УДК 504.4.004.12 (571.17)

Н. А. Хмырева, А. Ю. Игнатова, Е. А. Макаревич

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В Г. КЕМЕРОВО

В Кемеровской области актуальна проблема обеспечения населения качественной питьевой водой. По данным материалов к ежегодным государственным докладам «О состоянии окружающей природной среды Кемеровской области» качество питьевой воды периодически не отвечает гигиеническим требованиям. Так, в 2008 г. по результатам лабораторного контроля, 20,4 % проб воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения не отвечало гигиеническим нормам по микробиологическим показателям и 30, 9 % – по санитарно-химическим показателям. Среднеобластной показатель нестандарт-ных проб водопроводной воды по микробиологическим показателям составил 7,3 %, по санитарно-химическим – 12,6 % [8].

Главным источником питьевого водоснабжения г. Кемерово является р. Томь, воды которой загрязнены различными химическими соединениями (фенолами, нефтепродуктами, соединениями азота, железа, меди, цинка, хлорорганическими соединениями, взвешенными веществами и др.). Реки бассейна р. Томь загрязняются сточными водами предприятий горнодобывающей, топливно-энергетической, химической промышленности, агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства.

Воду из р. Томь забирают 37 предприятий городов Кемерово, Новокузнецк, Междуреченск, Ленинск-Кузнецкий, Мыски, Юрга и районов Кемеровский, Ленинск-Кузнецкий, Новокузнецкий. В 2008 г. забрано 2402,46,1 млн. $м^3$ пресной воды, в т.ч. 1267,6 млн. $м^3$ на производственные нужды. В р. Томь сбрасывают сточные воды 54 предприятия городов Кемерово, Новокузнецк, Мыски, Междуреченск, Юрга и др. В 2008 г. ими сброшено 1798 млн. $м^3$ сточных вод, в т.ч. 258,89 млн. $м^3$ без очистки [8]. Со сточными водами сброшено 161,1 тыс. т загрязняющих веществ. Основными загрязняющими веществами р. Томь, превышающими предельно допустимые концентрации (ПДК) являются фенолы, нефтепродукты, соединения азота, меди, цинка, железа, легко окисляемые органические вещества по показателю $БПК_5$. В г. Кемерово объем водопотребления составляет в среднем 289, 27 млн. $м^3$ в год, сбрасывается в р. Томь 256, 61 млн. $м^3$ сточных вод. По индексу загрязненности вода р. Томь оценивается как «сильно загрязненная».

Причиной вторичного загрязнения питьевой воды является санитарно-техническое состояние водопроводных сетей.

В 2008 г. в г. Кемерово по результатам лабораторного контроля 2,8 % проб водопроводной воды не отвечало гигиеническим нормам по микробиологическим показателям и 2,0 % – по санитарно- химическим показателям.

В результате обеззараживания активным хлором в питьевой воде г. Кемерово периодически обнаруживаются высокие концентрации высокотоксичных галогенсодержащих соединений.

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу, и иметь благоприятные органолептические свойства. Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети [9].

При контроле качества питьевой воды оцениваются и анализируются следующие показатели: органолептические, микробиологические, паразитологические, радиологические, химический состав [6].

Цель данного исследования – оценка безопасности водопроводной воды г. Кемерово.

Отбор проб питьевой водопроводной воды проводили в марте 2004 г, марте 2007 г. и в апреле – мае 2010 г. в соответствии с ГОСТ Р 51593-2000 «Вода питьевая. Отбор проб» [1]. Место взятия проб – Центральный район (ул. Терешковой) и Ленинский район (б. Строителей).

Исследования проводили по следующим направлениям: органолептический анализ, pH-метрия, биотестирование и определение остаточного активного хлора.

Определение запаха проведено при температуре 20 и 60° С. Количественно запах оценивали по пятибалльной шкале. ГОСТ допускает наличие запаха воды до 2 баллов при температуре 20° С.

Значение водородного показателя оценивалось с помощью pH-метра. Диапазон изменения pH питьевой воды по ГОСТ Р 51232-98 равен 6,5 – 8,5. Оптимальное значение pH для питьевой воды 7,0 – 7,1 [7].

Определение токсичности воды проводили методом биотестирования по смертности и изменению плодовитости ветвистоусых рачков дафний [5].

