

государственное общеобразовательное учреждение
Ярославской области «Лицей № 86»

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

Экспресс-анализ качества питьевой воды: преимущества и недостатки

Секция: экология

Автор:

Степина Анастасия Дмитриевна,
ученица 8 «Д» класса
ГООУ ЯО «Лицей № 86»

Научный руководитель:

Озерова Ольга Николаевна,
учитель биологии
ГООУ ЯО «Лицей № 86»

Ярославль

2022

Оглавление

Введение.....	3
1. Материалы и методы исследования.	6
2. Результаты и их обсуждение.....	7
Заключение.....	9
Информационные источники.....	10
Приложение 1.....	11
Приложение 2.....	14
Приложение 3.....	15

Введение

Быстрый рост населения планеты, возрастающие объемы водопотребления для бытовых и промышленных нужд, интенсивное развитие сельского хозяйства способны привести человечество к глобальному водному кризису, который уже сейчас проявляется в нехватке пресной воды и ее усиливающемся загрязнении.

Вода оказывает огромное влияние на здоровье человека. О многом говорит уже тот факт, что ее содержание в разных органах составляет от 70% до 90%. Живой клетке вода требуется как для сохранения своей структуры, так и для нормального функционирования. Она играет важную роль в построении и восстановлении тканей, поддержании всех обменных процессов в организме. Кроме того, вода помогает регулировать температуру тела, служит в качестве смазки, облегчающей работу суставов, способствует проникновению питательных веществ.

Чтобы хорошо себя чувствовать, нам необходимо употреблять только чистую питьевую воду. Качество воды непосредственно влияет на продолжительность жизни. К примеру, по данным Всемирной организации здравоохранения, почти 90% болезней вызывается использованием некачественной воды для питьевых и бытовых нужд.

В настоящее время существует огромное количество источников питьевой воды. Самые популярные из них – кипячёная, фильтрованная и бутилированная. А в последнее время в России широко рекламируется так называемая водородная вода (вода, обогащенная молекулярным водородом- H_2), невероятно популярная во всем мире. Местом рождения этой удивительной воды принято считать Японию.

Япония – страна с наибольшим числом активных долгожителей, где здоровый образ жизни давно стал частью традиции, а инновационные технологии здоровья, молодости и красоты поражают воображение. Средняя продолжительность жизни современного японца – 87 лет, и половина из 40

людей в мире, которым исполнилось больше 110 лет, живут именно в Японии.

Насколько отличается водородная вода от привычных для нас вариантов питьевой воды и действительно ли она обладает мощными целебными свойствами? Вот это поистине проблемный вопрос!

Для экспресс-анализа питьевой воды на выручку приходят тест-системы и портативные приборы, которые можно приобрести для выполнения самостоятельного анализа. Среди них: солемер, или портативный TDS-метр, – определяет электропроводящие свойства жидкости и позволяет судить о жёсткости воды, что указывает на концентрацию растворённых в воде солей. О прозрачности водной среды можно судить по показаниям мутнометра. Этот портативный агрегат обычно используется в пищевой и химической отрасли. Также есть компактный агрегат, позволяющий измерять pH водной среды (pH-метр). Кроме того, в продаже есть готовые наборы для анализа водной среды. С их помощью можно выполнить около тридцати разных проверок. Благодаря их использованию можно быстро и без лишних затрат получить информацию о том, из какого источника лучше пить воду на ежедневной основе.

Питьевая вода – вода, качество которой в природном состоянии или после специальной подготовки соответствует гигиеническим нормам [1].

К важнейшим показателям качества питьевой воды относятся: pH воды, жесткость, активный хлор, минерализация, перманганатная окисляемость и др.

Существуют различные методы измерения этих показателей, отличающиеся друг от друга по сложности, точности и по другим параметрам (см. Приложение 1).

Цель исследования: изучить степень соответствия различных видов питьевой воды установленным нормативным показателям pH, жесткости, содержания нитратов, нитритов и хлора.

Задачи:

1. Провести измерения pH, жесткости, содержания нитрат-, нитрит- ионов и активного хлора в образцах.
2. Сравнить с нормативными показателями.
3. Сделать вывод о пригодности различных видов питьевой воды к употреблению.

1. Материалы и методы исследования

В период с 7 по 9 ноября 2022 г. нами был проведён экспресс-анализ объектов исследования – нескольких образцов питьевой воды:

1. Из-под крана некипячёная.
2. Из-под крана кипячёная.
3. Из-под крана фильтрованная.
4. Бутилированная (ТМ «Святой Источник» и «Моя цена»).
5. Водородная.

Были произведены измерения некоторых важнейших показателей питьевой воды:

- рН воды,
- жесткость,
- активный хлор,
- содержание нитрат-ионов,
- содержание нитрит-ионов.

2. Результаты, их обсуждение

Для определения pH использовался pH-метр «Аквилон», жесткости – солемер (tds-метр), содержания нитратов, нитритов и активного хлора – тестовые полоски Биосенсор-Аква. Результаты измерений представлены в таблицах 1-3 [5].

Таблица 1. Результаты измерения pH с помощью pH-метра

Вид воды	Измерение №1	Измерение №2	Измерение №3	Среднее значение
Из-под крана	6.50	6.30	6.31	6.37
Фильтрованная	6.55	6.53	6.58	6.55
Кипяченая	7.54	7.51	7.53	7.53
«Моя цена»	7.15	7.18	7.11	7.15
«Святой источник»	6.62	6.67	6.70	6.66
Водородная	7.90	7.80	7.96	7.89

Вывод: вода из-под крана не пригодна для питья, так как значение pH не соответствует норме. В водородной воде pH, как и предполагалось, значительно выше, чем в остальных образцах воды.

Таблица 2. Измерение жесткости с помощью солемера

Вид воды	Измерение №1, °Ж	Измерение №2, °Ж	Измерение №3, °Ж	Среднее значение, °Ж
Из-под крана	2.2	2	2.1	2.1
Фильтрованная	2.2	2.1	2.1	2.1
Кипяченая	2.3	2.3	2.3	2.3
Моя цена	3.4	3.4	3.5	3.4

Святой источник	1.8	1.9	1.9	1.9
Водородная	2.5	2.3	2.5	2.4

Вывод: в основном, вода мягкая (см. Приложение 2), находится на нижней границе нормы, а вода фирмы «Святой Источник» немного выходит за неё.

Таблица 3. Определение pH, жесткости, содержания нитратов, нитритов и хлора с помощью тестовых полосок

Показатель	Из-под крана	Фильтрованная	Кипячая	«Моя цена»	«Святой Источник»	«Водородная»
NO ₃ (нитраты), мг/л	0	0	0	0	0	0
NO ₂ (нитриты), мг/л	0	0	0	0	0	0
Жесткость, °Ж	<3.2	0	<3.2	0	0	5
Хлор, мг/л	0	0	0	0	0	0
pH	6.5	6.5	6.5	7	6.5-7	7

Вывод: во всех образцах воды отсутствуют нитрат-, нитрит- и хлорид-ионы.

Заключение

Проведя экспресс-анализ различных видов питьевой воды, мы выяснили, что вода из-под крана непригодна для питья, так как имеет слишком низкий уровень pH, водородная вода действительно имеет повышенное содержание водорода, но её показатели крайне неустойчивы, поэтому является целесообразным употреблять её сразу после приготовления или вскрытия, далее – она перестаёт обладать нужными свойствами.

Тестовые полоски являются менее предпочтительными в оценке качества питьевой воды, так как не дают точных (количественных) цифр, кроме того, результаты бывают смазанными и их сложно интерпретировать.

В перспективе планируется подробно изучить состав и свойства водородной воды на базе лаборатории ЯГТУ с помощью химических методов, с использованием специального оборудования.

На основе анализа информационных источников, а также проведённых измерений, мною была разработана памятка для населения, которую я планирую распространить в стенах лицея среди учащихся и педагогов (см. Приложение 3).

Информационные источники

1. Что такое питьевая вода. URL: <https://ecomaster.ru/articles/chto-takoe-pitevaya-voda> (дата обращения 05.11.2022)
2. Курбатов Андрей Юрьевич, Ветрова Маргарита Александровна, Моисеева Надежда Анатольевна, Чумакова Анастасия Александровна ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ // Успехи в химии и химической технологии. 2019. №3 (213). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-opredeleniya-pokazateley-kachestva-vody> (дата обращения: 05.11.2022).
3. Коньшина Лидия Геннадьевна, Лежнин Владимир Леонидович Оценка качества питьевой воды и риска для здоровья населения // Гигиена и санитария. 2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-pitievoy-vody-i-riska-dlya-zdorovya-naseleniya> (дата обращения: 05.11.2022).
4. Нормы качества питьевой воды СанПиН 2.1.4.1074-01. URL: <https://dpva.ru/Guide/GuideTechnologyDrawings/WaterSupplyWasteWater/WaterInRF/> (дата обращения 05.11.2022)
5. Аверина Юлия Михайловна, Ветрова Маргарита Александровна, Рыбина Евгения Олеговна, Чумакова Анастасия Александровна МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ // Успехи в химии и химической технологии. 2019. №3 (213). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-kontrolya-kachestva-vody> (дата обращения: 06.11.2022).

Методы измерения показателей питьевой воды

1) **рН воды** (норма: 6,5 – 8,5)

Качество воды напрямую зависит от того, сколько ионов водорода (рН) содержится в ней. По сути, это уровень кислотно-щелочного баланса. Именно от этого показателя зависят разнообразные химические реакции. Кроме того, с помощью данного значения удастся определить: уровень токсичности отравляющих веществ, уровень коррозионного воздействия и многое другое. Если показатель превышает отметку в 7, то это вода будет щелочной, а если меньше 7, то кислотной.

Лакмусовая бумажка – элементарный вариант определения рН воды. Для этого лакмусовую бумажку опускаем в пробирку с водой. Реакция происходит мгновенно – бумажка меняет свой цвет. Далее, по цвету мы можем определить примерный уровень кислотности воды.

Тестовые полоски – ещё один вариант для определения рН воды в домашних условиях. Полоску нужно опустить в тестируемую воду и сравнить полученный результат с цветовой шкалой. Тестовая полоска дают более точный результат, чем лакмусовая бумажка, но с её помощью также нельзя узнать точных значений.

рН-метр - это наиболее точный способ определения кислотности. Необходимо опустить измерительное устройство в пробирку с исследуемой средой и подождать буквально несколько секунд. рН-метр выведет точные показатели с минимальной погрешностью.

2) **Жесткость** (норма: 2 – 7 °Ж (мг-экв/л), приемлема до 10°Ж (мг-экв/л))

Жесткость питьевой воды – одна из качественных характеристик воды, которое обуславливается наличием в воде солей двух щелочноземельных металлов - кальция и магния. Общая жесткость определяется суммой временной и постоянной жесткостью воды. Постоянная жесткость воды –

кальциевые и магниевые соли соляной, серной, азотной кислот, т.е. сильных кислот. Такие соли жесткости в воде при кипячении не выпадают в осадок и не кристаллизуются в виде накипи. Временная жесткость воды – показатель, наличия в воде карбонатов и гидрокарбонатов кальция и магния, которые при кипячении и показателях pH больше 8,3, практически полностью выпадают в хлопьевидный осадок, кристаллизуются в виде накипи или образуют пленку на поверхности воды.

Тест-система похожа на полоску для измерения pH. Тест-полоску нужно опустить в исследуемую воду и сравнить с цветовой шкалой.

Прибор-солемер (tds-метр) – точный и легкий способ определения жесткости. У этого гаджета есть два электрода, которые необходимо опустить в воду. Электроды создают поток электронов и фиксируют электропроводность жидкости, которая тесно связана с количеством солей магния и кальция.

Хозяйственное мыло. Мыло лучше взять с концентрацией 72 %, хотя подойдет и 60 %. Помимо этого, потребуются дистиллированная вода, литровая банка и стакан с диаметром 6 см. Чтобы было удобнее, лучше наклеить на него линейку снизу-вверх. Сначала наливают дистиллированную воду примерно на 2 см от низа стакана. Затем следует отрезать от мыла 1 г и раскрошить его. Это примерно треть чайной ложки. Чтобы мыло лучше растворилось, дистиллированную воду немного подогревают. Перемешивать нужно аккуратно, чтобы пены было как можно меньше. Когда мыло полностью растворится, следует долить еще воды. Количество зависит от концентрации мыла. Если она 72 %, доливают до отметки 7,2 см. Если же она 60 %, достаточно будет 6 см. После этого нужно взять воду, которую планируется тестировать, в объеме 0,5 л. Ее наливают в литровую банку, а затем туда же аккуратно и по частям добавляют мыльный раствор. Все это нужно активно перемешивать до тех пор, пока пена не перестанет быстро оседать. То есть станет устойчивой. Мягкая вода образует больше пены. Каждый сантиметр мыльного раствора составляет 2 °Ж.

3) Хлор (норма: 0,3-0,5 мг/л)

Хлор появляется в питьевой воде в результате её обеззараживания. Остаточный хлор (оставшийся в воде после обеззараживания) необходим для предотвращения возможного вторичного заражения воды.

Химические методы: йодометрический, титрование метиловым оранжевым, метод Пейлина, фотометрический. Все они тяжело выполнимы за пределами лабораторий.

Автоматическое анализаторы. Это быстрый метод исследования с помощью специальных устройств. Их работа основывается на разных методах исследования.

Тестовые полоски. Менее точный, но легкий метод для исследования хлора. Применяются так же, как для определения pH и жесткости.

4) Нитраты (45 мг/л)

Наличие нитратов в воде говорит о естественном самоочищении водоема. В чистой природной воде содержание нитратов не превышает 1-2 мг/л. Однако нужно помнить, что широкое использование нитратных удобрений приводит к загрязнению воды нитратами через почву.

Измерение можно проводить с помощью химических методов или тестовых полосок.

5) Нитриты (3 мг/л)

Образование нитритов в воде происходит из-за множества факторов, которые могут быть взаимосвязаны между собой. Вещества успешно перерабатываются микроорганизмами, но только при умеренной концентрации. В случае роста уровня загрязнения и превышения допустимого количества нитритов бактерии могут не успевать перерабатывать весь объем, в результате чего они продолжают накапливаться в жидкости. Нитриты, которые оказываются в организме с питьевой водой, считаются веществами с высоким уровнем токсичности [2,3,4].

Концентрации солей и жесткость воды в различных единицах

Степень жесткости воды	Показатель в мг-экв/л	Показатель в °Ж (градус жесткости)	Показатель в ppm
Слишком мягкая	до 1,5	до 1-1,5	0-70
Мягкая	1,5-4	1,6-4	71-140
Среднежесткая	5-8	5-12	141-210
Сильножесткая	9-12	13-22	211-320
Сверхжесткая	свыше 12	23-34	321-530

Простые методы анализа питьевой воды

1. Налейте воду в бутылку и поставьте её на 2 дня в тёмное место. Если вода стала зеленоватой, на её поверхности образовалась маслянистая плёнка, а на стенках бутылки появился налёт, то вода не подходит для питья.
2. Запах воды также может многое рассказать о ее чистоте. Сначала погрейте воду до 20°C, затем — до 60°. Гнилостный запах воды говорит о наличии в ее составе сероводорода.
3. Прокипятите воду в чистой ёмкости в течение 10-15 минут, слейте и посмотрите, есть ли на стенках накипь. Если вода содержит большое количество оксидов железа, то накипь будет тёмно-серого цвета, а если в воде повышенное количество солей кальция и оксидов, то осадок будет светло-жёлтого оттенка.
4. Потрите немного мыла и добавьте в горячую воду. Если оно полностью растворится, то вода чистая.
5. Растворите небольшое количество марганцовки в воде и проследите за реакцией. Если вода приобретёт желтоватый оттенок, то пить её нельзя.
6. Капните небольшое количество воды на поверхность зеркала или стекла и подождите пока жидкость испарится. Если после испарения остался след, то вода содержит значительное количество минеральных солей, а если поверхность осталась чистой, то и вода тоже чистая.
7. В свежезаваренный чай долейте немного сырой воды. Если чай станет персикового цвета, то вода чистая, а если мутным, то вода непригодна для употребления.