 | 128,98 | 111,27 | 160,76 |
| 2009 | 115,52 | 135,62 | 86,69 | 134,19 |
| 2010 | 192,42 | 131,08 | 110,27 | 139,50 |
| 2011 | 262,26 | 144,69 | 126,21 | 155,44 |
| 2012 | 245,65 | 137,18 | 110,14 | 122,23 |
| 2013 | 132,86 | 0,00 | 123,82 | 127,54 |
| 2014 | 127,22 | 0,00 | 107,61 | 100,97 |
| 2015 | 212,15 | 97,81 | 84,47 | 78,39 |
| 2016 | 171,98 | 117,02 | 64,32 | 79,71 |
| 2017 | 159,55 | 90,01 | 58,80 | 104,96 |
| У середньому | 152,83 | 105 | 97 | 120 |

References

1. Kapranov SV, Titamir ON. *Water and health*. Lugansk: Yantar, 2006. p. 5-43. [Russian]
2. Digital resource. Available from: <http://novostiua.net/stati/42712-sostoyanie-pitevoy-vody-v-ukraine.html>
3. No. 545. 2005 Oct 21, Ministry of Health of Ukraine. Digital resource. Methodical instructions "Estimation of carcinogenic risk for the health of the population from consumption of chlorinated drinking water". Available from: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=4448> [Ukrainian]
4. Prokopov VO. *Drinking water of Ukraine: medical-ecological and sanitary-hygienic aspects*. Ed by AM Serdiuk. K: VSV "Medicine", 2016. p.173-4, 190-6. [Ukrainian]

5. Dmitrenko OA. *Hygienic assessment of the influence of drinking water chloroform on the health of the population: Abstr. PhDr. (Med.)*. Kiev; 2011. 20 s. [Russian]
6. *DSanPiN (ДСанПиН) 2.2.4-171-10: 3-27*. Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption: [Ukrainian]
7. Zaytsev V. Effect of organochlorine compounds of drinking tap water on the health of the population of the city of Nikopol. *Collected Works of NMAPO employees named after PL Shupika*. 2017; Issue 27: 424-32. [Ukrainian]
8. Zaitsev VV, Rublevskaya NI. Hygienic estimation of efficiency of chlorine dioxide application in order to disinfect drinking water. *Collected Works of NMAPE employees named after PL Shupika*. 2016; Issue 26: 499 - 506. [Ukrainian]
9. Zaitsev VV, Rublevskaya NI, Kurbatova NO. Hygienic assessment of the content of organochlorine compounds in the drinking water of the group water supply from the surface water intake. *Collected Works of NMAPE employees named after PL Shupika*. 2015; Issue 24 (3): 441-7. [Ukrainian]

УДК 616.3: 628.1.033: 502.175: 711.454

**ПРОГНОЗНЫЕ РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ
ОТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ,
СОДЕРЖАЩЕЙ ПОВЫШЕННЫЕ УРОВНИ ХЛОРОФОРМА**

Зайцев В. В., Рублевская Н. И.

Резюме. Для обеспечения подавляющего числа населения Украины питьевой водой используются поверхностные водоисточники хозяйственно-питьевого водоснабжения, для которых характерно органическое загрязнение в результате сброса сточных вод. По причине повышенного уровня загрязнения воды поверхностных источников питьевого водоснабжения органическими веществами в результате ее хлорирования образуется значительный спектр хлорорганических соединений, среди которых преобладает хлороформ. Рядом гигиенических исследований установлена прямая корреляционная связь между количеством злокачественных новообразований и потреблением хлорированной питьевой воды. Согласно рекомендациям Министерства здравоохранения Украины рассчитан прогнозный риск дополнительных случаев заболевания раком в когорте населения численностью 1 млн. составляет в г. Днепр – 153, г. Каменская – 105, г. Желтые Воды – 97; г. Никополе – 120. Учитывая, что верхняя граница приемлемого по рекомендациям Всемирной организации здравоохранения уровня канцерогенного риска для населения установлена на уровне 100 случаев на миллион населения, его значение превышает принятый для населения риск во всех исследуемых городах за исключением г. Желтые Воды. Это подтверждает эффективность для снижения уровня хлороформа и риска онкологической заболеваемости применение на Желтоводском водопроводе рядом с хлорированием воды диоксида хлора (ClO₂).

Ключевые слова: питьевая водопроводная вода, хлорорганические соединения, хлороформ, канцерогенный риск.

UDC 616.3: 628.1.033: 502.175: 711.454

**Forecast Risks for Urban Population Health from Consumption
of Drinking Water Containing Increased Levels of Chloroform**

Zaitsev V. V., Rublevskaya N. I.

Abstract. To ensure an overwhelming number of the Ukrainian population with drinking water, surface water sources of domestic and drinking water supply are used. The latter are characterized by organic pollution as a result of wastewater discharge. Due to the increased level of water contamination in surface sources of drinking water it is supplied with organic substances.

As a result of its chlorination, a significant range of organochlorine compounds is formed, among which chloroform predominates. A direct correlation between the number of malignant neoplasms and the consumption of chlorinated drinking water has been established by hygienic studies.

According to the recommendations of the Ministry of Health of Ukraine, the estimated risk of additional cases of cancer in a cohort of the population of 1 million is calculated. It is: in the city of Dnepr – 153, Kamenskaya – 105, Yellow Waters – 97; Nikopol – 120. The upper limit of the level of carcinogenic risk acceptable to the population according to the World Health Organization recommendations is set at 100 cases per one million of people. Its value exceeds the risk accepted for the population in all the studied cities except for the city of Yellow Waters. This confirms the effectiveness of using chlorine dioxide (ClO₂) in the Zheltovodskii water pipeline near the chlorination of water to reduce the level of chloroform and the risk of oncological morbidity.

In the future it is planned to study the state of oncological morbidity of the urban population of the Dnipropetrovsk region by marker nosologies depending on the consumption of chlorinated drinking water.

Keywords: drinking water, chlororganic compounds, chloroform, cancer risk.

Стаття надійшла 12.04.2018 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування