

СЕКЦИЯ 1
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 504.4.06

¹Атаева А.А., канд. биол. наук, доц.,

²Абубакарова Ж.С.

³Вакараева М.М., канд. биол. наук,

³Эльдерханова А.Л., аспирант

(¹ГГНТУ имени акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия;

²Академия наук ЧР г. Грозный, Россия;

³ЧГУ, г. Грозный, Россия)

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Проведено исследование качества воды поверхностных водных источников Чеченской республики. Использовали экотоксикологические, лабораторно-аналитические, физико-химические, санитарно-токсикологические и биологические методы исследований. Показана неэффективность общепринятого метода водоподготовки и токсический эффект действия солей тяжелых металлов.

Ключевые слова: качество питьевой воды, поверхностные водные объекты, тяжелые металлы, микроэлементы, токсичность

Оценка качества питьевой воды является наиболее приоритетной среди вопросов, решаемых на государственном уровне. Проблема обеспечения населения г. Грозного качественной питьевой водой является особенно актуальной и связана с изменением природных свойств воды основных источников водоснабжения (Гойтинского, Сунженского и Чернореченского) под действием антропогенных факторов. Основными источниками загрязнения являются сбросы хозяйственно-бытовых, производственных и ливневых сточных вод различной степени загрязнения. Актуальными на настоящий момент являются комплексные экологические исследования веществ, присутствующих в питьевой воде и относящихся к приоритетным классам контаминации окружающей среды, в том числе тяжелых металлов. Оценка экотоксикологического действия специфических комплексов металлов на модельных объектах из разных таксономических групп живых организмов позволяет выявить реальные экологические риски для населения.

Целью настоящего исследования была комплексная экологическая оценка качества питьевой воды Чеченской республики до и после во-

доподготовки.

Экспериментальные исследования выполнены на базе лабораторий Чеченского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова и биолого-химическом факультете Чеченского государственного университета. В качестве объекта исследований использовали воду из разных источников питьевого водоснабжения г. Грозного: Гойты, Сунженский и Чернореченский до и после водоподготовки. Исследовали также дистиллированную и артезианскую воду в качестве контроля. Проводили комплексные экотоксикологические исследования в соответствии с методическими указаниями МУ 2.1.5.720-98 и «Методическими указаниями к экспериментальному изучению химических веществ при их гигиеническом регламентировании в воде» (М., 1985).

Использовали экотоксикологические, лабораторно-аналитические, физико-химические, санитарно-токсикологические и биологические методы исследований. В лабораторно-аналитических исследованиях сравнивали обобщенные показатели: водородный показатель pH, щелочность общую, жесткость общую, минерализацию общую, нефтепродукты (суммарно), поверхностно-активные вещества (ПАВ), фенолы, перманганатную окисляемость. Изотопы химических элементов, присутствующих в воде до и после водоподготовки определяли методом масс-спектрометрии с использованием масс-спектрометра Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer с системой обработки данных VG PG Sx Cell. Диапазон измеряемых концентраций составил 8 порядков, а чувствительность – от $n \cdot 10^3$ до $n \cdot 10^5$ имп/с для элемента с концентрацией 1 мкг/л. (Карандашев и др., 2001).

Оценку степени токсичности воды производили в опытах на биотест-объектах – гидробионтах (*Daphnia magna* Straus). Токсичность исследуемых проб воды оценивали по показателям гибели особей исходного поколения по общепринятой в экологических исследованиях методике, а также по дополнительным показателям: изменению плодовитости выживших самок, времени выхода первого помета из выводковой камеры; общего количества родившейся молоди, трофической активности. Критерием острого токсического действия на дафний являлась гибель 50% и более особей за 96 часов.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам (Ашмарин и др., 1973). Расчёт результатов осуществляли с применением пакета прикладных программ Statistica 6.0 (for Windows; «Stat Soft Inc.», США), Microsoft Excel 2003 (for Windows XP).

В результате проведенных исследований установлено, что приори-

ритетными загрязнителями в питьевой воде г. Грозного являются нефтепродукты, СПАВ, тяжелые металлы, которые обнаружены в концентрациях выше предельно-допустимых в среднем в 14% проб. Проведено исследование микроэлементного состава воды до и после водоподготовки методом масс-спектрометрии. Анализ полученных данных показал, что все анализируемые воды имеют в своем составе достаточно весомое количество таких «элементов жесткости» как кальций и магний, причем соотношение этих элементов очень благоприятное для питьевых целей. Отмечено присутствие в достаточном количестве биогенных элементов, необходимых макроорганизму в составе жизненноважных ферментов и участвующих в обменных процессах (К, Р, Fe, Cu и др.). Выявлено повышенное содержание стронция во всех водах, однако это характерно для таких "кальциевых" вод, какими являются исследуемые пробы (наличие кальция нейтрализует такое присутствие стронция). Определено наличие в этих водах алюминия, кремния и фосфора в пределах допустимых норм, также как и присутствие ряда элементов от титана до селена. Отмечено практически полное отсутствие опасного бериллия и кадмия, что характеризует эти воды с положительной стороны. Установлено, что в воде из Чернореченского водоисточника содержание калия значительно меньше, чем в других водозаборах; а серебро присутствует в этом водоисточнике в концентрации "0,32 мкг/л". В других исследуемых водах практически нет серебра. В тоже время отмечено содержание лития, цинка и никеля в концентрациях больше, чем других тяжелых металлов, которые не выходят за рамки ПДК. К недостаткам всех исследуемых вод можно также отнести достаточно малую концентрацию йода и марганца, ниже среднестатистической нормы. Превышений по ПДК рыбо-хозяйственных вод для ртути и урана не обнаружено.

Полученные результаты позволили сделать заключение, что по общепринятым показателям и элементному составу все водоисточники г. Грозного вполне пригодны для питьевого использования и соответствуют современным ГОСТам. Однако дополнительное исследование микроэлементного состава позволило установить особенности водоисточников по составу изотопов химических элементов, определяющих специфику и качество питьевой воды. Присутствие таких тяжелых металлов, как цинк и никель, в сочетании с литием и галогенами, широко представленными в исследуемых водах, способствует образованию специфического комплекса солей, которые не элиминируются в процессе водоподготовки, усиливаются хлоридами, и могут влиять на состояние жизненно важных систем и органов человека и животных.

Установлена экотоксичность комплекса образующихся солей метал-

лов, присутствующих в питьевой воде г. Грозного методами биологического тестирования и индикации, позволяющие оценить синергическое действие различных экотоксикантов в воде и их биологические эффекты в сверхмалых концентрациях. В работе использовали систему биотестов – прокариотических и эукариотических организмов. В качестве тест-объектов использовали люминесцентные бактерии *E. coli* (Методика определения токсичности воды и водных вытяжек... по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм») и пресноводных ракообразных *Daphnia magna Straus* (Методика определения токсичности воды и водных вытяжек ... по смертности и изменению плодовитости дафний). При биотестировании воды на бактериях обнаружена токсичность проб из Сунженского водозабора в летний период. При исследовании проб воды из других водозаборов острая токсичность не была выявлена.

Важными факторами в отборе дафний в качестве тест-объекта является наличие аэробного типа метаболизма, высокая репродуктивная способность, генетическая однородность особей при партеногенетическом размножении. Токсичность исследуемых проб воды оценивалась по двум показателям: гибели особей исходного поколения и изменению плодовитости выживших самок. Критерием острого токсического действия на дафний являлась гибель 50% и более особей за 96 часов. Кроме общепринятых показателей нами была проведена оценка куммулятивного мутагенного действия водных экотоксикантов на *D. magna Str.* При оценке хронической токсичности проб воды на дафниях, как тест-объектах, проявления интоксикации регистрировали по нарушению репродуктивной функции, эмбриогенеза и постэмбрионального развития (задержке роста, возникновении аномалий развития в потомстве), сокращении продолжительности жизни. У второго поколения дафний выявляли разные типы мутантов: сублетальные, проявляющиеся в увеличении гибели особей; летальные, проявляющиеся в снижении их плодовитости; морфологические, проявляющиеся в изменении фенотипических признаков. *D. magna Str.* На основе полученных результатов проводили анализ возможных генотоксических эффектов при сравнении с контрольными значениями.

Таким образом, выявленные токсические эффекты при анализе дафний исходного поколения; наблюдения за особями первого и второго поколения в модельных водоемах позволяли судить о генетических эффектах.

При биотестировании всех исследуемых проб воды на дафниях не отмечено острого токсического действия. Однако установлена достоверно большая смертность особей *D. magna Str.* в пробах из Сунженского водозабора в летний период по сравнению с их жизнеспособностью в

пробах воды из других водозаборов. Наблюдения за дафниями первого и второго поколения, содержащихся в модельных водоемах, позволили выявить сублетальных мутантов в незначительном количестве в воде Гойтинского и Чернореченского водозаборах, и в достоверно отличающемся от контрольных значений числе особей в воде из Сунженского водозабора. Летальные и морфологические мутантные формы *D. magna Str.* отмечены не были. Выявленные нарушения репродуктивной функции дафний исходного поколения и постэмбрионального развития особей первого поколения, проявляющиеся в задержке их роста, позволили судить о наличии хронической токсичности исследуемых проб воды. Полученные результаты свидетельствуют о разной степени качества воды в зависимости от места водозабора. Выявленная токсичность проб воды из Сунженского водозабора в летний период может быть объяснена контаминацией городскими сточными водами, содержащими значительные количества экотоксикантов.

Примененный методический подход к оценке качества воды в местах городского водозабора биотестированием на разных тест-объектах позволил выявить генетические и токсические эффекты, индуцируемые различными загрязнителями водной среды и провести интегральную оценку степени опасности экотоксикантов, находящихся в этих объектах, по комплексу количественных показателей.

Представляется важным определение специфических в отношении эукариотических организмов водной среды загрязнителей техногенного происхождения и количественной оценки их генотоксической активности. Отмечено изменение ряда физиологических показателей организма лабораторных животных при действии комплекса солей тяжелых металлов, содержащихся в питьевой воде г. Грозного до и после водоподготовки; установлены отдаленные эффекты биологического действия солей тяжелых металлов. В ходе работы усовершенствованы методические приемы экотоксикологической оценки качества воды. Впервые рассчитаны экологические риски и ущерб здоровью населения г. Грозного, связанные с употреблением питьевой воды, содержащей специфический комплекс солей тяжелых металлов.

Проведенные исследования показали, что общепринятый комбинированный метод водоподготовки не позволяет эффективно удалять примеси солей тяжелых металлов из питьевой воды разных водозаборов г. Грозного.

Библиографический список

1. Атаева А.А., Тихомирова Е.И. Исследование микроэлементного состава воды источников питьевого водоснабжения г. Грозного //Естественные и технические науки. 2009. № 6. С. 86-91.

2. Атаева А.А. Расчет экологических рисков населения г. Грозного, связанных с действием комплекса солей тяжелых металлов, присутствующих в питьевой воде // Социальные проблемы медицины и экологии человека: материалы Всероссий. науч.-практ. конф. Саратов. 2009. С. 118-121.

3. Ашмарин И.П., Васильев Н.Н., Амбросов В.А. Быстрые методы статистической обработки и планирования экспериментов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. 77 с.

4. Заугольников С.Д., Кочанов М.М., Лойт А.О. и др. Экспериментальные методы определения токсичности и опасности химических веществ. Л.: Медицина, 1978. 184 с.

5. Карандашев В.К., Кордюков С.В., Карепов Б.Г. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой // Мир измерений. 2001. № 6. С. 14-20.

5. Методическое руководство по биотестированию воды. – М., 1991. 48 с.

6. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек... по изменению интенсивности бактериальной биоломинесценции тест-системой «Эколом» ПНДФТ 14.1:2:3:4.11-04/16.1:2:3:3.8-04

7. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек по смертности и изменению плодовитости дафний ФР 1.39.2007. 03222

8. Справочник по клиническим и лабораторным методам исследования / Под ред. Е.А. Кост. – М.: Медицина, 1975. 383 с.

УДК 551.579

**Атаманова О.В., д-р техн. наук, проф.,
Толеуова Р.Н., аспирант,
Кайырлы А. К., аспирант**
(СГТУ имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ТРАНСГРАНИЧНОГО БАССЕЙНА РЕКИ УРАЛ

Дана общая характеристика водосборного бассейна трансграничной реки Урал. Приведены данные о гидрологии жидкого и твердого стока реки Урал. Проведенный гидрохимический мониторинг качества воды природных водоемов Уральского водосборного бассейна позволил выявить превышения ПДК_{хоз.пит.} и ПДК_{рыб.хоз.} ионов тяжелых металлов в воде обследованных водоемов.

Ключевые слова: экологический мониторинг, водосборный бассейн, поверхностные воды, тяжелые металлы, сток, трансграничная река, половодье, межень.

Водосборный бассейн трансграничной реки Урал (каз. Жайык) размещается на территории хребта Уралтау (Южный Урал) и занимает площадь более 231 000 км². В реку Урал впадает 82 реки, из которых 38 – левые, и 44 – правые. К основным правым притокам Урала относят: Большой Кизил (172 км); Малый Кизил (113 км); Таналык (225 км); Гу-