В настоящее время методы биотестирования при определении острого токсического воздействия на низших ракообразных широко применяются как в России, так и за рубежом [3]. В ряде развитых стран биотестирование стало обязательным элементом контроля водных объектов. Одним из используемых тест-организмов являются рачки вида Daphnia magna, токсическое воздействие на которых оценивается по показателю их выживаемости или смертности в тестируемой воде. В России дафниевый тест обязателен при установлении

ПДК отдельных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов. Биотестирование применяется для определения токсичности сточных и природных (пресных и морских) вод, донных отложений, отработанных буровых растворов, сбрасываемых в море, и загрязняющих веществ.

Однако, следует отметить, что при оценке качества питьевой воды биотестирование с использованием дафний практически не используется.

Данный тест-объект был применен нами для анализа водопроводной воды. Культура дафний была предоставлена Центральной лабораторией анализов и технических измерений по Кемеровской области.

Методика основана на определении смертности и изменения плодовитости дафний (Daphnia magna Straus) при воздействии токсичных веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсичных веществ. Проба воды, подлежащая биотестированию, должна иметь pH 7,0 – 8,2.

Для опыта использовалась одновозрастная культура, полученная от одной самки. Такая культура генетически однородна, что снижает возможность ошибки эксперимента. Возраст рачков определяли с помощью калиброванных сит. Одновозрастных дафний помещали в опытные пробы с исследуемой водой. Перед началом эксперимента дафний кормили суспензией водоросли хлорелла (Chlorella vulgaris). В ходе эксперимента кормили один раз в день. Учет смертности проводили каждый час в течение первых четырех часов и затем два раза в сутки до истечения 96 часов. Особи считаются мертвыми, если они неподвижны и не двигаются по истечении 15 секунд после легкого покачивания стакана.

В опыте определяли острое токсическое действие исследуемой воды по смертности (летальности) дафний за определенное время. Критерием острой токсичности служит гибель 50 % и более дафний за 96 часов в исследуемой воде при условии, что в контрольной пробе гибнет не более 10 %. В ходе острого опыта устанавливали среднюю летальную концентрацию токсичных веществ (ЛКР), вызывающую гибель 50 % и более тест-организмов за 96 часов, безвредную концентрацию, не вызывающую эффекта острой токсичности (БКР), вызывающую гибель не более 10 % тест-организмов за 96 часов.

Для определения острой токсичности подсчитывали процент выживших дафний по сравнению с контролем:

$$A = \frac{Xк - Xm}{Xк} \cdot 100\%,$$

где $Xк$ – количество выживших дафний в контроле, Xm – количество выживших дафний в тестируемой воде.

При A<10 % тестируемая вода не оказывает острого токсического действия. При A>50 % тестируемая вода оказывает острое токсическое действие.

Токсичность оценивалась в баллах: 0 – отсутствие токсичности, 1 – хроническое малотоксическое действие, 2 – хроническое токсическое действие.

Определение остаточного хлора (мг/м^3) проводили по ГОСТ 8190-72 йодометрическим методом и методом титрования метиловым оранжевым [3]. Согласно ГОСТ 18190-72 содержание остаточного свободного хлора в водопроводной воде должно быть в пределах 0,3-0,5 мг/л, остаточного связанного хлора – 0,8-1,2 мг/л. Хлор относится к

Таблица 1. Количественная оценка качества питьевой водопроводной воды г. Кемерово в 2004 – 2007 гг.

Показатель	Район города Кемерово			
	2004 год		2007 год	
	Центральный	Ленинский	Центральный	Ленинский
Интенсивность запаха при 20° С	1	1	3	2
Интенсивность запаха при 60° С	2	2	**4**	3
Водородный показатель, pH	7,0	6,9	7,6	7,9
Смертность дафний, %	30	10	**100**	**100**
ЛКР, %	-	-	100	95
БКР, %	75	100	10	6,7
Токсичность, баллы	1	0	**2**	**2**

Таблица 2. Количественная оценка качества питьевой водопроводной воды г. Кемерово в 2010 г.

Показатель	Район города Кемерово			
	апрель 2010 год		май 2010 год	
	Центральный	Ленинский	Центральный	Ленинский
Интенсивность запаха при 20° С	1	1	2	1
Интенсивность запаха при 60° С	2	2	**4**	3
Водородный показатель, pH	6,7	6,9	6,6	6,7
Содержание остаточного активного хлора, мг/л	0,130±0,05	0,118±0,03	**0,549**±0,04	0,230±0,04

веществам третьего класса опасности.

Количественная оценка качества питьевой водопроводной воды представлена в табл. 1 и 2.

