

**Conclusion.** The tacsons in the rural regions were rated by total NR chemical parameters ( $\Sigma HI$ ). 1 ( $\Sigma HI = 8,2496$ ), 5 ( $\Sigma HI = 7,045$ ), and 4 ( $\Sigma HI = 6,4387$ ) tacsons ( $p < 0,001$ ) are on the first places. 2 ( $\Sigma HI = 6,1609$ ), 6 ( $\Sigma HI = 5,6635$ ) and 3 tacsons ( $\Sigma HI = 3,7306$ ) are on the last rating places.

**Key words:** non-carcinogenic risk factors, decentralized water sources, drinking water, peroral intake, chemical substances.

**Відомості про авторів:**

**Григоренко Любов Вікторівна** – к.мед.н, доцент кафедри гігієни та екології ДЗ „ДМА МОЗ України”, докторант.

**Шевченко Олександр Анатолійович** – д.мед.н., професор, завідувач кафедри гігієни та екології ДЗ „ДМА МОЗ України”. Адреса: 49000, м. Дніпропетровськ, площа Жовтнева, 4, санітарно – гігієнічний корпус ДЗ „ДМА МОЗ України”.

УДК616.3:628.1.033:502.175:711.454

© В.В.ЗАЙЦЕВ, 2016

*В.В.Зайцев*

## ОСОБЛИВОСТІ НОРМУВАННЯ ХЛОРООРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ПИТНІЙ ВОДІ У ДЕЯКИХ КРАЇНАХ ЄВРОПИ ТА США

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»,  
м. Дніпропетровськ

**Вступ.** Переважна частина населення України використовує питну воду з поверхневих джерел, насамперед р. Дніпро. Для забезпечення епідемічної безпеки питної води на 90 % водопроводах світу використовуються хлор. Внаслідок хімічних реакцій органічних речовин, що містяться у воді поверхневих джерел, з хлором утворюється ряд хлорорганічних сполук (ХОС), серед яких переважають тригалометани (ТГМ), а серед останніх - хлороформ (ХФ), рівень якого як правило перевищує ГДК. У різних державах світу нормативи ХОС суттєво різняться. Необхідність порівняльної оцінки нормативів ХОС на підставі оцінки їх канцерогенного ризику визначило актуальність досліджень та мету роботи.

**Мета.** Порівняти нормативи ХОС у питній воді різних країнах світу на підставі оцінки їх канцерогенного ризику, запропонувати найбільш ефективні технологічні заходи по зменшенню рівня ХОС у воді водопроводів з поверхневих джерел водопостачання.

**Матеріали і методи.** Виконано аналітичний огляд діючих нормативів ХОС у питній воді України, Росії, США, країн Європейського Союзу за останні 10 років. На підставі [1] розраховано канцерогенний ризик для здоров'я населення у зв'язку із споживанням хлорованої питної води, що містить ХОС та ХФ

**Результати.** На підставі розрахунків канцерогенного ризику підтвержені ГДК деяких ХОС, що застосовуються в Україні [2]. Для досягнення вказаних ГДК ХОС запропоновані найбільш ефективні сучасні заходи щодо оптимізації методів знезараження питної води з поверхневих вододжерел.

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

**Вступ.** На теперішній час склалася напружена ситуація із забезпеченням населення доброякісною питною водою. Основним критерієм якості питної води є відсутність негативного впливу на здоров'я людини [2,3]. Безпечність

води забезпечується відсутністю в ній токсичних і шкідливих для здоров'я домішок антропогенного та техногенного походження в концентраціях, що не перевищують граничнодопустимі. Однією з провідних причин незадовільної якості питної води є масове забруднення поверхневих водоймищ - основних джерел питного водопостачання – органічними речовинами у зв'язку зі скидом значних обсягів забруднених промислових, зливових і талих вод з полів, територій сіл, селищ і міст. Для забезпечення епідемічної безпеки питної води, боротьби із обростанням водозабірних приладів на поверхневих водозаборах на 90 % водопроводах світу використовуються хлор, для чого витрачається до 2 млн тонн цього реагенту в рік [4,5].

Внаслідок хімічних реакцій органічних речовин, що містяться у воді поверхневих джерел, з хлором утворюється чисельний ряд хлорорганічних сполук (ХОС), серед яких переважає хлороформ (ХФ), рівень якого у хлорованій питній воді, як правило, перевищує ГДК, що створює певний канцерогенний ризик для людини. У той же час вода не є єдиним джерелом надходження до організму людини ТГМ і інших ХОС. Так, ХФ можуть надходити до організму з повітрям житлових і виробничих приміщень, з атмосферного повітря, з продуктами харчування і т.п. ХФ легко переходить із води в повітря, тому що є летким та має низьку температуру кипіння, завдяки цьому додатково надходить в організм із повітрям, при купанні, при пранні білизни, готуванні їжі [4]. Небезпека ряду ХОС, таких як чотирихлористий вуглець, бромдихлорметан, дибромхлорметан, хлоральгідрат, пов'язана з їхніми вираженими кумулятивними властивостями. Деякі ХОС, насамперед ХФ, мають здатність викликати розвиток злоякісних пухлин. Доведено, що найбільш токсичними канцерогенами для людини є ХФ, чотирихлористий вуглець (тетрахлорвуглець), 2,4,6-трихлорфенол, бромдихлорметан, які віднесені до групи 2Б за класифікацією Міжнародної організації по дослідженню раку [4]. Ймовірно, що канцерогенною дією характеризуються і галогеноцтові кислоти, насамперед, хлороцтова кислота. В епідеміологічних дослідженнях, проведених в штаті Айова (США), встановлено, що у людей, які вживали хлоровану питну воду протягом більше 40 років, ризик розвитку раку сечового міхура збільшується в 2 рази. Аналогічне збільшення ризику (в 2 рази) виявлене в жителів Північної Кароліни (США) у віковій групі 70–79 років із захворювання на рак товстої та прямої кишки при вживанні хлорованої води протягом 16 років [5]. Про це ж свідчить рівень захворюваності однією із маркерних онкологічних нозологій – раку сечового міхура, який серед населення у м. Дніпропетровську на 19 % вище, ніж середній по області, та в 1,7 разів вище, ніж серед населення Магдалинівського району Дніпропетровської області, яке користується виключно підземною водою, яка не хлорується. Виявляються все нові предстваники ХОС: 3–хлор–4–дихлорметил–5–гідрокси–2(5Н)-фуранон – потужний мутаген, в якого ризик розвитку ракових пухлин на рівні 10-5 відповідає 0,06 мкг/кг, або інша галогеновмісна сполука – хлорпікрин – надзвичайно небезпечна речовина, що застосовувалась як отруйна речовина ще в роки Першої світової війни; моно–, ди–, і три–хлорпропенали, моно– і ди–бромпропенали, хлор– і бром–бутенали (галогеногеновані альдегіди), моно–, ди–, три–, тетра– і пентахлорпропанони (галокетони); можливо - хлоровані діоксини [5]. Таким чином, існує нагальна необхідність гігієнічного нормування у воді інших

найбільш токсичних і канцерогенних ХОС, ТГМ, а не тільки 8 з них згідно з наказом МОЗ України від 15.08.2011р. №505 [2]. Крім того, підвищений рівень ХОС у питній воді вимагає посилення контролю за вмістом ХОС та його гігієнічної оцінки. У різних державах світу нормативи ХОС, ХФ суттєво різняться.

**Мета роботи.** Порівняти нормативи ХОС у питній воді у різних державах світу на підставі оцінки їх канцерогенного ризику, запропонувати найбільш ефективні технологічні заходи по зменшенню рівня ХОС у воді водопроводів з поверхневих джерел водопостачання. Робота є фрагментом науково-дослідної роботи ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»: «Наукове обґрунтування еколого-гігієнічних заходів щодо попередження негативного впливу техногенних факторів на довкілля та стан здоров'я населення», № держреєстрації 0108U011276, 2009-2018 рр.

**Матеріали і методи.** Проведено аналітичний огляд за останні 10 років нормативів основних ХОС у питній воді у різних країнах світу, виконані розрахунки їх канцерогенного ризику на підставі методики, затвердженої МОЗ України [1].

**Результати та їх обговорення.** Як свідчить аналіз водогосподарської ситуації в басейні р. Дніпро за останні десять років, за рахунок зменшення обсягів виробництва, виконання водоохоронних програм, загальний обсяг скиду забруднених зворотних вод по організованому випуску у водоймища Дніпропетровської області зменшився майже на 23 % з - 1452 млн м<sup>3</sup>/рік (2005 р.) до 1123 млн м<sup>3</sup>/рік у 2014 році, з них неочищених стічних вод - на 43 % (відповідно з 211 до 119 млн м<sup>3</sup>/рік) зі сталою достовірною тенденцією ( $p < 0,05$ ) до зменшення обсягів скидів. Відповідно до програми моніторингу за період 2005-2014 рр. працівниками Держсанепідслужби України у межах Дніпропетровської області в місцях основних 10 питних водозаборів систематично відбиралися проби води водоймищ категорії господарсько-питного водокористування (рр. Дніпро, Інгулець, Саксагань).

Аналіз результатів зазначених досліджень свідчить, що вода поверхневих питних водозаборів Дніпропетровської області характеризується помірним рівнем забруднення: за останні 10 років питома вага нестандартних проб за фізико-хімічними показниками становила  $60,62 \pm 3,0$  %, за мікробіологічними  $12,96 \pm 1,95$  %, вірусологічними  $10,85 \pm 2,31$  %. Пріоритетними забруднюючими речовинами протягом багатьох років залишаються органічні сполуки, які визначаються за рівнями БСК, ХСК до 2–2,5 одиниць нормативу. Серед збудників захворювань із водоймищ найчастіше виявлялися сальмонели, ентеровіруси, з мікробіологічних показників - підвищені рівні індексу лактопозитивних кишкових паличок та колифагів, як непрямих показників вірусного забруднення води, що також свідчить про забруднення води органічними речовинами, з якими надходять мікроби та віруси. Для знезараження питної води на 90 % водопроводів світу та України застосовується хлор з основною метою запобігання виникненню та поширенню «водних» епідемій. Водночас хлор взаємодіє з мікроорганізмами та іншими органічними речовинами (в основному гуміновими і фульвокислотами), що містяться у воді, утворюючи побічні токсичні продукти (ХОС, ТГМ), які небезпечні для здоров'я людини [4,7,8] за рахунок вираженого токсичного (2 клас небезпеки), канцерогенного (2Б клас небезпеки) та мутагенного ефектів. У той же час використання хлору не забезпечує

повну епідемічну безпеку питної води у відношенні вірусів. Про це свідчить вірусне забруднення питної водопровідної води Дніпропетровської області за останні роки  $12,96 \pm 1,95$  %, що вище показника її мікробного забруднення ( $7,76 \pm 1,86$  %) у 1,77 раз. Крім того, значним недоліком хлорування води є висока токсичність хлору при його зберіганні, транспортуванні, застосуванні, контролі умов праці, що вимагає дотримання санітарно-захисних зон, інших суттєвих заходів з виробничої безпеки (12-ти кратна механічна припливно-втяжна вентиляція, аварійна втяжна вентиляція, опалення, спеціальні протиаварійні заходи тощо). В останньому виданні Посібника Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ) з контролю якості питної води [9] наведені відомості щодо 19 речовин – продуктів хлорування, які є потенційно небезпечними для здоров'я населення. Серед них: тригалометани (ТГМ), хлорфеноли, сполуки з груп галооцтових кислот, галоацетонітрilів, галогенованих альдегідів, кетонів і фуранонів. Небезпечними для здоров'я людини речовинами, що утворюються при хлоруванні води, є 16 ХОС [9]: ХФ, 1,2-дихлоретан, чотирьоххлористий вуглець, 1,1-дихлоретилен, дихлорбромметан, трибромметан, дибромхлорметан, 2,4,6-трихлорфенол, трихлоретилен, 2-хлорфенол, тетрахлоретилен, дихлорацетонітрil, бромформ, хлорпіридин, дихлорметан, поліхлоровані біфеніли. Згідно наказу МОЗ №505 від 15.08.2011р. [2] нормативи вмісту ТГМ у питній водопровідній воді набули значності в Україні з 01.01.2015 р. для ХФ (ГДК не більше 60  $\text{мкг/дм}^3$ ), а також інтегрального показника суми ТГМ (сумарного вмісту ХФ, бромформу, дибромхлорметану та бромдихлорметану) на рівні не більш 100  $\text{мкг/дм}^3$ , з 01.01.2020 р. застосовується гігієнічне нормування ще 4 інших ТГМ: тетрахлорвуглецю, три- та тетрахлоретилену (сума), 1,2-дихлоретану. Дослідження, проведені у багатьох державах світу, свідчать про підвищений вміст окремих ХОС, ТГМ, насамперед, ХФ у хлорованій питній воді. Так, в США у воді поверхневих джерел водопостачання встановлено, що від 9 до 20% поглиненого хлору утворюють ХОС, у тому числі 2–5% – ТГМ; 2,5–5% – галооцтові кислоти; 0,1–0,2% – трихлорацетон; 0,01–0,13% – дихлорацетонітрil. Дослідження, що були проведені на 113 муніципальних водопроводах США, показали, що кількість ХФ в питній воді складала 75% від загального вмісту ТГМ і коливалась від 35 до 83  $\text{мкг/дм}^3$ , вміст бромформу – від 2 до 4  $\text{мкг/дм}^3$ , дибромхлорметану – від 6 до 1,2  $\text{мкг/дм}^3$ , бромдихлорметану – від 9 до 1,8  $\text{мкг/дм}^3$ , загальний вміст ТГМ – 53 до 117  $\text{мкг/дм}^3$  [4].

В Україні вміст ХФ, бромдихлорметану, дибромхлорметану та бромформу в питній воді водопровідних станцій міст Дніпровського басейну (Київ, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Нікополь, Миколаїв, Харків) складав 10–168  $\text{мкг/дм}^3$ ; 1,0–2,0  $\text{мкг/дм}^3$ ; 0,3–0,8  $\text{мкг/дм}^3$ ; 0,01–0,02  $\text{мкг/дм}^3$  відповідно. При хлоруванні води з водоймищ України – джерел питного водопостачання (рр. Дніпро, Десна, Рось) в літню пору року може утворюватися понад 300–400  $\text{мкг/дм}^3$  хлороформу. При цьому питоме утворення ХФ (на кожний міліграм поглиненого вільного хлору) становить від 30 до 70  $\text{мкг}$ , на кожний міліграм поглиненого зв'язаного хлору – від 7 до 20  $\text{мкг}$  [4,7,8]. Виходячи з вищевикладеного у санітарному законодавстві більшості провідних країн світу спостерігається чітка тенденція до більш жорсткого нормування у питній воді рівня ТГМ (табл.).

**Діючі гігієнічні нормативи вмісту основних ТГМ у питній воді у деяких країнах світу, мкг/дм<sup>3</sup>, не >**

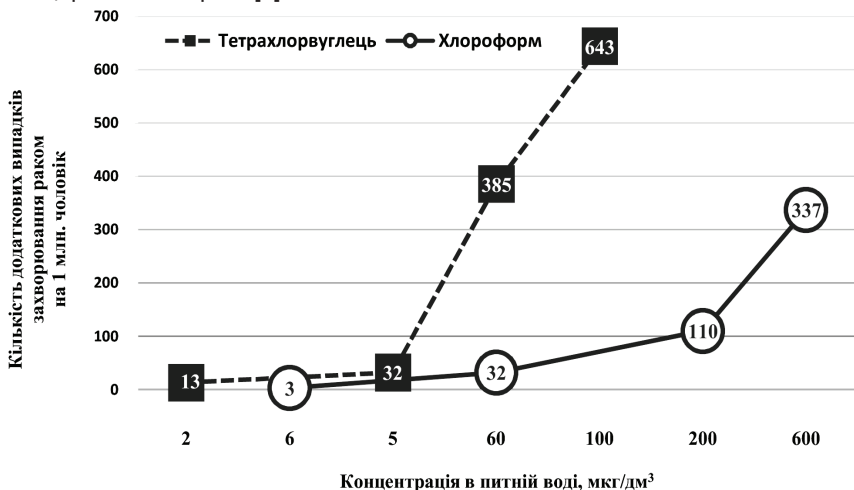
Назва речовини, мкг/дм <sup>3</sup> , не більше	Україна [2]	Євросоюз [3]	ВООЗ [9]	США [10]	Росія [11]
ТГМ (тригалогенметани, сума концентрацій хлороформу, бромоформу, дибромхлорметану та бромдихлорметану)	100	100	1000	80	-
Хлороформ	60	-	200	-	200
Дибромхлорметан	10	-	100	-	-
1,2 – дихлоретан	3	-	-	-	-
Тетрахлорвуглець	2	-	2	5	60
Трихлоретилен, тетрахлоретилен (сума)	10	-	-	-	-

*Примітка: - нормативи відсутні.*

Так, якщо ВООЗ ще в 1996 р. рекомендувала ГДК ХФ на рівні 200 мкг/дм<sup>3</sup>, а усіх ТГМ не більш 1000 мкг/дм<sup>3</sup>, то вже у 2000 р. у ЄС [2], Канаді та США була встановлена верхня межа вмісту суми всіх ТГМ, включаючи ХФ, на рівні не більш 100 мкг/дм<sup>3</sup>, а з 2002 р. США ввели новий норматив ТГМ – 80 мкг/дм<sup>3</sup> [10]. У Росії [11] з 1996 р., незважаючи на перегляд власних санітарних норм щодо якості питної води у 2001 році, ГДК ХФ становить для питної води 200 мкг/дм<sup>3</sup> з посиланням, що цей норматив встановлено за рекомендаціями ВООЗ (табл.). Враховуючи, що хлороформ, як найбільш переважна частина ТГМ та ХОС (60-90 %), має виражений канцерогенний ефект [4], нами розрахований ризик захворювання на рак упродовж життя людини (70 років) в залежності від концентрації у питній воді ХФ та тетрахлорвуглецю відповідно до наказу МОЗ України від 21.10.2005р. №545 [1] (рис.).

Виходячи з розрахунків і сучасних принципів нормування верхньої межі прийнятного для здоров'я канцерогенного ризику для питної води (10-5), найбільш гігієнічно обґрунтованою для водопровідної питної води є прийнята в Україні [1] величина ГДК ХФ на рівні не більш 60 мкг/дм<sup>3</sup>. Цілоком обґрунтованим вважаємо більш жорсткий норматив ХФ (не більш 6 мкг/дм<sup>3</sup>) для питних фасованих, бутильованих вод, та питної води з пунктів розливу у тару споживача, що відповідає ризику 2 випадки додаткового раку на 1 млн осіб. Згідно розрахунків найбільш виваженою ГДК тетрахлорвуглецю є 2 мкг/дм<sup>3</sup>, трихлоретилену – 10 мкг/дм<sup>3</sup>, дибромхлорметану – 10 мкг/дм<sup>3</sup>, а також відповідно - інтегральний показник суми ТГМ (сума концентрацій хлороформу, бромоформу, дибромхлорметану та бромдихлорметану) на рівні не більш 100 мкг/дм<sup>3</sup>, який застосовується з 01.10.2015 р. в Україні [2] та у країнах ЄС та США [3,10]. У той же час, ГДК сумарного вмісту ТГМ у питній воді російських водопроводів до цього часу не встановлено, незважаючи на вимогу комбінованого нормування токсичних речовин 2-го класу небезпеки за правилом сумачії для питної води [2,3,9]. Разом з цим, актуальним

залишається розробка ГДК ще 5-8 основних ХОС, які мають виражений канцерогенний ефект [9].



**Рис. Ризик захворювання на рак упродовж життя людини внаслідок вживання води з ХФ та тетрахлорвуглецем.**

За досвідом держсанепіднагляду за питним водопостачанням у Дніпропетровській області з метою зменшення рівня ХОС (ТГМ, ХФ) у хлорованій питній воді можна запропонувати наступні технологічні заходи:

1. З метою перешкодження процесу утворення основних ХОС при хлоруванні води доцільно дотримання слабокислого та нейтрального значення рН (від 6 до 7,4), рівня перманганатної окиснюваності - не вище сучасного гігієнічного нормативу – 5 мг/дм³ [2,3].

2. У якості методів, що перешкоджають утворенню ХОС у воді, може бути рекомендована преамонізація питної води із введенням аміаку, або його солей, причому кращі результати по ефективності знезаражуванні води були отримані при співвідношеннях аміаку та хлору 1:6 (як на Ломовській НФС м. Дніпропетровська).

3. У випадках, коли у воді джерела централізованого питного водопостачання, вміст органічних речовин перевищує нормативні вимоги, з метою поліпшення умов водопідготовки варто застосовувати обробку води підвищеними дозами сучасних коагулянтів (гідроксисульфат, гідроксихлорид алюмінію), флокулянтів (поліакриламід), використовувати вугільні сорбенти на додаток до основного фільтруючого матеріалу (цеоліти, кварцові піски).

4. Впровадження сучасних технологій знезараження питної води: застосування гіпохлориту натрію разом з ультрафіолетовим опроміненням, озонування, діоксиду хлору (як на НФС у м. Жовті Води).

5. Завантаження швидких фільтрів тільки активованим вугіллям.

6. Перенесення місця вводу хлору у кінець технологічної лінії водопідготовки (ближче до фільтрів), максимальне зменшення дози первинного хлорування, на основному етапі утворення ХОС.

**Висновки.** Внаслідок хлорування води поверхневих водойм утворюються ХОС, ТГМ, ХФ на рівнях вище ГДК, рівень яких у різних країнах світу суттєво різниться. Проведено порівняльний аналіз ГДК основних ХОС (ТГМ, ХФ, тетрахлорвуглецю та інших) у питній воді провідних країн світу. На підставі виконаних розрахунків канцерогенного ризику підтверджені діючі ГДК ХОС, що застосовуються в Україні [2], які збігаються із сучасними Європейськими нормативами [3] на рівні 60 мкг/дм<sup>3</sup> для ХФ, 2 мкг/дм<sup>3</sup> для тетрахлорвуглецю, по 10 мкг/дм<sup>3</sup> для трихлоретилену та диброхлорметану – 10 мкг/дм<sup>3</sup>, для суми ТГМ не більше 100 мкг/дм<sup>3</sup>. З метою поліпшення якості питної води, що подається водопроводами з поверхневих джерел, необхідно впровадження ряду технологічних заходів, серед яких першочергове значення має оптимізація системи знезараження, ліквідація первинного хлорування води.

### Література

1. Методичні вказівки «Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від споживання хлорованої питної води», затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21.10.2005 р. № 545. – 2005 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=4448>
2. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10 з змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я України від 15.08.2011 р. № 505. – 2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/ST001893.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ST001893.html).
3. Директива Ради Європейського Союзу 98/83/ЄС «Про якість води, призначеної для споживання людиною» від 3 листопада 1998 року, (ст.ст. 1,7).- 1998 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_963](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_963)
4. Дмитренко О.А. Гігієнічна оцінка впливу хлороформу питної води на здоров'я населення/ О.А. Дмитренко //Автореферат на здобуття звання канд. мед. наук. – 2011. – К. Видавництво: ДУ «Ін-т гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН Укр.» – 20 с.
5. Das A.K., de la Guardia M, Cervera M.L. Literature survey of on-line elemental speciation in aqueous solutions // Talanta. – 2001. – № 55. – P. 1–28.
6. Фёдоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы. – М.: Наука, 1993. – 266 с.
7. Прокопов В.О. Хлорорганічні сполуки у питній воді: фактори та умови їх утворення / В. О. Прокопов, Г. В. Чичковська, В. О. Зоріна // Довкілля та здоров'я. – 2004. – № 2 (29). – С. 70– 73.
8. Фишеров В.И. Образование и контроль содержания тригалогенметанов в питьевой воде г. Симферополя // Водопостачання та водовідведення. – 2010. – №2. – С. 32–35.
9. Всемирная организация здравоохранения: Руководство по обеспечению качества питьевой воды. - Женева, 2004. - Том 2, 3-е изд. - 63 с.
10. International Standart of Drinking Water. – США–2002 –[Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://en.wikipedia.org/wiki/Drinking\\_water\\_quality\\_standards](https://en.wikipedia.org/wiki/Drinking_water_quality_standards).
11. СанПіН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – 2001 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://files.stroyinf.ru/data/1/9/9742/>

*V. V. Zaitsev*

## Особенности нормирования хлорорганических соединений в питьевой воде в некоторых странах Европы и США

ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины»,  
г. Днепропетровск

**Введение.** Большинство населения Украины использует питьевую воду из поверхностных источников, прежде всего р. Днепр. Для обеспечения эпидемиологической безопасности питьевой воды на 90% водопроводах мира используются хлор. Вследствие химических реакций органических веществ, содержащихся в воде поверхностных источников, с хлором образуется ряд хлорорганических соединений (ХОС), среди которых преобладают тригалометаны (ТГМ), а среди последних - хлороформ (ХФ), уровень которого обычно превышает ПДК. В разных странах мира нормативы ХОС существенно различаются. Необходимость сравнительной оценки нормативов ХОС на основании оценки их канцерогенного риска определило актуальность исследований и цели работы.

**Цель.** Сравнить нормативы ХОС в питьевой воде различных странах мира на основании оценки их канцерогенного риска, предложить наиболее эффективные технологические мероприятия по уменьшению уровня ХОС в воде водопроводов из поверхностных источников водоснабжения.

**Материалы и методы.** Выполнен аналитический обзор действующих нормативов ХОС в питьевой воде Украины, России, США, стран Европейского Союза за последние 10 лет. На основании [1] рассчитан канцерогенный риск для здоровья населения в связи с потреблением хлорированной питьевой воды, содержащей ХОС и ХФ.

**Результаты.** На основании расчетов канцерогенного риска подтверждены ПДК некоторых ХОС, применяемые в Украине [2]. Для достижения указанных ПДК ХОС предложены наиболее эффективные современные меры по оптимизации методов обеззараживания питьевой воды из поверхностных водоисточников.

**Ключевые слова:** питьевая водопроводная вода, хлорорганические соединения, хлороформ, предельно-допустимая концентрация, канцерогенный риск.

*V. Zaitsev*

## Peculiarities of organochlorine compounds rating in drinking water in some European countries and the USA

SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine»,  
Dnipropetrovsk

**Introduction.** Most of the population in Ukraine uses drinking water from surface water sources, especially from the Dnipro river. To ensure the epidemiological safety of drinking water there is used chlorine in 90% of the world water pipes. Because of the chemical reactions of organic substances which contained in the surface water sources, chlorine forms a number of organochlorine compounds, mostly trihalomethanes, and among them the level of chloroform is generally higher than the MAC (maximum allowable concentration). Organochlorine compounds safe standards vary considerably in different countries. The relevance of the study and its aim are substantiated by the need for comparative evaluation of organochlorine compounds safe standards on the basis of their assessment for carcinogenic risk.

**Aim.** To compare organochlorine compounds safe standards for drinking water in different countries taking into account their carcinogenic risk; to propose the most



effective technological measures to reduce levels of organochlorine compounds in water from surface water sources.

**Materials and methods.** There have been made an analytical review of existing organochlorine compounds safe standards for drinking water in Ukraine, Russia, the United States, the European Union over the last 10 years. The carcinogenic risk to public health was evaluated regarding the consumption of chlorinated drinking water containing organochlorine compounds and chloroform.

**Results.** According to carcinogenic risk evaluation there was confirmed MAC (maximum allowable concentration) of some organochlorine compounds used in Ukraine [2]. To achieve the MAC of organochlorine compounds we suggested the most effective modern measures for optimizing disinfection of drinking water from surface water sources.

**Key words:** drinking tap water, organochlorines, chloroform, maximum allowable concentration, carcinogenic risk.

***Відомості про автора:***

***Зайцев В'ячеслав Володимирович*** - ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», викладач кафедри гігієни та екології. Адреса: 49044, Дніпропетровськ, вул. Дзержинського, 9.