

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України»

Лабораторія гігієни природних, питних вод

НЕБЕЗПЕКА ХЛОРОФОРМУ ТА ХЛОРИТІВ ПРИ ОБРОБЦІ ПИТНОЇ ВОДИ ХЛОРОМ ТА ДІОКСИДОМ ХЛОРУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Прокопов В.О., Куліш Т.В., Липовецька О.Б., Соболев В.А.

*Доповідач - Прокопов В'ячеслав Олександрович,
завідувач лабораторії гігієни природних, питних вод,
доктор медичних наук, професор,
Заслужений діяч науки і техніки України*

АКТУАЛЬНІСТЬ

- ❖ Вимоги щодо контролю якості хлорованої питної води на вміст побічних продуктів хлору (хлороформ, бромдихлорметан, хлордибромметан, бромоформ, сума тригалогенметанів), який не передбачався радянським ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая”, вперше було включено до українських ДСанПіН “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання” на водопровідну питну воду (1996-1997 рр.). Пізніше ці вимоги із втратою чинності цього документу було перенесено до діючих ДСанПіН 2.2.4-171-10 “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною”, дія яких розповсюджується на усі види питних вод, що використовуються в Україні.
- ❖ В розроблені чинні ДСанПіН 2.2.4-171-10 також було включено вимоги щодо контролю у питній воді в разі її обробки діоксидом хлору його залишкових концентрацій та утворених при цьому побічних продуктів, зокрема хлоритів. Це питання набуло особливої актуальності в Україні у зв'язку з переходом окремих, на жаль, ще поодиноких річкових водопроводів на застосування в технології водопідготовки замість хлору діоксиду хлору.

АКТУАЛЬНІСТЬ

- ❖ Моніторинг обробленої хлором чи діоксидом хлору питної води з поверхневих джерел на вміст їх побічних продуктів засвідчив, що застосовувані в нашій країні застарілі технології водопідготовки без їх удосконалення неспроможні забезпечувати хімічну безпеку води щодо цих речовин, які практично з неї не видаляються і залишаються на рівнях небезпечних для людини. Цей факт відкрив для нашої країни нову проблему вивчення та оцінки небезпеки побічних продуктів хлору та діоксиду хлору у питній воді, яка упродовж останніх 15-20 років стала предметом досліджень лабораторії гігієни природних, питних вод ДУ “Інститут громадського здоров’я ім. О.М. Марзєєва НАМНУ”
- ❖ Лабораторією було започатковано в Україні новий напрямок медико-біологічних досліджень з вивчення та оцінки побічних продуктів хлору та діоксиду хлору у питній воді та встановлення рівня їхньої небезпеки за показниками канцерогенних та неканцерогенних ризиків та санітарно-токсикологічних досліджень в експерименті на тваринах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

- ❖ Дослідження побічних продуктів хлору та діоксиду хлору у питній воді проводилися за різними напрямками: утворення, поведінка, видалення, біологічна дія на організм тварин, вплив на здоров'я населення, канцерогенний та неканцерогенний ризик для здоров'я людей тощо.
- ❖ Вивчення цих питань проводилося в натурних та експериментальних дослідженнях. Об'єктами досліджень були хлорні технології водопідготовки на річкових водопроводах міст Києва, (Дніпровський та Деснянський водопроводи), Черкас, Світловодська, Житомира, Вінниці, Запоріжжя, а діоксидної технології – на Дніпровському водопроводі м.Києва після заміни хлора на діоксид хлору.
- ❖ В токсикологічному експерименті дослідження проводилися на білих безпорідних щурах за участю лабораторії токсикології.
- ❖ Визначення вмісту у воді побічних продуктів хлору та діоксиду хлору проводили з використанням газо-рідинного хроматографу (хлорорганічні сполуки) та іонного хроматографу (хлорити) та інших титриметричних та нефелометричних методів.

ОТРИМАНІ В ДОСЛІДЖЕННЯХ РЕЗУЛЬТАТИ ВИТІКАЮТЬ З ВИКОНАНИХ В РІЗНІ РОКИ НДР

Наукове обґрунтування шляхів мінімізації утворення у питній воді небезпечних хлоритів та хлоратів при використанні у водопідготовці діоксиду хлору	2022-2024 рр.*
Комплексна оцінка негативного впливу довготривалого споживання питної води, забрудненої хлорорганічними сполуками на фоні інших потенційних екотоксикантів, на теплокровний організм та неінфекційну захворюваність населення	2019-2021 рр.*
Гігієнічна оцінка впливу летких та нелетких хлорорганічних сполук водопровідної питної води на захворюваність населення та обґрунтування профілактичних заходів	2016-2018 рр.*
Гігієнічна оцінка токсичних галогеноцтових кислот, що утворюються при хлоруванні питної води, та ризики для здоров'я населення	2014-2016 рр.
Порівняльна гігієнічна оцінка традиційних і сучасних хлорагентів нового покоління щодо спроможності до утворення канцерогенних хлорорганічних сполук (ХОС) в процесі водопідготовки та розробка рекомендацій з мінімізації до безпечних рівнів їх надходження до питної води	2010-2012 рр.

