

*Установлено, что питьевая вода с содержанием стеарата калия 125,0 и 62,5 мг/дм<sup>3</sup> вызывает достоверное увеличение показателя в сыворотке крови. Дополнительная нагрузка организма подопытных крыс тяжелыми металлами влекла усиление иммунотоксикоза, что подтверждено ростом количества ЦИК. Более выраженные изменения отмечались под влиянием солей марганца.*

***EFFECT OF SUB-TOXIC DOSES OF CADMIUM, MANGANESE AND COPPER ON THE BACKGROUND USE OF DRINKING WATER WITH DIFFERENT CONTENT OF POTASSIUM STEARATE ON THE CONCENTRATION OF CIRCULATING IMMUNE COMPLEXES IN THE BLOOD OF WHITE RAT***

*O.V. Lototska, V.A. Kondratjuk*

*Endogenous and exogenous factors of chemical origin can cause disruption of homeostasis in mammals and in terms of higher regulatory mechanisms to activate the system responsible for adaptation. Almost any disease is on the background of changes in immune status of the organism, one indicator of which is the level of circulating immune complexes in the blood (CIC) - the indicator of development of various inflammatory processes in the body and the activity flow of autoimmune diseases.*

*The aim of our study was to determine by experimental patterns the varying the amount of serum CIC influenced of subtoxic doses of cadmium, manganese and copper on the background use of drinking water with different contents of potassium stearate. The experiments were performed on 78 white mongrel male rats weighing 180-200 g animals were adopted at the general diet of the vivarium in the same conditions and differed only in the quality of drinking water that the animals consumed with drinking bowls. Number of CIC determined in a conventional precipitation method (PEG 6 kDa).*

*Found that drinking water containing potassium stearate 125.0 and 62.5 dm<sup>3</sup> causes a significant increase in the serum. The additional load of the body of experimental rats with heavy metals attracted increased immuno toxicity, which is confirmed by the growing number of CIC. More pronounced changes were observed under the influence of manganese salts.*

**ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА  
РЕЗУЛЬТАТІВ МОНІТОРИНГУ ХЛОРОВАНОЇ ВОДОПРОВІДНОЇ  
ТА ДООЧИЩЕНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ НА ВМІСТ ХОС В УКРАЇНІ**

*Зоріна О.В.*

*ДУ „Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України”, м. Київ*

**Актуальність.** На сьогодні в Україні близько 70% водопровідних питних вод виготовляються з поверхневих вододжерел за традиційною технологією із застосуванням хлорування. При взаємодії хлору з органічними речовинами джерел водопостачання в питній воді утворюються токсичні хлорорганічні сполуки (ХОС), зокрема: хлороформ (ХФ), чотирихлористий вуглець, дибромхлорметан, 1,2-дихлоретан, дихлорбромметан, тетрахлоретилен та трихлоретилен тощо.

На сьогодні в національні стандарти розвинутих країн світу для контролю якості

питної води включені пріоритетні ХОС. За рекомендаціями ВООЗ, в цих країнах встановлені нормативи вмісту ХОС у питній воді, враховуючи результати токсикологічних та епідеміологічних досліджень, що свідчать про канцерогенні властивості цих речовин, а отже і необхідність їх мінімізації в питній воді [1-3].

В Україні згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», враховуючи необхідність певного підготовчого періоду для розширення спектру передбаче-

них новими санітарними правилами і нормами контрольованих показників якості питної води, обов'язковий виробничий контроль ХОС, зокрема ХФ та суми тригалогенметанів (ТГМ), у водопровідній питній воді розпочинається з 2015 року (гігієнічний норматив ХФ – 60 мкг/дм<sup>3</sup>, суми ТГМ – 100 мкг/дм<sup>3</sup>), в доочищеній питній воді він проводиться з 2010 року (гігієнічний норматив ХФ – 6 мкг/дм<sup>3</sup>, суми ТГМ – 10 мкг/дм<sup>3</sup>).

Загальнодержавною програмою "Питна вода України" на 2006-2020 роки та рішенням РНБО від 25.04.2013 р. «Про стан безпеки водних ресурсів держави та забезпечення населення якісною питною водою в населених пунктах України» зазначається, що ситуація щодо забезпечення населення якісною питною водою за останні роки позитивних змін не зазнала, а в деяких регіонах спостерігаються тенденції до її ускладнення. Тому передбачається встановлення в країні станцій (установок) доочищення питної води для водозабезпечення насамперед дошкільних, шкільних, лікувальних та лікувально-профілактичних закладів, та облаштування пунктів її розливу і доставки.

Виходячи з цього, набувають особливого значення моніторингові спостереження за якістю питної (доочищеної) води, за результатами яких має розроблятися стратегія поступового поліпшення стану питного водопостачання та якості питної води в країні. Проведення гігієнічного моніторингу якості питних вод є одним із базових завдань в розробці системи профілактичних заходів з охорони навколишнього середовища і здоров'я населення.

**Мета досліджень.** На підставі моніторингових досліджень визначити регіони України, що потребують поліпшення якості водопровідної питної води, в тому числі за вмістом ХОС, та дати гігієнічну оцінку ефективності колективних водоочисних установок, що впроваджуються в країні для її доочищення.

**Об'єкти та методи досліджень.** З метою виявлення масштабів проблеми забруднення водопровідної питної води України токсичними ХОС, за нашої ініціативи, підтриманої МОЗ, протягом 2002-2011 років проводилися моніторингові дослідження ХФ (маркеру ХОС) в 19 областях України, АР

Крим та м. Києві. Дослідження ефективності колективних систем доочищення питної води проводили на об'єктах, де вони були запроваджені в останні роки.

Під час проведення досліджень водопровідної та доочищеної питної води використані стандартизовані методи санітарно-хімічного аналізу. Визначення у воді вмісту ХОС проводили на газовому хроматографі «Кристаллюкс-4000М». В роботі використано також методи санітарно-гігієнічної оцінки результатів досліджень.

**Результати та їх обговорення.** Аналіз даних запровадженого на водопровідних станціях України моніторингу показав, що у населених пунктах, які забезпечуються питною водою з поверхневих водойм, та для обробки якої використовується газоподібний хлор або гіпохлорит натрію, рівні ХФ у питній воді становлять 2-4 ГДК.

Перевищення гігієнічного нормативу за вмістом ХФ, який майже не відрізняється за роками, спостерігається у питних водах централізованого водопостачання Кіровоградської, Миколаївської, Черкаської, Запорізької, Харківської, Одеської, Донецької, Дніпропетровської, Житомирської, Вінницької, Київської, Херсонської, Полтавської областей. Рівні ХФ, що реєструють в питній воді цих областей, вказують на неприйнятний канцерогенний ризик для людей.

В той же час в населених пунктах Волинській, Сумській, Тернопільській, Чернігівській та частково Івано-Франківській областях, джерелом питного водопостачання яких є підземна вода, вміст ХФ в питній воді не перевищує 10 мкг/дм<sup>3</sup>, що обумовлено низьким рівнем органічних сполук у підземній воді та застосуванням для її знезараження малих доз хлору.

Середні концентрації ХФ в питній воді населених пунктів Івано-Франківської, а також окремих міст Луганської, Хмельницької, Чернівецької областей, що знаходяться майже в межах гігієнічного нормативу, за класифікацією ВООЗ, відповідають низькому прийнятному канцерогенному ризику для здоров'я споживачів (менше ніж 8 додаткових випадків захворювання на рак у когорті чисельністю 100 тисяч).

Таким чином, моніторингові спостереження за якістю питної води дозволили

виявити області, де в першу чергу слід застосовувати практику доочищення водопровідної питної води, зокрема від ХОС, що може бути реалізовано шляхом впровадження колективних або індивідуальних установок (пристроїв) очистки води безпосередньо в місцях її споживання.

В Україні для доочищення водопровідної питної води в громадських будівлях та в пунктах розливу використовуються багатомодульні системи, до складу яких найчастіше входять мембрани зворотного осмосу. Найбільш типові технологічні схеми доочищення питної води складаються з 4-6 етапів (табл. 1).

Таблиця 1. Етапи та методи доочищення водопровідної питної води.

Етап	Місцезнаходження водопроводу			
	Павлоград	Бровари	Київ (1)	Київ (2)
Методи очищення (обладнання)				
I	освітлення (кварцовий пісок, цеоліт)	освітлення	сорбція (вугільний фільтр)	освітлення (поліпропіленовий фільтр)
II	магнітна обробка	сорбція (вугільний фільтр)	пом'якшення (іонно-обмінна смола)	сорбція (вугільний фільтр)
III	знесолення (установка зворотного осмосу)	знесолення (установка зворотного осмосу)	знесолення (установка зворотного осмосу)	освітлення (поліпропіленовий фільтр)
IV	УФ-опромінювання	УФ-опромінювання	озонування	знесолення (установка зворотного осмосу)
V	насичення іонним сріблом	-	-	фільтр з матеріалом «Кременева сила»
VI	-	-	-	УФ-опромінювання

Колективні водоочисні системи із зазначеними технологіями (табл. 1) досліджувались нами з метою оцінки їх здатності поліпшити показники якості питної води, зокрема щодо ХОС. Встановлено, що на фоні високої ефективності доочищення питної води за органолептичними показниками, вмістом суми солей, заліза, важких металів (90% та більше), фторидів (40–70%) ці водоочисні системи не завжди забезпечують нормативну якість води щодо вмісту канцерогенних ХОС (табл. 2). Так, в. м. Павлоград водоочисна установка несуттєво звільняє воду від ХФ та суми ТГМ. Вміст їх в доочищеній воді у 26 та 17 разів більший за ГДК відповідно. При цьому сухий залишок у доочищеній воді знижується до величини, нижчої за гігієнічний норматив (не менше 100 мг/дм<sup>3</sup>).

Результати досліджень, що отримані нами на об'єктах інших міст країни (табл. 2), не мають чіткої картини щодо ефективності водоочищувачів, незважаючи на практично однакові методи, що використані в їх технологічних схемах очистки. Це може бути нас-

лідком незадовільної експлуатації водоочищувачів, а також пов'язано із використанням неякісних сорбційно-іонообмінних матеріалів, мембран тощо або несвоєчасною їх заміною та регенерацією. Натомість видно, що якщо колективні водоочисні установки мають модулі із сорбційними матеріалами та мембранами зворотного осмосу, то вони здатні поліпшувати якість питної води, знижуючи в ній вміст солей, ХОС, зокрема ХФ.

При цьому потрібно наголосити на тому, що метод зворотного осмосу доцільно включати в технологічну схему колективної водоочисної установки лише в разі необхідності знесолення питної води, враховуючи високу його ефективність щодо мінеральної складової води. В той же час метод сорбції з використанням активованого вугілля, що є найбільш ефективним щодо зниження у питній воді органічних речовин, в тому числі специфічних, зокрема ХОС, повинен використовуватися в колективних водоочищувачах незалежно від складу вихідної води.

Таблиця 2. Результати санітарно-хімічного дослідження водопровідної питної води до та після доочищеної.

Показник	Одиниця виміру	Гігієнічні нормативи для доочищеної питної води	Фактичне значення параметра	
			водопровідна вода	доочищена вода
м. Павлоград				
Сух. залишок	мг/дм <sup>3</sup>	100 - 1000	300,0	71,0
Хлороформ	мкг/дм <sup>3</sup>	≤6	238,0	154,0
Бромдихлорметан	мкг/дм <sup>3</sup>	-	40,5	15,0
Дибромхлорметан	мкг/дм <sup>3</sup>	≤1	2,0	0,7
Сума ТГМ	мкг/дм <sup>3</sup>	≤10	280,5	169,7
м. Бровари				
Сух. залишок	мг/дм <sup>3</sup>	100 - 1000	268,0	107,0
Хлороформ	мкг/дм <sup>3</sup>	≤6	58,0	1,77
Бромдихлорметан	мкг/дм <sup>3</sup>	-	13,0	0,1
Дибромхлорметан	мкг/дм <sup>3</sup>	≤1	0,6	н/в
Сума ТГМ	мкг/дм <sup>3</sup>	≤10	71,6	1,9
м. Київ (1)				
Сух. залишок	мг/дм <sup>3</sup>	100 - 1000	271,0	128,0
Хлороформ	мкг/дм <sup>3</sup>	≤6	32	17,3
Бромдихлорметан	мкг/дм <sup>3</sup>	-	9,8	2,8
Дибромхлорметан	мкг/дм <sup>3</sup>	≤1	0,95	н/в
Сума ТГМ	мкг/дм <sup>3</sup>	≤10	43,5	20,1
м. Київ (2)				
Сух. залишок	мг/дм <sup>3</sup>	100 - 1000	266	8,0
Хлороформ	мкг/дм <sup>3</sup>	≤6	14	3,1
Бромдихлорметан	мкг/дм <sup>3</sup>	-	5,3	0,8
Дибромхлорметан	мкг/дм <sup>3</sup>	≤1	0,47	н/в
Сума ТГМ	мкг/дм <sup>3</sup>	≤10	19,77	11,1

Потрібно також враховувати, що системи зворотного осмосу часто сприяють зниженню водневого показника в доочищеній питній воді до 5,4 одиниць рН, що не відповідає нормативним вимогам (гігієнічний норматив – 6,5-8,5 одиниць рН). На зменшення показника може впливати використання антискалантів – речовин, що запобігають утворенню осаду малорозчинних неорганічних сполук на поверхні мембран в процесі зворотноосмотичного опріснення. Дози антискалантів, які подаються у воду для запобігання утворення осаду, становлять 1,0-15,0 мг/дм<sup>3</sup>. При використанні антискаланту слід періодично контролювати його вміст в питній воді, що не повинен перевищувати встановлений для нього гігієнічний норматив. Але на більшості підприємств ви-

робничий контроль антискалатів в питній воді до дотепер не проводиться.

За Законом України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.02 р. №2918-III для виробництва фасованої питної води дозволяється використовувати воду підземних джерел питного водопостачання або централізованого питного водопостачання, додатково оброблену з метою поліпшення її якості. Такі ж джерела можуть використовуватися і для отримання питної води з пунктів розливу, яка повинна мати поліпшену якість, що може досягатися за рахунок доочищення вихідної води на водоочишувачах колективного призначення.

Нами узагальнені результати досліджень якості та безпечності доочищеної питної води, що вироблялася на підприємствах фасованої питної води та в пунктах розливу

питної води в тару споживача. Це дозволило визначити проблемні показники якості доочищеної питної води, характерні для обох

зазначених її видів, які залежали від джерела, з якого вода отримана (рис. 1).

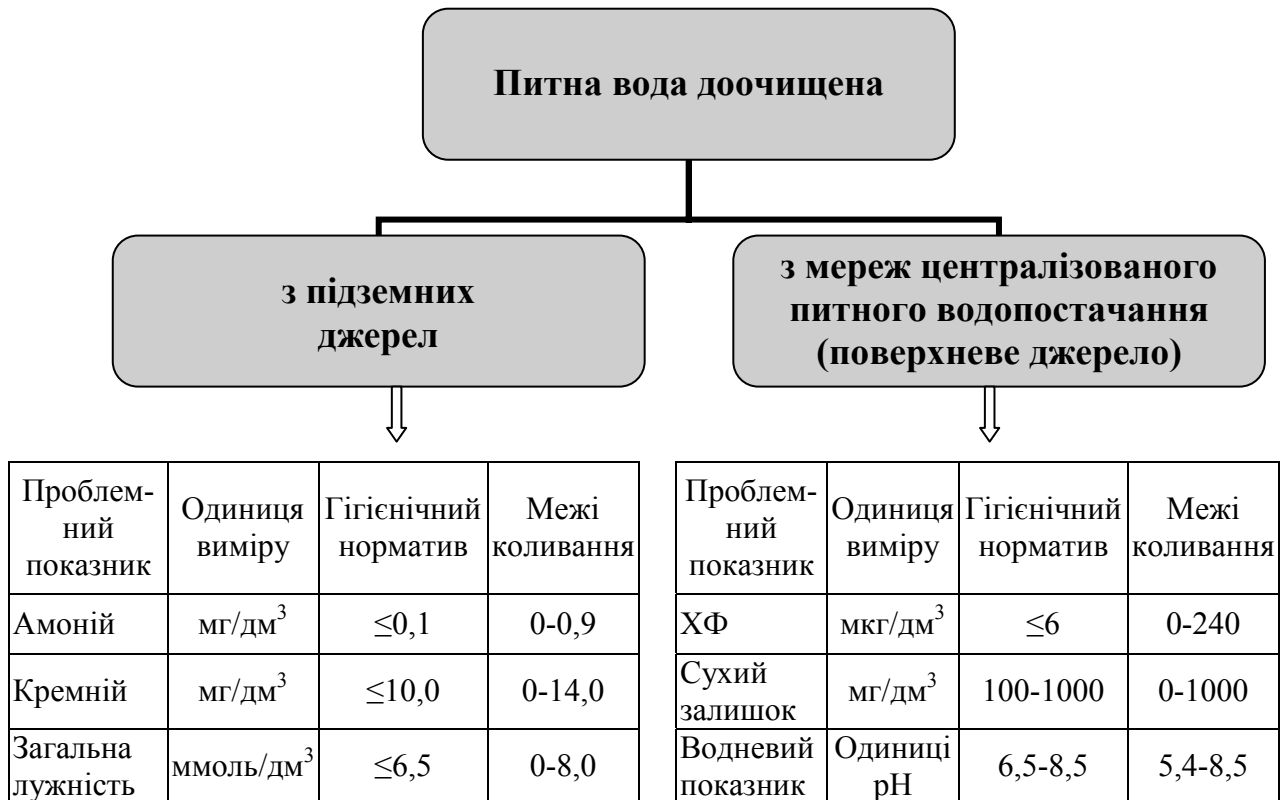


Рисунок 1. Проблемні показники якості доочищеної питної води фасованої та з пунктів розливу.

Як свідчать наведені на рис. 1 дані, у доочищеній питній воді величини окремих зазначених показників якості можуть не відповідати гігієнічним нормативам більше ніж у 40 разів.

До 2010 року такі показники як амоній, кремній, загальна лужність, хлороформ не входили до переліку обов'язкових при контролі якості доочищеної питної води і тому методи очистки, що використовувались у колективних водоочищувачах, не були розраховані на корекцію цих показників в разі наднормативних величин їх вмісту у вихідній воді. Щодо сухого залишку та рН, то ці показники при методах і реагентах, що на сьогодні використовуються у водоочищувачах (зворотний осмос, антискалант для мем-

бран), можуть різко знижуватись до рівнів нижчих за гігієнічні нормативи. Все це дотепер не враховувалося при виборі та використанні колективних водоочисних систем і не сприяло включенню до їх складу відповідних методів очистки.

На сьогодні, за результатами цих досліджень, розроблені гігієнічні рекомендації, спрямовані на підвищення якості доочищеної питної води, які внесені до проекту зміни №2 до ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги доводи питної, призначеної для споживання людиною» та ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування» (набувають чинності з 01.10.2013 р.).

### Висновки

1. За результатами моніторингу, визначено регіони України, які за ступенем забруднення питної води ХФ є найбільш проблемними та потребують першочергового впровадження профілактичних заходів. Таким заходом може стати доочищення питної води, в пер-

шу чергу, для водозабезпечення дошкільних, шкільних і лікувальних закладів та облаштування пунктів її розливу і доставки.

2. Використання в системах доочищення водопровідної питної води з поверхневих вододжерел найбільш поширеного методу зворотного осмосу, на відміну від сорбційного методу (активоване вугілля), не спроможно забезпечити вилучення з води ХОС більше ніж на 40-60%, що не завжди враховується при встановленні сучасних багатомодульних систем доочищення питної води.

3. Встановлено, що порушення сучасних санітарних вимог щодо проведення попередніх досліджень вихідної води, вибору раціональної схеми та технології водопідготовки тощо, може призводити до неефективного використання водоочисного обладнання та як наслідок незадовільної якості питної води.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Прокопов В.О. Особливості утворення хлорорганічних сполук при обробці води поверхневих джерел різними хлорвміщуючими агентами / В.О. Прокопов, Г.В. Чичковська, О.В. Зоріна та ін. / II Міжнародний водний форум «AQUA 2004»: матеріали наук.-практ. конф. (Київ, 21-23 вересня 2004 р.). – К., – 2004. – С. 276–277.
2. Гоженко А.И. Вода и здоровье: к попытке оценки проблемы: обзор литературы / А.И. Гоженко, А.В. Мокиенко, Н.Ф. Петренко // Здоров'я України. – 2006. – листопад. – С. 6-12.
3. Лоскутов Н.А. Генетические и технологические аспекты контроля за содержанием галогенорганических соединений в питьевой воде // ЕТЕВК-2001: 3б. доп. Міжнарод. конгресу (27-26 травня, 2001 р.). – Харків: ВД “Вокруг цвета”, 2001. – С. 49–51.

### **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ХЛОРИРОВАННОЙ ВОДОПРОВОДНОЙ И ДООЧИЩЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ХОС В УКРАИНЕ**

*Зорина О.В.*

*На основании мониторинговых исследований определены регионы Украины, где требуется улучшение качества водопроводной питьевой воды по показателю ХОС, что может достигаться путем изменения технологии водоподготовки на водопроводной станции или использования доочистки питьевой воды. Приводятся наиболее распространенные многомодульные системы доочистки воды, выявлены проблемные показатели качества очищенной питьевой воды, а также причины неэффективного использования водоочистителей в водоподготовке.*

### **HYGIENIC ASSESSMENT OF THE RESULTS OF COC MONITORING OF CHLORINATED TAP AND AFTERPURIFIED DRINKING WATER IN UKRAINE**

*O.V. Zorina*

*On the basis of monitoring research, the regions, which need the improvement of tap drinking water by COC index, have been determined. It can be reached by means of water preparation technology change at the water pipe line station or use of drinking water afterpurification. The most wide spread modular multi systems of water afterpurification are demonstrated. Problematic indices of the quality of afterpurified drinking water and also the reasons of the inefficient use of water purifiers in water preparation have been revealed.*