

ГЕНОТОКСИЧНОСТЬ И ТОКСИЧНОСТЬ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПРИ ХЛОРИРОВАНИИ: ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

GENOTOXICITY AND TOXICITY OF DRINKING WATER CHLORINATION: A SUBSTANTIATION OF DIRECTIONS FOR FURTHER RESEARCH

**В. В. Гурина, Е. В. Дроздова, О. А. Емельянова,
В. В. Бурая, Т. З. Суровец, Н. В. Буневич**

V. Girina, A. Drazdova, O. Emelyanova, V. Buraya, T. Suravets, N. Bunevich

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь
water@rspch.by*

Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene», Minsk, Republic of Belarus

Проведены лабораторные исследования по изучению влияния обеззараживания питьевой воды реагентными методами (хлорирование) на ее микробный и химический состав, интегральную токсичность, генотоксичность и мутагенность *in vitro*.

Laboratory investigations to study the effect of disinfection of drinking water chemical methods (chlorination) at its microbial and chemical composition, integral toxicity, genotoxicity and mutagenicity *in vitro*.

Ключевые слова: питьевая вода, мутагенность, генотоксичность, интегральная токсичность, оценка рисков здоровью.

Keywords: drinking water, mutagenicity, genotoxicity, integral toxicity assessment of health risks.

Эффективность освобождения воды от микробного загрязнения на этапах очистки во многом зависит от характера взвеси, параметры которой весьма непостоянны. Для создания надежного и управляемого барьера на пути возможной передачи через воду кишечных инфекций применяется ее обеззараживание. В практике коммунального водоснабжения используются реагентные (хлорирование, озонирование и др.) и безреагентные (ультрафиолетовое облучение и др.) методы обеззараживания воды. Один из наиболее распространенных способов обеззараживания воды – хлорирование. Это объясняется не только доступностью и быстродействием хлора и его соединений на органические вещества микробной клетки, но и консервацией жидкости в течение довольно длительного времени. При выборе метода обеззараживания, помимо эффективности в отношении различных видов микроорганизмов, следует учитывать ряд других. Важнейшими гигиеническими характеристиками метода обеззараживания являются опасность для здоровья человека остаточных количеств биологически активных веществ, применяющихся для обеззараживания или образующихся при водоподготовке. Наиболее актуальна проблема образования побочных продуктов дезинфекции при обработке природных поверхностных вод, особенно в период усиленного цветения воды и применении реагентных методов обеззараживания [1–2]. В воде может присутствовать целый ряд побочных продуктов, в том числе ацетальдегид, бромат, бромхлоруксусная кислота, бромформ, хлороформ, дибромуксусная кислота и др. Осуществление контроля по всем веществам нецелесообразно, однако одновременное присутствие органических веществ, обладающих выраженной биологической активностью, даже в следовых концентрациях, может вызывать биологические эффекты, в том числе, отдаленные. В этой связи особый интерес представляет изучение интегральной токсичности воды, обусловленной одновременным присутствием всех токсичных веществ, ее генотоксичностью и мутагенностью [3].

Цель исследования – провести экспериментальные исследования в лабораторных условиях по изучению влияния обеззараживания питьевой воды реагентными методами (хлорирование) на ее микробный и химический состав, интегральную токсичность и генотоксичность и мутагенность *in vitro*.

В соответствии с разработанным дизайном эксперимента проведены исследования проб водопроводной воды из централизованных систем питьевого водоснабжения Московского и Фрунзенского районов г. Минска, водоснабжающихся из поверхностного источника. Вода проходила обработку реагентным способом обеззараживания – хлорированием. Исследования проводились в осенне-зимний период (отбор проведен в жилых помещениях Фрунзенского и Московского районов). Исследования проведены по следующим группам показателей: микробиологическим (индикаторные – ОМЧ, ОКБ, ТКБ, колифаги, сульфитредуцирующие клостридии, проведена идентификация микробиологического профиля воды), санитарно-химическим, интегральной токсичности (биотестировании на водных организмах – ракообразных *Daphnia magna* и водорослях *Chlorella vulgaris*), генотоксичности воды (SOS-тест на *Escherichia coli* PQ37), мутагенности *in vitro* (микроядерный тест на эритроцитах мышей).

Результаты экспериментальных исследований по изучению влияния обеззараживания реагентными методами (хлорирование) на микробный состав воды по основным индикаторным показателям свидетельствовали, что все образцы соответствовали нормативным требованиям. Проведена идентификация с помощью автоматического микробиологического анализатора VITEK 2 compact (bioMérieux) видовой принадлежности грамотрицательных неспорообразующих палочек, выросших на среде Эндо. Показано, что данные микроорганизмы относились к *Enterobacter* spp. Таким образом, исследования по микробиологическим показателям безопасности свидетельствуют, что используемые методы и режимы обработки позволили добиться безопасности в эпидемиологическом отношении.

Изучение состава воды с акцентом на характеристику по содержанию побочных продуктов хлорирования показало лишь содержание остаточных количеств хлороформа, которое находилось в предельно допустимых концентрациях. Отмечено несоответствие нормативным требованиям воды по органолептическим показателям (запах при нагревании).

Полученные результаты свидетельствуют, что все исследуемые образцы воды не проявляли токсических и генотоксических свойств и не вызывали SOS-ответ у *Escherichia coli* PQ37 в условиях эксперимента без метаболической активации в планшетном SOS-тесте, а также не проявили мутагенной активности в микроядерном тесте на эритроцитах мышей. Интегральная токсичность проб воды в батарее тестов на водных тест-объектах в тесте на водорослях не установлена. Отдельные пробы показали небольшое увеличение интегральной токсичности по сравнению с контролем в тесте на дафниях. При сопоставлении данных с результатами химических исследований установлено, что для данных проб отмечалось наличие остаточного хлора и более высокие уровни содержания хлороформа (0,09 мг/л).

Полученные экспериментальные данные использованы для планирования последующих этапов исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water: a review and roadmap for research / S. D. Richardson [et al.] // *Mutat Res.* – 2007. – Vol. 636 (1–3). – P. 178–242.
2. Bioanalytical and chemical assessment of the disinfection by-product formation potential: role of organic matter / M. J. Farré [et al.] // *Water Res.* – 2013. – Vol. 15; 47(14). – P. 540–921.
3. Formation and toxicity of brominated disinfection byproducts during chlorination and chloramination of water: a review / V. K. Sharma [et al.] // *J. Environ Sci Health B.* – 2014. – Vol. 49(3). – P. 212–228.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА МОГИЛЕВА В 2006-2015 ГГ.

HYGIENIC EVALUATION OF THE STATE OF ATMOSPHERIC AIR IN MOGILEV OF 2006-2015

Т. В. Головкова^{1,2}, В. В. Соловьев¹, Е. П. Живицкая²
T. Golovkova^{1,2}, V. Soloviev¹, E. Zhyvitskaya²

¹Учреждения здравоохранения «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии»,
г. Могилев, Республика Беларусь,

²Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
zhyvitskayaep@bsu.by

¹Establishment of public health «Mogilev Zonal Center for Hygiene and Epidemiology»,
Mogilev, Republic of Belarus

²Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Проанализированы среднегодовые концентрации загрязняющих веществ по г. Могилеву, дана гигиеническая характеристика состояния окружающей среды и оценено ее потенциальное воздействие на здоровье населения г. Могилева.

The average annual concentration of pollutants in Mogilev is analyzed, the hygienic characteristics of the state of the environment are given and its potential effect on the health of the population of Mogilev is estimated.

Ключевые слова: гигиеническая оценка, ПДК, индекс загрязнения атмосферы.

Keywords: hygienic assessment, MPC, atmospheric pollution index.