Примітка. * – відмічено НДР, що відзначені Дипломами Президії НАМН України як кращі, виконані у зазначені роки.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

- ❖ Узагальнений аналіз виконаних нами досліджень в напрямку вивчення питань гігієни та токсикології побічних продуктів хлору та діоксиду хлору у питній воді, що проводилися за однаковими програмами, показав, що пріоритетними та утворюваними в найбільших концентраціях серед інших речовин такого класу, що визначаються, є хлороформ та хлорити відповідно.
- ❖ В даній роботі, що підсумовує результати досліджень в зазначеному напрямку, **метою** було провести порівняльну оцінку небезпеки хлороформу та хлоритів за основними показниками, що найбільш повно характеризують їх токсиколого-гігієнічні особливості та властивості.

ЗВЕДЕНІ ДАНІ ЩОДО УТВОРЕННЯ, ПОВЕДІНКИ, НЕБЕЗПЕКИ ТА ВИДАЛЕННЯ ХЛОРОФОРМУ ТА ХЛОРИТІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ У ВОДОПІДГОТОВЦІ ХЛОРУ ТА ДІОКСИДУ ХЛОРУ

№	Показник	Знезаражуючий засіб	
		Хлор (Cl ₂)	Діоксид хлору (ClO ₂)
1	Побічний продукт (ПП) при обробці води хлором та діоксидом хлору	хлороформ (органічна речовина)	хлорити (мінеральна речовина)
2	Умови та фактори впливу на утворення ПП у воді при водопідготовці	ОДНАКОВІ: основні (доза хлорокисника, час експозиції, концентрація органічних речовин) та допоміжні (температура та pH тощо)	
3	Найчастіше застосовувані дози хлорокисника для первинної обробки природної води	5-7 мг/л	1-3 мг/л
4	Відсоток утворення у воді ПП з 1 мг хлорокисника	2-4 % (в середньому 3 %)	50-70 % (в середньому 60 %)
5	Концентрація ПП у воді від застосовуваної первинної дози хлорокисника	0,15-0,21 мг/л (в середньому 0,18 мг/л)	0,6-1,8 мг/л (в середньому 1,2 мг/л)
6	Норматив (ГДК) ПП у питній воді	0,06 мг/л (Україна) 0,3 мг/л (ВООЗ – Україна)	0,2 мг/л (Україна) 0,7 мг/л (ВООЗ – Україна)
7	Перевищення ГДК у воді на вході на очисні споруди стосовно нормативу для питної води	2,5-3,5 рази (Україна) 0 (ВООЗ – Україна)	3,0-9,0 рази (Україна) 0-2,5 рази (ВООЗ – Україна)
8	Ризик здоров'ю при пероральному надходженні токсиканта	загальнотоксичний, канцерогенний (безпечний на рівні 10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁵)	загальнотоксичний, неканцерогенний (безпечний на рівні в межах 1)
9	Ефективність видалення ПП на очисних спорудах за традиційної технології водопідготовки	незначуща	незначуща
10	Ефективні шляхи видалення ПП до безпечних рівнів для питної води	➤ використання активованого вугілля; ➤ заміна хлоргазу на хлорамін; ➤ заміна хлоргазу на діоксид хлору	➤ застосування мембранних технологій; ➤ використання хлорного заліза для відновлення хлоритів до хлоридів

ВИСНОВКИ

- ❖ Показано, що пріоритетними побічними продуктами хлору та діоксиду хлору є хлороформ та хлорити, які утворюються у воді при дії однакових основних (доза хлорокисника, час експозиції, концентрація органічних речовин) та допоміжних (температура, рН води тощо) чинників, але відрізняються між собою хімічною структурою (органічні та мінеральні речовини відповідно) та ступенем небезпеки для людини. За однакових доз та часу експозиції у обробленій цими хлорокисниками воді утворюються менші кількості хлороформу, ніж хлоритів, проте стосовно останнього хлороформ є більш токсичною речовиною. ГДК у питній воді хлороформу (0,06 мг/л) в 3 та понад 10 разів є нижчим за вітчизняний (0,2 мг/л) та ВООЗ (0,7 мг/л) нормативи хлоритів, тобто є жорсткішим, він володіє загальнотоксичною та віддаленою (канцерогенною) дією, яка для хлоритів не доведена.
- ❖ Встановлено, що застаріла традиційна для нашої країни технологія водопідготовки не розрахована на ефективне видалення з води утворених при використанні хлору та діоксиду хлору їх побічних продуктів, надходження до питної води токсичних хлороформу та хлоритів у понаднормативних концентраціях створює потенційний ризик здоров'ю людини, в тому числі канцерогенний (хлороформ). За результатами особистих досліджень та даними літератури запропоновано ефективні методи видалення з води надлишку хлороформу та хлоритів до безпечних рівнів (див. таблицю).

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !