Региональная конференция по научно-техническому творчеству школьников «Лабиринты науки»

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ

Розов Дмитрий Алексеевич,
обучающийся 11 класса
ГОУ ЯО «Лицей № 86» г. Ярославля

Научные руководители:

Волкова Лариса Вячеславовна,
заместитель директора
по УВР ГОУ ЯО «Лицей № 86»

Фомичева Елена Михайловна,
доцент ФГБОУ ВО
«Ярославский государственный
университет им. П.Г. Демидова»

г. Ярославль, 2021 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……..... 3
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ……... 5
РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ…… 8
ВЫВОДЫ …… 14
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ……. 15

ВВЕДЕНИЕ

Вода для человеческого организма – второе по значимости вещество после кислорода. Вода является основой всех жизненных процессов: из нее на 90% состоят растения и на 75% животные. Без воды человек не может прожить более пяти суток.

Питьевая вода, являясь необходимым элементом жизнеобеспечения, во многом определяет состояние здоровья населения и уровень санитарно-эпидемиологического благополучия территории. Так с водой человек может получить до 20% кальция, до 25% – магния, до 50-80% – фтора, до 50% йода от суточного потребления. В связи с этим значение водного фактора приобретает большое значение.

Как известно, питьевая вода влияет на состояние здоровья человека. Всемирная Организация здравоохранения привела статистику, в которой указано, что 85% заболеваний переносится водой.

В настоящее время перед человечеством остро стоит проблема качественной пресной питьевой воды, так как большая часть её источников подвержена антропогенным и техногенным воздействиям разной степени интенсивности.

Биотестирование (англ. bioassay) — процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности. При биотестировании в качестве тест-объектов используют либо целостные организмы (тест-организмы), либо изолированные органы, ткани или клетки. Наиболее широко используются простейшие, моллюски, ракообразные, рыбы, а также представители различных групп растений.

Оценка качества питьевой воды является актуальной и может представлять интерес, как для широкого круга общественности, так и для специалистов в области биотестирования.

Цель исследования заключалась в оценке качества водопроводной воды, поступающей в жилой фонд Фрунзенского района г. Ярославля.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. Оценить качество водопроводной воды методом биотестирования.

2. Сравнить качество водопроводной воды после фильтрации разными бытовыми фильтрами.

3. Оценить качество фильтрации воды бытовым фильтром при разном уровне водной нагрузки.

4. Провести химический анализ водопроводной воды.

МАТЕРАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Характеристика тест-объекта

В качестве тест-объекта использованы планктонные пресноводные рачки цериодафнии *Ceriodaphnia affinis*. Их преимущество перед другими группами тест-организмов заключается в чувствительности к изменениям внешних условий и выраженной реакции на эти изменения, относительно крупных размерах и быстром размножении.

Этот вид распространен по всему земному шару. Цериодафнии обитают в водоемах всех типов в Европе, Северной Африке, Азии, Южной Америке. Они являются обитателями озёр, водохранилищ, прудов, медленно текущих рек, мелких водоёмов, богатых разлагающейся растительной органикой с немногочисленной популяцией рыб.

Методы исследования

Метод биотестирования. Для оценки качества водопроводной воды использован дафниевый тест. Дафниевый метод биотестирования основан на определении изменений выживаемости и плодовитости дафний при воздействии токсических веществ, содержащихся в тестируемой воде по сравнению с контролем.

Выделяют кратковременное и длительное биотестирование. Кратковременное биотестирование на цериодафниях проводят в течение 48 часов. Позволяет определить острое токсическое действие тестируемой воды на цериодафний по показателю выживаемости. Критерием токсичности является гибель 50% и более рачков за 48 часов в тестируемой воде по сравнению с контролем.

Процедура биотестирования. Для определения наличия острого токсического действия воду тестировали без разбавления. Подготовленные к анализу пробы тестируемой воды наливали по 15 мл в 10 стеклянных сосудов (опыт). Другие десять сосудов наполняли таким же объемом

культивационной воды (контроль). В каждый опытный и контрольный сосуд помещали по 1 экземпляру цериодафнии не более 24-часового возраста.

В ходе работы исследовали водопроводную воду, поступающую в жилой фонд Фрунзенского района г. Ярославля. Было проведено несколько серий опытов. В *первой серии опытов* исследовали водопроводную воду, поступающую в жилой фонд Фрунзенского района без предварительной обработки. Во *второй серии* опытов оценивали качество водопроводной воды после кипячения. В *третьей серии* опытов сравнивали качество водопроводной воды после фильтрации бытовым фильтром «Барьер» с кассетами «Жесткость» и «Стандарт». В *четвертой серии* опытов оценивали качество фильтрации воды фильтром «Барьер» с новой кассетой «Жесткость» и после фильтрации через него 50 литров водопроводной воды. В качестве контроля во всех сериях опытов использовалась вода аэрированная, отстоянная.

Результаты учитывали, если количество погибших цериодафний в контроле не превышало 10%. Продолжительность биотестирования составляла 48 ч. Во время биотестирования цериодафний не кормили. В конце биотестирования визуально подсчитывали количество живых рачков. Живыми считали тех цериодафний, которые свободно двигались в толще воды или всплывали со дна сосуда после его легкого встряхивания.

Обработка и оценка результатов острого опыта. Для определения острой токсичности исследуемых вод, рассчитывался процент погибших цериодафний (А, %) по сравнению с контролем, который рассчитывали по формуле: $A = (Хк – Хт) / Хк * 100\%$, где Х - среднее арифметическое количество выживших особей в двух повторностях; Хк - выжившие в контроле; Хт - выжившие в тестируемой воде.

Для оценки токсичности воды использовали критерии, предложенные Б.А. Флеровым:

- гибель рачков от 0 до 20% – вода не является токсичной;

- гибель рачков от 20 до 50% – вода является токсичной;
- гибель рачков от 50 до 100% – вода очень токсичная.

Химический метод. Для оценки качества водопроводной воды провели химический анализ на содержание солей кальция, активного хлора, нитритов и нитратов. Содержание химических элементов в воде определяли при помощи тест-полосок «Чистая вода».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка качества водопроводной воды методом биотестирования

Для исследования взята водопроводная вода, поступающая в жилой фонд Фрунзенского района. С каждой пробой воды опыты проводились в двух повторностях. Результаты биотестирования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Выживаемость цериодафний в водопроводной воде

Серии опытов		**Номер пробирки**										Количество выживших дафний
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
1	Контроль	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	**8**
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**10**
	Вода водопроводная	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	**1**
		-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	**2**
2	Контроль	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**10**
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**10**
	Вода водопроводная кипячёная	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	**5**
		+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	**8**

Токсичность воды оценивали по критериям Б.А. Флерова. Согласно полученным данным, в водопроводной воде наблюдалась гибель в среднем 85% рачков, следовательно, эту воду можно считать очень токсичной. В кипяченой водопроводной воде погибло 30% цериодафний. Такая вода считается токсичной. Следовательно, процесс кипячения снижает токсичность воды почти в три раза. Смертность рачков в контроле не превышала 9%.

Исследование водопроводной воды после фильтрации разными бытовыми фильтрами

Было проведено четыре серий опытов. В *первой серии* исследовали водопроводную воду после фильтрации бытовым фильтром «Барьер» с кассетой «Жесткость». Во *второй серии* опытов оценивали водопроводную воду после фильтрации бытовым фильтром «Барьер» с кассетой «Стандарт». В *третьей и четвертой* сериях оценивали воду после фильтрации бытовыми фильтрами с последующим кипячением.

В водопроводной воде после фильтрации бытовым фильтром «Барьер - жесткость» гибель рачков составила 85%, такая вода считается очень токсичной. После фильтра «Барьер-стандарт» гибель рачков составила 39%, эта вода является токсичной (таблица 2).

Таблица 2

Оценка токсичности воды по результатам дафниевого теста

№ п/п	Серии опытов	Смертность %	Токсичность воды
1	Вода фильтрованная *«Барьер - жесткость»*	85	Очень токсична
2	Вода фильтрованная *«Барьер – стандарт»*	39	Токсична
3	Вода фильтрованная кипяченая *«Барьер - жесткость»*	5	Не токсична
4	Вода фильтрованная кипяченая *«Барьер – стандарт»*	5	Не токсична

Сопоставление результатов исследования воды с использованием двух фильтров, показало, что фильтр «Барьер - жесткость» не снижает токсичность воды, в отличие от фильтра «Барьер-стандарт». Кассеты «Жесткость» фильтра «Барьер» призваны убрать излишнюю жесткость

воды, что способствует минимизации образования накипи. Элементы также удаляют ионы тяжелых металлов. Комплект кассет «Стандарт» особенно результативен при проведении очистки воды от находящихся в ней примесей неорганического и органического происхождения, в том числе мельчайших частиц.

Дополнительно было проведено кипячение фильтрованной воды. В кипяченой фильтрованной водопроводной воде гибель рачков составила всего 5%. Такая вода, по показателю выживаемости цериодафний, считается не токсичной и, следовательно, пригодной для питья.

Таким образом, результаты биотестирования показали, что наименее токсичной является профильтрованная вода с последующим кипячением. Использование фильтра с кассетой «Жесткость» не снижает токсичность воды. Простое кипячение водопроводной воды уменьшает ее токсичность для цериодафний и более эффективно, чем использование только фильтра.

Исследование водопроводной воды бытовым фильтром при разном уровне водной нагрузки

Проведено исследование выживаемости цериодафний в фильтрованной воде фильтром «Барьер» с новой кассетой «Жесткость» и после пропускания через фильтр 50 литров воды. После фильтрации вода подвергалась кипячению. Результаты исследования приведены в таблице 3. Результаты исследования показали, что выживаемость цериодафний по мере возрастания водной нагрузки на фильтр резко снижалась. Гибель цериодафний при использовании новой кассеты составила 5%, после фильтрации 50 литров воды смертность рачков возросла до 39%. В первом случае вода считается не токсичной. Во втором случае вода является токсичной. При этом фильтры рассчитаны, как утверждает производитель, на пропускание 350 литров воды.

Таблица 3

Выживаемость цериодафний в фильтрованной кипяченной воде при разном уровне водной нагрузки на фильтр

№ п/п	Объем профильтрованной воды	Смертность %	Токсичность воды
1	0	5	Не токсична
2	10	12	Не токсична
3	20	22	Токсична
4	30	27	Токсична
5	40	35	Токсична
6	50	39	Токсична

Таким образом, качество водопроводной воды меняется в зависимости от использования различных фильтров, кипячения и срока использования кассеты в фильтре. По результатам биотестирования самой чистой и пригодной для питья является водопроводная фильтрованная кипяченая вода.

Оценка качества водопроводной воды химическим методом

Для оценки жесткости воды был проведен анализ на содержание в ней солей кальция. По уровню жесткости воду делят на мягкую (1,6 мг экв./л), среднюю (от 1,6 до 5,6 мг-экв./л) и жесткую (выше 5,6 мг-экв./л). По СанПиН нормальной считается жесткость воды в пределах от 1,6 до 3,2 мг-экв./л. Согласно полученным данным, в водопроводной воде Фрунзенского района содержание кальция находилось пределах 3,2-5,0 мг/л (таблица 4). Это соответствует верхней границе среднего уровня жесткости и не

соответствует требованиям СанПиН. Высокая жесткость воды неблагоприятно действует на организм человека, способствуя развитию мочекаменной болезни. Кипячение воды не снижает ее жесткость. Использование фильтров уменьшает жесткость воды.

Для оценки безопасности воды определяли содержание в ней нитритов и нитратов. Допускается содержание нитритов до 5 мг/л, нитратов – до 50 мг/л. Нитриты отсутствовали во всех пробах воды. Допустимый уровень нитратов выявлен в водопроводной воде и сохраняется после ее кипячения. Использования фильтров способствует полному удалению нитратов из воды.

Таблица 4

Результаты химического анализа воды

№ п/п	Серии опытов	Содержание, мг/л			
		NO_3	NO_2	CI^-	Ca^{2+}
1	Контроль	0	0	0	0-3,2
2	Вода водопроводная	0-10	0	0-0,5	3,2-5,0
3	Вода водопроводная кипяченая	0-10	0	0	3,2-5,0
4	Вода фильтрованная *«Барьер – стандарт»*	0	0	0	0-3,2
5	Вода фильтрованная кипяченая *«Барьер – стандарт»*	0	0	0	0-3,2
6	Вода фильтрованная *«Барьер - жесткость»*	0	0	0	0

Наличие активного хлора отмечено только в водопроводной воде (0,5 мг/л). Допускается содержание хлора в водопроводной воде не более 1 мг/л. Кипячение и фильтрование способствует удалению хлора из воды.

Таким образом, химический анализ показал, что вода, поступающая в жилой фонд, характеризуется повышенным содержанием солей кальция и допустимым уровнем содержания нитратов и хлора. Кипячение воды способствует только удалению хлора. Бытовые фильтры снижают жесткость воды, удаляют нитраты и хлор.

ВЫВОДЫ

1. Водопроводная вода, поступающая в жилой фонд Фрунзенского района, по показателю выживаемости цериродафний обладает высокой токсичностью и не рекомендуется для потребления без предварительной обработки. Самой чистой и пригодной для питья является водопроводная фильтрованная кипяченая вода.

2. Использование кассетных фильтров типа «Барьер» снижает токсичность воды только при использовании кассет «Стандарт».

3. Качество водопроводной воды меняется в зависимости от срока использования кассеты в фильтре. При водной нагрузке на фильтр объемом 20 и более литров, выживаемость цериодафний снижается, и вода становится токсичной.

4. По химическому составу водопроводная вода характеризуется повышенным содержанием солей кальция и допустимым уровнем содержания нитратов и хлора.

Список литературы

1. Мелехова, О.П., Егорова, Е.И., Евсеева, Т.И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия", 2007. – 288 с.

2. Методическое руководство по биотестированию воды РД-118-02-90. / под ред. А.Н. Крайнюковой. – М.: Госкомприрода, 1991. – 47 с.

3. Рябухина, Е.В., Зарубин, С.Л. Биологические методы определения токсичности водной среды: Методические указания "Биотестирование". – Ярославль: ЯрГУ, 2006. – 64 с.

4. Флеров, Б.А., Комов, В.Т. Оценка экологического состояния водоемов при антропогенном воздействии // Гидробиологический журнал. – 1991. – Т. 27. – №3. – С. 23-31.