

МИКРОФЛОРА ПРИРОДНЫХ ВОД ИСТОЧНИКОВ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Н.Г. Наливайко, А.А. Хващевская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,
E-mail: unpc_voda@mail.ru*

Аннотация. Изучен микробиологический состав источников нецентрализованного водоснабжения г. Томска. Выявлено большое разнообразие и численность различных групп микроорганизмов, отрицательно влияющих на качество воды. Показана опасность использования природных вод источников нецентрализованного водоснабжения в питьевых целях без процедуры водоподготовки.

Abstract. The microbiological composition of the decentralized water supply sources of Tomsk city is investigated. There is revealed the large diversity and significant count of different microorganism groups that adversely affect a water quality. It is demonstrated the hazard of using of decentralized water supply sources for drinking without treatment.

Использование природных вод в питьевых целях является одним из основных направлений водопользования. Качество питьевых вод определяется как их химическим, так и микробиологическим составом. Питьевая вода источников централизованного водоснабжения, соответствующая нормам санитарно-гигиенических требований [5], безопасна в эпидемиологическом отношении и безвредна по химическому составу, что достигается в процессе ее водоподготовки. В то же время, по разным причинам, наблюдается тенденция использования воды из различных нецентрализованных источников: родников, колодцев, скважин ручного бурения, ручьев и даже озер. При этом качество используемой воды из этих источников оценивается населением самостоятельно визуально или по вкусовым ощущениям.

Цель данной работы – характеристика микробиологического состава природных вод источников нецентрализованного водоснабжения, используемых в питьевых целях на территории г. Томска, как критерия их качества и безопасности.

Объектом исследований являются родники, колодцы и неглубокие частные скважины, расположенные на территории города и используемые населением для целей водоснабжения. Комплекс микробиологических показателей включал физиологические группы, индикаторные на микробное и химическое загрязнение, а также на способность воды к самоочищению. Одновременно проводилось изучение химического состава этих вод как фактора среды обитания микробов.

По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниевого либо магниево-кальциевого, нейтральные или слабо щелочные, пресные, умеренно жесткие. Встречаются также источники водоснабжения, имеющие хлоридно-гидрокарбонатный и хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный анионный состав. Кроме того наблюдается значительный разброс значений величины минерализации (от 0,26 г до 1,45 г), рН (от 5 до 8) и жесткости (от 3,6 до 11,5 мг-экв/л) исследуемых вод. В химическом составе изученных вод присутствуют компоненты, содержание которых нередко достигает или превышает предельно допустимые для питьевых вод нормы, к которым относятся органическое вещество, азотистые соединения и хлорид-ион. Наличие в воде источников водоснабжения загрязняющих компонентов зависит от степени их изолированности от дневной поверхности и характера антропогенной нагрузки на территории их расположения [1].

Микрофлора воды изученных источников нецентрализованного водоснабжения городской территории характеризуется большим разнообразием физиологических групп, осуществляющих в аэробных и анаэробных условиях деструкцию минеральных и органических веществ, и тем самым определяющих качество воды. Количественная характеристика выявленных групп представлена в таблице. Их биогеохимические характеристики и характер взаимодействия с компонентами окружающей среды детально представлены в предыдущих работах авторов [3].

Таблица

Количество микроорганизмов в водах источников нецентрализованного водоснабжения г. Томска

Физиологические группы бактерий	Количество микроорганизмов (в кл/мл*)		
	Родники	Колодцы	Скважины
Мезофильные сапрофиты	<u>30-690/70</u>	<u>30-240/100</u>	<u>20-280/50</u>
Психрофильные сапрофиты	<u>30-43000/2830</u>	<u>60-6300/1670</u>	<u>30-1470/590</u>
Олиготрофы	<u>30-74100/8100</u>	<u>390-48050/5820</u>	<u>3200-920000/13500</u>
Нефтеокисляющие	<u>30-57200/1900</u>	<u>30-1620/560</u>	<u>20-4200/730</u>
Денитрифицирующие	<u>10-10000/1000</u>	<u>10-10000/1000</u>	<u>10-10000/1000</u>
Аммонифицирующие	<u>10-3200/790</u>	<u>1020-26470/4540</u>	<u>10-350/120</u>
Нитрифицирующие	<u>10-1000/100</u>	<u>10-1000/100</u>	<u>10-100/10</u>
Уробактерии	<u>30-5800/450</u>	<u>30-2340/730</u>	0
Сульфатредуцирующие	<u>10-10000/1000</u>	<u>30-1000/100</u>	0
Целлюлозоразрушающие аэробные	<u>0-100/10</u>	<u>10-1000/100</u>	0
Целлюлозоразрушающие анаэробные	<u>0-100/10</u>	<u>10-1000/100</u>	0

Примечание: значения в таблице приведены в виде минимум-максимум/среднее;

*-кл/мл (клеток на 1 мл воды).

Постоянно присутствуют в водах всех изученных источников олиготрофы и психрофильные сапрофиты. Количество сапрофитов характеризует степень загрязненности природной экосистемы и микробами, и органическим веществом. Согласно [2] в чистой воде количество психрофильных сапрофитов не должно превышать 100 кл/мл, и быть меньше, чем количество в ней олиготрофов [4].

В изученных водах количество психрофильных сапрофитов колеблется от 30 до 43000 кл/мл воды и контрастно уменьшается в ряду родники, колодцы, скважины. Особенно много их наблюдалось в воде из источников, расположенных в старых районах города, застроенных частными домами без централизованного водоснабжения и канализации. Олиготрофы практически везде преобладали численно над психрофильными сапрофитами, что является показателем способности к самоочищению воды всех изученных источников, за исключением единичных случаев.

Многочисленны во всех источниках бактерии, связанные с метаболизмом азотсодержащих органических веществ. Они представлены аммонифицирующими, нитрифицирующими, денитрифицирующими и уробактериями.

Аммонифицирующие микроорганизмы в качестве источника углерода и энергии используют широкий круг органических веществ и особенно белки. Продуктами их

метаболизма этих веществ является в основном аммиак [4]. Количество этих бактерий в незагрязненной воде, согласно [4] составляет первые сотни кл/мл или 3 – 5 % от общего числа микробов, а в загрязненной - несколько тысяч кл/мл. В воде 70 % изученных источников содержание микробов данной группы колеблется от нескольких десятков до десятков тысяч кл/мл, что указывает на загрязненность ими воды, связанную с присутствием в ней аллохтонного (антропогенного) органического вещества. Значительное количество этих бактерий, достигающее 26470 кл/мл, выявлено в водах колодцев и существенно снижается в водах родников (в 7 раз) и скважин (в 30 раз). При этом максимальное их количество (несколько миллионов кл/мл) отмечено на территории города в роднике, загрязненном стоками канализации.

Денитрифицирующие бактерии осуществляют разложение органических веществ в анаэробных условиях, используя для этого нитраты в качестве источника кислорода. Основным конечным продуктом разложения является аммиак. Они обнаружены в 75 % изученных источников воды в количестве от 1000 до 10000 кл/мл с преобладанием численности и встречаемости в колодцах.

Уробактерии осуществляют деструкцию карбамидов, мочевую кислоту и ее соли, которые служат для них источником углерода и азота. Конечным продуктом деструкции является аммиак. Как правило, эти бактерии встречаются в местах, загрязненных канализационными и хозяйственно-бытовыми стоками. При выполнении данных исследований уробактерии были обнаружены в 30 % родников и 46% колодцев, воды которых загрязнены канализационными стоками и отсутствовали в воде скважин.

Нитрифицирующие бактерии, жизнедеятельность которых связана с удалением аммиака из окружающей среды, в результате окисления его до нитритов и нитратов, были обнаружены в воде всего 20 % изученных родников, почти во всех колодцах и единично – в воде скважин. Причем, численно они существенно уступали микробам, продуцирующим аммиак. Относительно высоким содержанием этих бактерий отличались родники в старых районах города, где имеется скученность жилых построек и наличие мощного слоя антропогенного грунта способствующего обогащению атмосферного воздуха углекислотой и аммиаком.

В воде 40 % родников и 10 % колодцев и скважин были выявлено присутствие активных форм нефтеокисляющих бактерий. В процессе своей жизнедеятельности при благоприятных условиях среды обитания эти бактерии могут разрушать нефть до углекислого газа и воды. Большое количество этих бактерий обнаруживалось в тех родниках, где существовала возможность загрязнения вод нефтепродуктами как в областях питания и транзита, так и в местах их разгрузки и составляло здесь более 70 % от общего количества микробов. По имеющимся данным [4], в природных водах, не загрязненных нефтью, эти бактерии численно составляют 1 – 4 % от общего количества микробов. Это позволяет сделать предположение о существующем загрязнении нефтью этих родников, что подтверждается химическим анализом, который выявил наличие от 0,68 до 1,3 мг/л (при норме ПДК для питьевых вод 0,3 мг/л).

В водах 50 % изученных родников и почти всех колодцев и обнаружены сульфатвосстанавливающие бактерии, деятельность которых связана с выделением в окружающую среду сероводорода, что отрицательно сказывается на органолептических свойствах воды. При этом в водах скважин сульфатвосстанавливающие бактерии отсутствовали.

Целлюлозоразрушающие бактерии, как аэробные, так и анаэробные, были обнаружены в родниках с деревянным каптажным устройством и во всех колодцах. В летнее время благодаря локальному прогреву деревянных поверхностей каптажа количество данных бактерий возрастало до нескольких тысяч кл/мл воды. Присутствие

этих бактерий указывает на загрязнение воды почвой, а продукты жизнедеятельности могут провоцировать в среде обитания размножение денитрифицирующих, сульфатредуцирующих и метанобразующих микроорганизмов [4].

Мезофильные сапрофиты, являющиеся показателем наличия в водах условно патогенной микрофлоры, выявлены в водах всех источников, нередко в количествах превышающих норматив (50 кл/мл) [5] указывая на то, что воды этих источников не безопасны для питьевого использования.

Оценка безопасности источников водоснабжения по количеству психрофильных сапрофитов, в соответствии с классификацией [2] показала, что воды 46 % родников являются загрязненными, а 30 % очень грязными. Вода 50 % колодцев являются умеренно загрязненной и 30 % – загрязненной. Воды большинства изученных неглубоких скважин по количеству психрофильных сапрофитов являются загрязненными.

В целом, проведенные исследования показали наличие бактериального загрязнения, как по численности, так и разнообразию физиологических групп в водах всех изученных источников. По общей численности бактерий первенство занимают воды родников, затем идут колодцы, наименьшая численность микробов установлена в водах скважин. Состав бактериоценозов показывает почти повсеместное загрязнение вод изученных источников органическими веществами, соединениями серы и азота. Источником загрязняющих веществ являются продукты антропогенной деятельности, которые подвергаясь микробным превращениям, вызывают вторичное загрязнение воды как химического, так и микробиологического характера, что отражается на органолептических свойствах воды.

Таким образом, проведенные исследования показали, что природные воды всех изученных источников нецентрализованного питьевого водоснабжения содержат большое количество и разнообразие микроорганизмов, что свидетельствует о высокой степени бактериального загрязнения вод, в том числе аллохтонной микрофлорой источником которой являются метаболические выделения человека и животных. Выявленные особенности микробиологического состава этих вод указывают на опасность их использования в питьевых целях без процедуры водоподготовки.

Литература

1. Дутова Е.М. Наливайко Н.Г. Особенности химического и микробиологического состава подземных вод территории города Томска // Известия вузов. Геология и разведка. - 2011 - №. 5 - С. 56-61
2. Корш Л.Е., Артемьева Т.З. Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды. - М.: Медицина, 1978; 272 с.
3. Наливайко Н.Г., Кузеванов К.И., Копылова Ю.Г. Атлас бактериальных пейзажей родников г. Томска. – Томск: SST, 2002 – 52 с.
4. Романенко В.И. Микробиологические показатели качества воды. //Водные ресурсы. – 1979. - №6. – С. 138-153.
5. СанПиН 2.1.4.1074-02 Вода питьевая.
6. Хвощевская А.А. Наливайко Н.Г. Железобактерии питьевых вод города Томска.- Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии [Текст]: Труды Всероссийской научной конференции с международным участием: в 2 т. – Барнаул, 2014.-Т II. С. 192-199.