

Петухова Полина Александровна,
обучающаяся
ГБПОУ ЯНАО «Тарко-Салинский
профессиональный колледж»
E-mail: lina.linaalison@yandex.ru

Научный руководитель
Набиуллина Флорида Загидулловна,
преподаватель химии, биологии
ГБПОУ ЯНАО «Тарко-Салинский
профессиональный колледж»
E-mail: florida.nabiullina@mail.ru

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ВОДЕ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ Г. ТАРКО–САЛЕ ПУРОВСКОГО РАЙОНА

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
СОСТАВЛЯЮЩАЯ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

УДК 543.257.5

Железо является одним из самых распространенных элементов в земной коре, а также типичным загрязнителем питьевых вод в ЯНАО. Высокое содержание железа в воде снижает качество питьевой воды и может выступать фактором риска повышения заболеваемости населения. В то же время оно активно принимает участие в механизме кровообращения, влияет на общее состояние кожи, улучшает работу эндокринной системы, укрепляет иммунитет и усиливает процесс роста детей. Недостаток этого элемента негативно сказывается на состоянии организма и может вызвать определенные заболевания. Но переизбыток этого элемента тоже пагубно влияет на здоровье. В данной публикации представлен опыт исследования проб воды в разных точках г. Тарко-Сале Пуровского района, что позволяет определить безопасные источники питьевой воды, а также подобные исследования могут быть полезны при оценке эффективности очистки воды с помощью бытовых и промышленных фильтров.

Iron is one of the most common elements in the earth's crust, as well as a typical contaminant of drinking water in the YANAO. High iron content in water reduces the quality of drinking water and can be a risk factor for increasing the incidence of diseases in the population. Iron is also a necessary element for the normal functioning of the human body. It takes part in the mechanism of blood circulation, affects the overall condition of the skin, improves the endocrine system, affects the immune system and the growth process of children. The lack of this element negatively affects the state of the body and can cause certain diseases. But an overabundance of this element also has a harmful impact on the health. This publication presents the experience of studying water samples at different points in Tarko-Sale, Purovsky district, which allows you to determine safe sources of drinking water, as well as such studies can be useful in evaluating the effectiveness of water treatment using household and industrial filters.

Таблица 1. Норма общего потребления железа и определения кислотности образцов

Возраст	Пол	Уровень гемоглобина, мкмоль/л
до одного года	любой	7,2 – 17,9
от 2 до 14 лет	любой	9 – 21,3
16 и старше	женский	9 – 30,4
16 и старше	мужской	11,6 – 30,5

Ключевые слова

Железо, исследования, пробы воды, концентрация ионов железа, бутилированная и водопроводная вода.

Key words

Iron, research, water samples, iron ion concentration, bottled and tap water.

Железо относится к числу жизненно важных для человека микроэлементов, участвуя в процессах кроветворения и внутриклеточного обмена. Этот элемент входит в состав гемоглобина крови, отвечающего за транспорт кислорода и выполнение окислительных реакций. Железо играет важную роль в процессах выделения энергии, в ферментативных реакциях, в обеспечении иммунных функций, в метаболизме холестерина. Основной путь поступления железа в организм человека – с пищей. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), доля воды в общем объеме естественного поступления железа в организм среднестатистического человека не превышает 10 %. Из 4 г железа, содержащегося в организме взрослого человека, большая часть (около 2,5 г – примерно 55-60 % запасов железа в организме) приходится на гемоглобин, около 0,4 г (от 10 до 24 %) – активное железо, входящее в состав различных гемопротеидов, участвует в формировании красящего вещества мышц (миоглобина). Остальная часть железа (примерно 21 %) находится в депонированном состоянии, то есть откладывается про запас в печени и селезенке [3].

Между тем установлено, что в больших количествах железо, как и любое другое химическое вещество, способно вызвать в организме человека нарушения и даже патологии. Этот элемент способен накапливаться до токсической концентрации в органах и тканях, включая суставы, печень, эндокринные железы и сердце [3]. Железо может создавать питательную среду для роста вредных микроорганизмов и клеток злокачественных опухолей, а также дополнительно стимулировать канцерогенное действие свободных радикалов. Высокие концентрации железа обнаруживаются в мозге людей, страдающих болезнью Паркинсона. Избыток железа нарушает функцию центральной нервной системы, усугубляя психические расстройства.

Вода с повышенной концентрацией железа может вызывать чувство «стянутости» и сухости кожи после купания. Кроме того, один из основных элементов земной коры нередко становится причиной развития дерматитов и аллергических реакций [2]. Предельно допустимая концентрация (ПДК) железа в питьевой воде и воде источников хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования установлена на уровне 0,3 мг/дм³. По согласованию с Главным санитарным врачом РФ по соответствующей территории эта величина может быть увеличена до 1 мг/дм³ для конкретной системы водоснабжения [3]. Повышенные концентрации железа в питьевой воде влияют в сторону ухудшения на такие нормируемые органолептические показатели качества воды, как запах, цветность и мутность.

Норма общего потребления железа для взрослого человека – 25 миллиграмм в сутки [3]. Избыток микроэле-

мента откладывается в организме и становится причиной таких болезней, как инфаркт или инсульт. Самыми первыми от перенасыщения организма железом страдают почки и печень. Главной причиной появления мочекаменной болезни является вода, перенасыщенная железом [3]. Плохие зубы, кишечные расстройства, заболевания желчного пузыря – совсем не полный список последствий использования «железной» воды.

Соединения кислорода и железа имеют канцерогенные свойства. Они являются причиной изменения ДНК-клеток и перерождения их в раковые. Механизм токсичности представлен на рисунке 1.

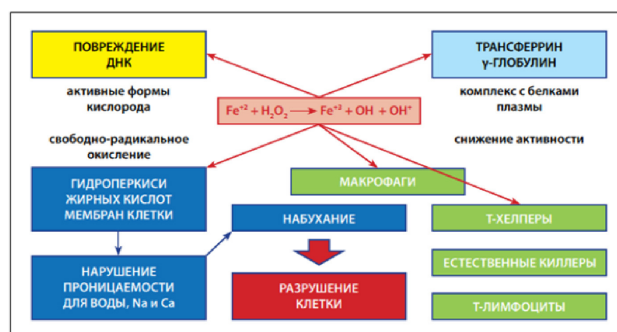


Рис. 1. Механизм токсичности железа

Железо является типичным загрязняющим веществом питьевых вод не только в Ямало-Ненецком автономном округе, но и в целом по России [6].

ЭКСПЕРИМЕНТ

Экспериментальным путем мы решили исследовать пробы:

1. Дистиллированная вода.
2. Снеговая талая вода.
3. Водопроводная вода из общежития Тарко-Салинского профессионального колледжа после фильтрования.
4. Бутилированная вода марки «Агуша».
5. Водопроводная вода из общежития Тарко-Салинского профессионального колледжа до фильтрования.

Для определения водородного показателя в исследуемые образцы воды опускали универсальную индикаторную бумагу, по шкале определили pH воды.



Рис. 2. Определение водородного показателя (рН) воды

Для качественного метода анализа мы использовали тест-систему «Железо общее» для экспресс-определения концентрации железа в воде и водных средах. Для этого нужно поместить анализируемую пробу воды объемом 5 мл в чистую чашку Петри. Извлечь индикаторную полоску из пакета. Отрезать рабочий участок 5x5 мм. Опустить индикаторную полоску в анализируемую пробу на 5-10 с. Окраску участка сравнить через 1 мин. с образцами на контрольной шкале.

Таблица 2.
Результаты исследования определения водородного показателя воды

Критерий оценки	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	Проба № 5
рН	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6

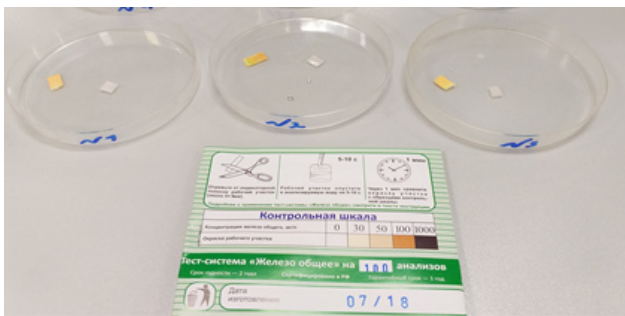


Рис. 3. Обнаружение ионов железа экспресс-методом

В результате качественного определения ионов железа мы не обнаружили их присутствия в исследуемых образцах. Поэтому мы делаем вывод, что в пробах воды очень низкое содержание железа.

Мы перешли к следующему этапу работы – количественному методу анализа.

Количественный анализ был выполнен фотометрическим методом. Методика определения содержания ионов в воде фотометрическим методом приведена в нормативном документе на метод анализа.

Фотометрический метод определения массовой кон-

центрации общего железа основан на образовании сульфосалициловой кислотой или ее натриевой солью с солями железа окрашенных комплексных соединений, причем в слабкокислой среде сульфосалициловая кислота реагирует только с солями железа (III) (красное окрашивание), а в слабощелочной среде – с солями железа (II) и железа (III) (желтое окрашивание). Оптическую плотность окрашенного комплекса для железа общего измеряют при длине волны $\lambda = 425$ нм, для железа (III) – при длине волны $\lambda = 500$ нм [8].

Для построения градуировочных графиков необходимо приготовить образцы для градуировки с массовой концентрацией железа общего от 0,1 до 1,0 мг/дм³. Состав и количество образцов для построения градуировочных графиков приведены в таблице 3.

Фотографии представлены на рис. 4-5.

Таблица 3.
Состав и количество образцов для градуировки

Номер образца	Массовая концентрация ионов железа в градуировочных растворах в мг/дм ³	Аликвотная часть раствора (см ³), помещаемая в мерную колбу вместимостью 100 см ³
		Рабочий градуировочный раствор с концентрацией 10 мг/дм ³ (градуировочный график 1, кювета 50 мм)
1	0,00	0,00
2	0,10	1,00
3	0,20	2,00
4	0,50	5,00
5	0,75	7,50
6	1,00	10,00



Рис. 4. Образцы для градуировки

Для выполнения измерений пробу объемом 80,0 см³, в зависимости от концентрации, помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, нейтрализуют раствором аммиака до рН 3 – 5 по индикаторной бумаге, прибавляют 2 см³ сульфосалициловой кислоты, доводят до метки дистиллированной водой. Тщательно перемешивают и оставляют на 5 мин. до полного развития окраски. Оптическую плотность полученного раствора измеряют при длине волны $\lambda = 500$ нм в кювете с длиной поглощающего 50 мм по отношению к холостому

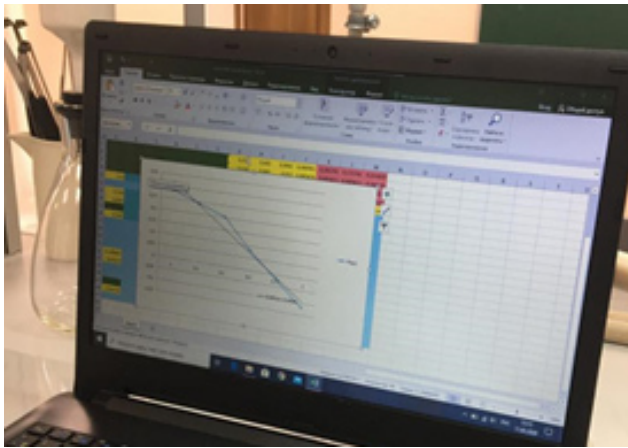


Рис. 5. Построение градуировочного с массовой концентрацией графика железа общего от 0,1 до 1,0 мг/дм³

раствору, проведенному с дистиллированной водой через весь ход измерений.



Рис. 6. Измерение оптической плотности исследуемых образцов

По градуировочному графику находят массовую концентрацию железа общего [8].

Массовую концентрацию железа в анализируемой пробе вычисляют по формуле:

$$X = \frac{C \cdot 100}{V};$$

где X – массовая концентрация железа в анализируемой пробе, мг/дм³;

C – массовая концентрация железа, найденная по градуировочному графику, мг/дм³;

100 – объем, до которого была разбавлена проба, см³;

V – объем, взятый для измерений, см³.

Результат определения концентрации ионов железа в исследуемых образцах воды приведен в таблице.

Проведя все исследования, мы пришли к выводу, что качественный метод определения железа не подходит для исследования наших образцов воды, так как во всех пробах низкая концентрация железа, т. е. метод недостаточно чувствителен. При этом самое низкое содержание железа в дистиллированной, в снеговой талой воде и в бутилированной воде марки «Агуша» и «Aqua Minerale». Самая высокая концентрация железа в водопроводной воде из общежития ГБПОУ ЯНАО «Тарко-Салинский профессиональный колледж» до фильтрования. Это подтверждает ранее изученную информацию о том, что же-

Таблица 4.
Содержание железа в исследуемых образцах воды

Номер образца	Наименование образца воды	Концентрация железа (мг/дм ³)
1	Дистиллированная вода	0,002
2	Снеговая талая вода	0,010
3	Водопроводная вода из общежития ГБПОУ ЯНАО «Тарко-Салинский профессиональный колледж» после фильтрования	0,025
4	Бутилированная вода марки «Агуша»	0,010
5	Водопроводная вода из общежития ГБПОУ ЯНАО «Тарко-Салинский профессиональный колледж» до фильтрования	0,065

лезо может попасть в воду из ржавых труб. По уровню содержания железа в образцах воды мы видим, что после фильтрации этот показатель снижается, т. е. бытовые фильтры очищают воду от ионов железа.

Таким образом, мы доказали, что концентрация железа во всех образцах соответствует СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» [5], а значит, вода в нашем районе и городе безопасна для человека и пригодна для питья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кремлева Т.А., Моисеенко Т.И., Хорошавин В.Ю., Шавнин А.А. Геохимические особенности природных вод Западной Сибири: микроэлементный состав//Вестник Тюменского государственного университета. – 2012. – № 12, – С. 80 – 89.
2. Мысякин А.Е., Королик В.В. Зависимость качества питьевой воды от режимов водопользования и типов водопроводных труб//Гигиена и санитария. – 2010. – № 6. – С. 31 – 33.
3. Онищенко Г.Г. Проблемы питьевого водоснабжения населения России в системе международных действий по проблеме «Вода и здоровье. Оптимизация путей решения»//Питьевая вода Сибири – 2006: материалы III Науч.-практ. конф., 18-19 мая 2006 г. – Барнаул, 2006. – С. 171.
4. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПиН 2.1.4.1074-01. утв. Гл. сан. врачом РФ 26.09.01: введ в действие с 01.01.02. – М.: Минздрав России, 2002. – С. 103.
5. СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

6. Платонова Т.П., Пакулина А.П. Экологическая оценка ресурсов питьевых вод//естественные и технические науки. – 2012. – № 5. – С. 229 – 234.

7. Турлакова Е.В. Определение показателей качества воды.//Химия в школе – 2001. – № 7.

8. ПНД Ф 14.1:2:4.50-96. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой.