

УДК 502.175-032.27:57.083.1(470.57)

Эколого-микробиологическая оценка пригодности воды Якутовского минерального источника для питьевых целей

Шайхутдинова А. А., Гарицкая М. Ю.

*Оренбургский государственный университет
Оренбург, Россия
varvarushka@yandex.ru*

Представлены результаты анализа воды из Якутовского минерального источника (Куюргазинский район, Республика Башкортостан) по органолептическим, гидрохимическим, токсикологическим и микробиологическим показателям. Приведены материалы по динамике качества воды за летний и осенний сезоны 2019–2020 годов. В результате исследований было установлено, что мутность и минерализация воды превышает установленные нормы СанПиН. Температура воды в течение года колеблется незначительно и характеризует ее как холодную. Исследуемые воды всесезонно можно отнести к солоноватым со средней жесткостью. По соотношению главных ионов воду из Якутовского солёного источника можно отнести к хлоридно-натриевой группе. Согласно токсикологическим исследованиям вода относится к не токсичной. Наиболее высокое микробиологическое загрязнение наблюдается в летний период года, вследствие, высокой рекреационной нагрузки. Вследствие того, что родниковая вода по ряду показателей не соответствует нормативам для вод питьевого назначения из нецентрализованных источников, то гарантировать её безопасное использование невозможно.

Ключевые слова: Якутовский солёный источник, Республика Башкортостан, органолептические показатели, гидрохимические показатели, токсикологические показатели, микробиологические исследования.

ВВЕДЕНИЕ

На территории Куюргазинского района Республики Башкортостан в 2,6 км к северу от деревни Якутово находится минеральный источник, выбивающийся из терригенных отложений Уфимского яруса верхней Перми. Среди гипсов кунгурского возраста отмечаются прослойки солей, которые, растворяясь в циркулирующих подземных водах, определяют высокую концентрацию солей в последних (Петрищев, 2011). Якутовский солёный источник – один из немногих на территории Башкортостана с такой высокой минерализацией. Она объясняется тем, что воды источника не разбавлены пресными подземными водами. Кроме поваренной соли в воде источника присутствует и сероводород, запах которого ощущается. Якутовский минеральный источник – пример наличия на территории Башкортостана глубинного соляного карста.

Данный источник пользуется популярностью среди населения Оренбургской области и Республики Башкортостан для самолечения ревматизма, радикулита и кожных заболеваний. Однако оценка безопасности воды родника на предмет возможного употребления никогда не проводилась.

Цель исследования – оценить качества минеральной воды родника (Якутовский минеральный источник Куюргазинского района Республики Башкортостан) по органолептическим, гидрохимическим, токсикологическим и микробиологическим показателям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явилась минеральная вода из родника (координаты 52°27'18'' с.ш., 55°45'49'' в.д.), который располагается в 2,6 км севернее деревни Якутово в долине ручья Казлаир (правый приток реки Юшатырь), в 3 км северо-западнее села Новомурапталово и представляет собой естественный выход солёных вод на поверхность (табл. 1). При выходе на поверхность родники образуют небольшое озеро диаметром около 20 м и глубиной 1 м,

образовавшееся в результате длительной добычи местным населением лечебных грязей и воды для самолечения.

Территория, прилегающая к источнику, объявлена гидрологическим памятником природы регионального значения постановлением Совета Министров Башкирской АССР от 17 августа 1965 года № 465 «Об охране памятников природы Башкирской АССР» общей площадью 6,0 га. Памятник имеет научное, практическое и рекреационное значение. Режим охраны установлен Положением о памятниках природы в Республике Башкортостан от 26 февраля 1999 года № 48. В связи с особенностями охраняемого объекта выделена охранный зона, где запрещены следующие виды деятельности и природопользования:

- выпас скота;
- строительство плотин на ручье Казлаир;
- любое загрязнение;
- добыча строительных материалов;
- бурение;
- любые другие виды хозяйствования, которые могут привести к уничтожению источника или его загрязнению (Мулдашев, 2010).

Таблица 1

Характеристика Якутовского минерального источника

Показатель	Характеристика
Местоположение	Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, Куургазинский район
Геологический тип	Гидрологический
Общая площадь	6,0 га
Дата создания	17.08.1965
Значение	Региональное
Текущий статус	Действующий
Категория	Памятник природы
Нормативно-правовая основа функционирования геологического объекта	Постановление правительства Республики Башкортостан от 07.12.2018 № 597
Обоснование создания ООПТ и её значимость	Источник сохраняет высокую минерализацию, что представляет довольно редкое явление природы. Памятник имеет научное, практическое и рекреационное значение

Соляной источник состоит из нескольких родников, вытекающих из подошвы левого склона долины ручья Казлаир (Нестеренко, Нестеренко, 2016). Вода сильно минерализована, имеет слабый запах сероводорода.

Морфометрические характеристики родника. Источник точечный, нисходящий, постоянно действующий, вода из родника вытекает спокойно, изливаясь под действием силы тяжести. Течение слабое – около 0,01 м/с. Объем поступающих на дневную поверхность подземных вод (дебит) составляет 0,5 л/с. Для исследуемого родника характерны сезонные колебания дебита в течение года. Наименьшие значения дебита наблюдаются в осенне-зимний период – с ноября по март. С апреля регистрируется увеличение объема родниковой воды, что связано с активной инфильтрацией во время снеготаяния.

Согласно общепринятой классификации источник относится к родникам типа реокрен (Тунакова и др., 2014). На территории, прилегающей к роднику, имеются заросли тростника обыкновенного. Источник образует небольшой ручей, впадающий в озеро Якут. В настоящее время окрестности родника благоустроены. Колодец на роднике оборудован железобетонным

кольцом глубиной 1,2 м. Обрастания и ил в колодце отсутствуют в связи с регулярной очисткой.

Отбор проб воды производили в ходе полевых работ в летний и осенний периоды 2019–2020 годов. Это время наиболее интенсивного использования данной территории населением. Зимой и весной, в период распутицы, добраться до родника практически невозможно.

Пробы воды оценивали по органолептическим, гидрохимическим, токсикологическим и микробиологическим показателям.

Отбор проб воды для химического анализа, их хранение, транспортировку и подготовку к исследованиям проводили в соответствии с ГОСТ 31861-2012.

По органолептическим показателям оценивали запах, цветность и мутность воды.

По гидрохимическим показателям оценивали водородный показатель, общую минерализацию (по величине сухого остатка), общую жёсткость, нитриты, нитраты, ионы аммония, фосфаты, сульфаты, хлориды, гидрокарбонаты, ионы кальция, магния, натрия, калия и содержание тяжёлых металлов (цинк, свинец, медь, железо, марганец, кадмий, хром). Анализ проб по гидрохимическим показателям родниковой воды осуществляли по стандартным методикам на базе аккредитованной лаборатории города Оренбурга ФГБУ Государственный центр агрохимической службы «Оренбургский».

Отбор и обработку проб для микробиологического анализа проводили согласно ГОСТ 18963-73. Учитывалась численность общих колиформных и термотолерантных бактерий, а также общее микробное число.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведённых исследований выявлено, что по органолептическим показателям минеральная вода из родника представляет собой бесцветную прозрачную жидкость без посторонних включений со слабым запахом сероводорода. Мутность воды превышает установленные нормы в 1,3–1,4 раза и составляет 2,66–2,84 мг/л (табл. 2).

Таблица 2

Органолептические показатели воды Якутовского минерального источника

Показатель	Значение показателя в разные сезоны года		Норматив по СанПиН 2.1.4.1175-02
	лето	осень	
Запах, баллы	1	1	не более 2–3
Цветность, град.	8,78	6,95	не более 30
Мутность (по коалину), мг/л	2,66	2,84	в пределах 1,5–2,0

Значения водородного показателя родниковой воды за весь период наблюдений составили от 7,62 до 7,97, что позволяет отнести их к категории слабощелочных. Температура в течение года колеблется незначительно: от +3,7 до +5,5 °С и характеризуется как холодная (табл. 3).

Отмечены колебания минерализации исследуемой воды в течение года в диапазоне от 14,2 до 15,5 г/дм³, что превышает установленные нормы СанПиН 2.1.4.1175-02 порядка 10 раз (табл. 3). Практически неизменные показатели минерализации родниковой воды в течение года объясняются территориальными и климатическими особенностями. Родники питаются соленосными отложениями морского происхождения кунгурского яруса пермской системы. Территория Куюргазинского района относится к зоне умеренно теплого полусухого климата в связи с чем, вышележащие горизонты маловодны. Совокупность вышеперечисленных факторов способствует поддержанию высоких показателей минерализации в исследуемой воде в течение всего года, что представляет довольно редкое явление природы (Мулдашев, 2010).

Таблица 3

Некоторые показатели качества воды Якутовского минерального источника

Показатель	Значение показателя в разные сезоны года		Норматив по СанПиН 2.1.4.1175-02
	лето	осень	
Общая минерализация, г/дм ³	15,5	14,2	в пределах 1,0–1,5
Общая жёсткость, мг-экв/дм ³	8,7	9,0	7,0–10,0
pH	7,97	7,62	6,0–9,0
Температура, °С	5,5	3,7	–

Водоёмы с повышенной минерализацией принято делить согласно Венецианской классификации на пресные (до 0,5 г/дм³), миксогалинные или солоноватые (0,5–30 г/дм³), эугалинные или морские (30–40 г/дм³), гипергалинные или пересоленные (более 40 г/дм³) (Алекин, 1970). Опираясь на данную классификацию, исследуемые нами воды во все сезоны можно отнести к солоноватым.

Значения общей жёсткости родниковой воды Якутовского солёного источника, согласно СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников», позволяет отнести её к группе вод средней жёсткости и составляет 8,7–9,0 мг-экв/дм³ (табл. 3).

В результате гидрохимических исследований были получены данные, которые позволили сделать вывод, что химический состав исследуемых вод практически не меняется в зависимости от сезона. Усреднённые результаты полученных значений представлены в таблице 4.

Таблица 4

Гидрохимические показатели качества вод Якутовского минерального источника

Показатель	Значение показателя, мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³
Кальций	92,18	–
Магний	84,37	–
Натрий	6490,10	–
Калий	64,34	–
Хлорид-ион	7810,50	не более 350
Сульфат-анион	706,10	не более 500
Гидрокарбонат-ион	317,30	–
Фосфат-ион	1200	3,5
Нитрат-анион	10000	не более 45
Нитрит-анион	менее 0,02	3,0
Аммоний ион	0,25	2,0

Из представленных данных видно, что максимальные концентрации наблюдаются по нитрат-анионам, хлорид-ионам и натрию. Согласно классификации, О. А. Алекина (1970) по соотношению главных ионов воду из Якутовского солёного источника можно отнести к хлоридно-натриевой группе. Также высоко содержание фосфат-ионов, превышение ПДК по ним составляет 342 раза. По нитрат-анионам, хлорид-ионом и сульфат-анионам нормативный показатель в исследуемой воде превышен в 222, 22,3 и 1,4 раза соответственно.

Высокая концентрация фосфатов и нитратов, по всей видимости, связана с фильтрацией и смывом талых и дождевых вод с сельскохозяйственных угодий расположенных в непосредственной близости с родником (Биоиндикация экологического..., 2007).

При исследовании токсикологических показателей качества воды было установлено лишь небольшое превышение ПДК по марганцу (1,19 раз), содержание в воде металлов

I класса опасности, таких как цинк, свинец и кадмий находится в пределах нормы, что говорит о ее не токсичности (табл. 5).

Таблица 5

Токсикологические показатели качества родниковой воды

Показатель	Значение показателя, мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³
Цинк	0,003	5,0
Свинец	0,010	0,03
Медь	0,005	1,0
Железо	0,019	0,3
Кадмий	менее 0,001	0,001
Марганец	0,119	0,1
Хром	0,023	–

Микробиологические исследования воды из родника проводили в летний и осенний сезоны года. По их результатам отмечено отсутствие общих колиформных и термотолерантных бактерий за весь период исследования (табл. 6). В летний и осенний сезоны в пробах наблюдалось превышение показателей общего микробного числа в 154 и 2,1 раза соответственно. По всей видимости, высокая рекреационная нагрузка в летний период и отсутствие соответствующих санитарно-гигиенических условий на территории, приводят к столь высоким показателям по микробному загрязнению воды (Шайхутдинова, Гоголева, 2019).

Таблица 6

Микробиологические показатели качества воды Якутовского минерального источника

Показатель	Сезон		Норма согласно СанПиН 2.1.4.1175-02
	лето	осень	
Общие колиформные бактерии КОЕ/100мл	0	0	отсутствие
Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100мл	0	0	отсутствие
Общее микробное число, КОЕ/1мл	1540	210	100

Значения интегрального показателя в летний и осенний сезоны составили 2,77 и 2,96, что позволяет отнести родниковую воду к III классу качества.

Таблица 7

Результаты исследования Якутовского минерального источника

Показатель	Значения показателя в разные сезоны года	
	лето	осень
Индекс пригодности воды	2,77	2,96
Класс качества	III	
Характеристика степени загрязнения	Умеренно-загрязнённые	
Пригодность	Пригодна со стандартной очисткой	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые в 2019–2020 годах исследования минеральной воды из Якутовского соленого источника по органолептическим и гидрохимическим показателям позволяют отнести ее к группе вод средней жёсткости с высоким содержанием хлоридов и сульфатов. Минерализация родниковой воды колеблется в течение года от 14,2 до 15,5 г/дм³ и её можно классифицировать как солоноватую.

Микробиологическое исследование источника показало, что в летний и осенний периоды в родниковой воде отмечалась высокая бактериологическая загрязнённость, что повышает вероятность присутствия патогенных бактерий. Вода такого качества не может напрямую использоваться для питьевых нужд и, тем более, в лечебных целях.

По интегральному показателю качества родниковая вода характеризуется как «умеренно-загрязнённая».

Исследуемая вода не соответствует существующим требованиям по ряду показателей для вод питьевого назначения из нецентрализованных источников и невозможно гарантировать её безопасное использование без дополнительной очистки.

Список литературы

- Алекин О. А. Основы гидрохимии. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / [Ред. чл.-корр. РАН О. В. Бухарин и чл.-корр. РАН Г. С. Розенберг]. – Москва: Наука, 2007. – 403 с.
Нестеренко Ю. М., Нестеренко М. Ю. Природные воды Южного Урала: формирование и использование. – Екатеринбург: УрО РАН, 2016. – 244 с.
Петрищев В. П. Солянокупольный ландшафтогенез: морфоструктурные особенности геосистем и последствия их техногенной трансформации. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 310 с.
Мулдашев А. А. Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. – Уфа: Издательский центр «МедиаПринт», 2010. – 414 с.
Тунакова Ю. А., Желовицкая А. В., Шагидуллина Р. А., Иванов Д. В. Экологический мониторинг. – Казань: Изд-во «Отечество», 2014. – 152 с.
Шайхутдинова А. А., Гоголева О. А. Эколого-микробиологическая оценка пригодности минерализованной родниковой воды для питьевых целей // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2019. – № 4. – 11 с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2019-4/Articles/AASh-2019-4.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2019-14018.

Shayhutdinova A. A., Garitskaya M. U. Ecological and microbiological assessment of suitability of water from the Yakut Salt Spring for drinking purposes // Ekosistemy. 2021. Iss. 27. P. 52–57.

The results of the analysis of water from the Yakut salt spring (Kuyurgazinsky district, Republic of Bashkortostan) by organoleptic, hydrochemical, toxicological and microbiological parameters are presented. The article gives analyses of the dynamics of water quality for the summer and autumn seasons of 2019–2020. As a result of the research, it was found that the turbidity and mineralization of the water exceeds the established norms of sanitary rules and regulations. The water temperature fluctuates slightly throughout the year and can be characterized as cold one. All year round the studied waters can be classified as brackish of moderate hardness. According to the ratio of the main ions, the water from the Yakut salt spring can be attributed to the sodium chloride group. Toxicological studies prove that water is non-toxic. The highest microbiological contamination is observed in summer period due to high recreational load. According to a number of indicators spring water does not meet the standards for drinking water from non-centralized sources, therefore, it is impossible to guarantee its safety.

Key words: Yakut salty spring, Republic of Bashkortostan, organoleptic indicators, hydrochemical indicators, toxicological indicators, microbiological studies.

*Поступила в редакцию 20.03.21
Принята к печати 15.05.21*