В 2004 г. водопроводная вода характеризовалась как нетоксичная (проба Ленинского района) и слаботоксичная (проба Центрального района).

В 2007 г. пробы питьевой воды имели слабый и заметный (а при нагревании – заметный и отчетливый) хлорный запах. Также отмечена 100 % смертность тест-объектов. Нами была определена степень разбавления водопроводной воды водой нормального качества до концентрации загрязняющих веществ, не вызывающих гибель дафний. Это соотношение составило порядка 1:10, только в этом случае вода не оказывала токсического воздействия на живые организмы. Токсическое действие проб питьевой водопроводной воды можно связать с повышением уровня хлорирования на очистных сооружениях «КемВода» в весенний период, что приводит к росту содержания хлорорганических веществ в питьевой воде.

В 2010 г. отбор проб проводили в начале апреля до начала интенсивного таяния снега и в мае, во время паводка. Во время паводка в пробах водопроводной воды обнаружено более высокое содержание остаточного хлора по сравнению с апрелем и, более того, в пробах Центрального района содержание остаточного хлора превышало допустимые значения.

Таким образом, проведенные исследования показали, что пробы водопроводной воды в марте 2004 г. соответствовали требованиям ГОСТа и вода в Ленинском районе характеризовалась как нетоксичная и безвредная для тест-объектов, а в Центральном – как слаботоксичная. Пробы питьевой водопроводной воды в марте 2007 г. в Центральном и Ленинском районах имели отчетливый хлорный запах и вызвали гибель 100 % тест-объектов. Только при разведении в 10 раз вода не оказывала летального действия на дафний. Пробы в мае 2010 г. в Центральном районе имели такой же запах при нагревании и повышенное содержание остаточного хлора.

Можно сделать заключение, что качество питьевой воды в г. Кемерово остается низким, несмотря на принимаемые меры по строительству и реконструкции водопроводных сооружений, сооружений по очистке хозяйственно-бытовых вод, замене изношенных водопроводных сетей, проводимые в рамках региональной целевой программы «Чистая вода».

Во время паводка питьевая вода становится опасной для здоровья. Вызывает тревогу используемая технология обеззараживания питьевой воды методом хлорирования, что в условиях недостаточной очистки природной воды от органических веществ, в частности, фенолов, нефтепродуктов, ведет к образованию в питьевой воде чрезвычайно токсичных соединений семейства диоксинов.

Исходя из полученных результатов, нами предложены следующие рекомендации жителям г. Кемерово.

1. Стараться не употреблять «сырую» водопроводную воду, а употреблять питьевую воду, продаваемую в бутылях, больше соков, столовых минеральных вод.

2. Пользоваться бытовыми фильтрами, либо отстаивать или кипятить воду для питья и приготовления пищи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51593-2000 Вода питьевая. Отбор проб. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 35 с.

2. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 27 с.

3. ГОСТ 18190-72 Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора. – М.: Изд-во стандартов, 1972. – 29 с.

4. *Брагинский Л. П.* Методологические аспекты токсикологического биотестирования на Daphnia magna Str. и других ветвистоусых ракообразных / Л. П. Брагинский // Гидробиол. журн. – 2000. – Т. 36. – № 5. – С. 50-70.

5. *Жмур Н. С.* Биологические методы контроля. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. ФР. 1.39.2001.00283 / Н. С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2001. – 48 с.

6. *Кармазинов В. Ф.* Система аналитического контроля качества воды / В. Ф. Карамзинов, А. Н. Атапов // Водоснабжение и сан. техника. – № 8. – 2004. – С. 11 – 14.

7. *Львова Т. Г.* Санитарная микробиология с основами водной токсикологии: учеб. пособие / Т. Г. Львова. – Калининград, 1996. – 70 с.

8. Материалы к государственным докладам «О состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области», 2004-2008 гг.

9. СанПиН 21.4.559-96 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды центральных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Госкомиздат России, 1996. – 28 с.

Авторы статьи:

Хмырева
Наталья Александровна
– студентка гр. ГК-082 КузГТУ
Тел. 8-951-619-22-35;

Игнатова
Алла Юрьевна
– канд. биол. наук, доцент каф. химической технологии твердого топлива и экологии КузГТУ,
тел. 8-903-071-50-36;

Макаревич
Евгения Анатольевна
– ведущий инженер каф. химической технологии твердого топлива и экологии КузГТУ,
тел. (8-384-2)-39-63-08.