

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИРУЛИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ
СИЛЬНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ КАК СРЕДСТВ
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ**

Мокиенко А.В., Петренко Н.Ф.

Государственное предприятие Украинский научно-исследовательский институт медицины транспорта Министерства здравоохранения Украины, г. Одесса

В работе представлена сравнительная оценка вирулицидного действия сильных окислителей как средств обеззараживания воды.
Ключевые слова: вода, вирусы, хлор, диоксид хлора, озон.

У роботі представлена порівняльна оцінка віруліцидної дії сильних окислювачів як засобів знезаражування води.
Ключові слова: вода, віруси, хлор, діоксид хлору, озон.

In work the comparative estimation virulicid actions of strong oxidizers as means of disinfecting of water is presented.
Keywords: water, viruses, chlorine, chlorine dioxide, ozone.

Анализ ситуации с качеством питьевой воды свидетельствует о реальной угрозе ее биологической контаминации для здоровья на индивидуальном и популяционном уровнях [1, 2].

В настоящее время неоднократно подчеркивается неоспоримость факта постоянного загрязнения питьевой воды кишечными вирусами, источником которой является сброс недостаточно очищенных или неочищенных сточных вод в открытые водоемы, которые широко используются для забора воды на водоочистку. Это обуславливает прямую зависимость циркуляции вирусов в водных объектах и заболеваемости населения соответствующих районов острыми кишечными инфекциями вирусной этиологии [1].

Поэтому представляется целесообразным кратко обобщить данные литературы и результаты собственных исследований по вирулицидному действию сильных окислителей (хлора, диоксида хлора, озона) как средств обеззараживания воды.

При инактивации хлором вирусов какие-либо конформационные изменения вирусного капсида не наблюдались [2]. При исследовании механизмов инактивации вируса гепатита А хлором показана полная

инактивация инвазионной способности вируса гепатита (HAV) хлором через 30 мин воздействия хлором в дозе 10 или 20 мг/л и самый высокий уровень чувствительности во фрагменте РНК вируса 5'NTR, инактивация которого была связана с потерей инвазионной способности HAV [3]. Однако, при этих условиях антигенность не была полностью устранена. Некоторые фракции в области кодирования были устойчивы к хлору. Исследование базовой точки генома 1 - 1023 показало, что последовательность 1 - 671 была самой чувствительной к хлору областью. Результаты свидетельствуют, что инактивация HAV хлором происходила из-за повреждения 5'NTR.

В связи с этим представляют интерес результаты более раннего исследования (1983 г.) [4], в котором изучено влияние хлорирования на инвазионной способности вирусу гепатита (HAV). Уровни обработки 0,5 и 1,5 мг/л свободного остаточного хлора инактивировали HAV не полностью, тогда как концентрации 2,0 и 2,5 мг/л полностью нивелировали инвазионную способность.

Различные гипотезы относительно механизмов инактивации вирусов диоксидом хлора сконцентрированы в выводах авторов работы [5], согласно которым ДХ не только нарушает повторную репликацию вируса внутри клетки-хозяина, повреждая геном вируса, но также вызывает деструкцию протеинов вирусного капсида, что ингибирует присоединение вируса к клеткам - хозяевам путем разрушения вирусной оболочки после попадания внутрь клетки.

Результаты исследований вирулицидного действия озона показывают, что озон разрушает белковую капсулу фага f2 на многие субъединицы, освобождая РНК и ингибируя адсорбцию к клетке хозяина. РНК в интактном фаге была менее инактивирована озоном, чем целый фаг, но более инактивирована, чем голая РНК. Это позволяет предположить, что белок оболочки может быть вовлечен в - инактивацию РНК, вероятно, вследствие вторичной реакции РНК с молекулами белка, поврежденными озоном. РНК, извлеченные из фага f2 до и после обработки озоном, сохранили свою инфекционность к сферопластам после озонирования, несмотря на некоторую редукцию. Эти результаты показывают, что РНК кишечных вирусов может сохранять свою инфекционность после освобождения из вирусных частиц во время озонирования воды и сточных вод, если они инактивированы озоном при тех же условиях, что и фаг f2 [6].

Как известно, при оценке сравнительной эффективности альтернативных средств обеззараживания воды анализировались два критерия оценки дезинфицирующих средств – "биоцидная эффективность" и "стабильность" [7, 8]. Биоцидная эффективность

касается эффективности дезинфицирующих средств по отношению к вирусам и бактериям в диапазоне рН= 6 - 9. Стабильность отражает способность вступать в реакции с веществами/соединениями и является мерой постоянства в рассмотренной системе. Ранжирование для биоцидной эффективности (от лучшего к худшему): озон > диоксид хлора > свободный хлор > хлорамины. Ранжирование для стабильности (от лучшего к худшему): хлорамины > диоксид хлора > свободный хлор > озон.

Таким образом, принципиальное преимущество (по сравнению с озоном и хлором) диоксида хлора как средства обеззараживания воды, в том числе как вирулицидного агента, состоит в оптимальном соотношении биоцидной эффективности, стабильности и последействия как основополагающих критериев оценки химических дезинфектантов.

Это подтверждают результаты исследований вирулицидного действия диоксида хлора [9]. Установлено, что диоксид хлора в дозах $1,03\pm 0,09$ - $1,02\pm 0,04$ и $1,01\pm 0,07$ - $1,03\pm 0,07$ мг/дм³ соответственно является эффективным и надежным средством инаktivации полиовируса и аденовируса с титром 1×10^{-6} , 1×10^{-5} ; в дозе $1,03\pm 0,05$ мг/дм³ - вируса Коксаки с титром 1×10^{-5} ; в дозе $1,51\pm 0,06$ мг/дм³ - вируса ЕСНО с титром 1×10^{-5} с высокой достоверностью различия по сравнению с контролем во всех случаях ($\chi^2=16,200$). Установлено, что резистентность вирусов возрастает в ряду полиовирус ~ аденовирусы < вирусы Коксаки < ЕСНО. Обоснована эффективность обеззараживания воды от указанных вирусов, а также вируса птичьего гриппа с гемагглютинином Н₅ диоксидом хлора в дозах $1,0\pm 0,02$; $1,51\pm 0,04$ мг/дм³.

Выводы

В натурных исследованиях показано, что во всех случаях применения диоксида хлора в дозах 0,5-1,0 мг/дм³ на различных этапах технологической схемы подготовки питьевой воды [10], в особенности на стадии предокисления речной воды [11], антигены вирусов в обеззараженной воде отсутствуют.

1. Вода и водно – обусловленные инфекции / А. В. Мокиенко, А. И. Гоженко, Н. Ф. Петренко [и др.] / Одесса: ООО «РА «АРТ – В». – 2008. – Т. 2. – 288 с.

2. O'Brien R. T. Structural and compositional changes associated with chlorine inactivation of polioviruses / R. T. O'Brien, J. Newman // Applied and Environmental Microbiology. – 1979. – V. 38, N 6. – P. 1034 – 1039.

3. Mechanisms of Inactivation of Hepatitis A Virus by Chlorine / J. W. Li, Z. T. Xin, X. W. Wang [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. – 2002. – V. 68, N. 10. – P. 4951 – 4955.

4. Effect of chlorine treatment on infectivity of hepatitis A virus / D. A. Peterson, T. R. Hurley, J. C. Hoff [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. – 1983. – V. 45, N. 1. – P. 223 – 227.

5. Mechanisms of inactivation of hepatitis A virus in water by chlorine dioxide / J. W. Li, Z. T. Xin, X. W. Wang [et al.] // Water Research. – 2004. – V. 38, N 6. – P. 1514 – 1519.

6. Kim C. K. Mechanism of Ozone Inactivation of *Bacteriophage f2* / C. K. Kim, D. M. Gentile, O. J. Sproul // Applied and Environmental Microbiology. – 1980. – V. 39, N 1. – P. 210 – 218.

7. Hoff J.C. Comparison of the biocidal efficiency of alternative disinfectants / J.C. Hoff, E.E. Geldrieck // Proc. AWWA Seminar. – Atlanta Georgia, 1980. – P. 234 – 256.

8. Hoff J.C. Comparison of the Biocidal Efficiency of Alternative Disinfectants/ J. C. Hoff, E.E. Geldrieck // J. AWWA. – 1981. – V. 73, N 1. – P. 40 – 45.

9. Мокиєнко А. В. Еколого-гігієнічні основи безпеки води, обеззараженої діоксидом хлору: дис. ... д. мед. н.: 14.02.01 / А.В. Мокиєнко; ГУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. А.Н. Марзєєва АМН України». – К., 2009. – 348 с.

10. Петренко Н. Ф. Гігієнічне обґрунтування застосування діоксиду хлору у технологіях водопідготовки : дис. ... к. б. н.: 14.02.01 / Н.Ф. Петренко; ДУ „Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва Академії медичних наук України”. – К., 2002. – 164 с.

11. Петренко Н. Ф. Наукове обґрунтування комбінованих методів знезараження питної води: дис. ... д. б. н.: 14.02.01 / Н.Ф. Петренко; ДУ „Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва Академії медичних наук України”. – К., 2012. – 396 с.