

Ю. А. Тунакова, О. Г. Чудакова, А. Р. Галимова,
Г. Н. Габдрахманова

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИДИВИНИЛБЕНЗОЛА НА СОДЕРЖАНИЕ АНИОНОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Ключевые слова: питьевая вода, анион, хроматография, полидивинилбензол.

Исследовано содержание различных анионов в питьевой воде в конечной точке потребления. Анионный состав воды определялся хроматографическим методом на ионном жидкостном хроматографе серии «Стайер» в программе «МультиХром» версии 2.04 с использованием колонки, заполненной полидивинилбензолом. Обнаружено, что в зависимости от района города имеется превышение допустимых значений нитрат-ионов и фосфатов.

Keywords: drinking water, anion, chromatography, polydivinylbenzol.

The content of different anions in drinking water the final point of consumption. Anionic composition of water was determined by ion chromatography liquid chromatograph series "Stayer" in the "Multichrom" version 2,04 using a column filled polydivinylbenzolom. Found that depending on the area of the city has exceeded the permissible values of nitrate and phosphate ions.

Введение

В предыдущих публикациях [1,2], нами рассматривалось качество питьевых вод, доходящих до потребителя в г. Казани по катионному составу и давались рекомендации по доочистке питьевых вод. Дальнейшим этапом исследования целесообразно выбрать определение качества питьевых вод, отобранных в конечной точке потребления, в домах и квартирах по анионному составу. Для оценки качества вод необходимо рассмотреть используемые в нормативных документах показатели.

Традиционно для оценки качества воды в водном объекте или в источнике водоснабжения, если речь идет о получении воды для питья, используются физические, химические и санитарно-бактериологические показатели. К физическим показателям качества воды относят температуру, запахи и привкусы, цветность и мутность. Химические показатели характеризуют химический состав воды. Обычно к числу химических показателей относят водородный показатель воды pH, жесткость и щелочность, минерализацию (сухой остаток), а также содержание главных ионов. К санитарно-бактериологическим показателям относят общую бактериальную загрязненность воды и загрязненность ее кишечной палочкой, содержание в воде токсичных и радиоактивных микрокомпонентов. В зависимости от загрязненности водного объекта и назначения воды предъявляются и дополнительные требования к ее качеству.

В природных водах, используемых для бытовых целей, обычно присутствуют анионы и катионы, от которых в основном и зависят вкусовые и санитарно-гигиенические свойства воды. Поэтому природные воды в основном классифицируют по степени минерализации по химическому составу.

В подавляющем большинстве случаев солевой состав природных вод определяется катионами Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ и анионами HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} . Эти ионы называются главными ионами

воды или макрокомпонентами; они определяют химический тип воды. Остальные ионы присутствуют в значительно меньших количествах и называются микрокомпонентами; они не определяют химический тип воды [3].

Классификация природных вод по химическому составу, предложенная О.А. Алекиным, считается наиболее приемлемой для вод, используемых в питьевых и хозяйственно-бытовых целях. В ее основу положены два принципа: преобладающих ионов и соотношения между ними. По преобладающему аниону воды делятся на три класса: гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные. Воды каждого класса делятся, в свою очередь, по преобладающему катиону на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую [4].

Вредные вещества в виде ионов могут оказывать негативное воздействие на организм. Например, фториды (F^-) – химические соединения фтора с другими элементами. Многие фториды гидролизуются водой, причем склонность к гидролизу повышается в ряду от трифторидов до гептафторидов металлов и с уменьшением атомного номера металла одной подгруппы. Все фториды подвергаются пирогидролиту.

Поступает в организм животных и человека преимущественно с питьевой водой, оптимальное содержание фторидов в которой 1–1,5 мг/л. При повышенном поступлении в организм человека развивается флюороз. Высокие концентрации ионов фтора опасны ввиду их способности к ингибированию ряда ферментативных реакций, а также к связыванию важных в биологическом отношении элементов (P, Ca, Mg и др.), нарушающему их баланс в организме. Органические производные фтора обнаружены только в некоторых растениях (например, в южноафриканском *Dichapetalum cymosum*). Основные из них – производные фторуксусной кислоты, токсичные как для других растений, так и для животных.

Повышенное содержание хлоридов объясняется загрязнением водоема сточными

водами некоторых производств. Однако тому причиной может быть и выщелачивание материнской породы содержащей хлоридные соли.

В природе и жизни человека ионы также играют роль, например, хлорид бария (BaCl_2) – применяют как инсектицид кишечного действия; хлорид ртути(II) (HgCl_2) или сулема – сильнейший яд, используют для дезинфекции в медицине; хлорид ртути(I) (Hg_2Cl_2) – применяют в медицине как слабительное.

Нитраты при высоких температурах легко отдают кислород и являются в этих условиях сильными окислителями. Все нитраты металлов хорошо растворимы в воде. Нитраты токсичны, вызывают отек легких, кашель, рвоту, острую сердечно-сосудистую недостаточность и др. При избыточных же количествах в продуктах питания, нитраты под влиянием определенных микроорганизмов в желудке животного или человека превращаются в нитриты. Попадая в кровь нитриты окисляют Fe^{2+} в Fe^{3+} . При этом образуется метгемоглобин, неспособный переносить кислород к тканям и органам, в результате чего может наблюдаться удушье человека и животного. Смертельная доза нитратов для человека 8-15 г, допустимое суточное потребление 5 мг/кг.

Нитриты токсичны, вызывают головную боль, рвоту, угнетают дыхание и т.д. При отравлении NaNO_2 в крови образуется метгемоглобин, повреждаются мембраны эритроцитов. Возможно образование нитрозаминов из NaNO_2 и аминов непосредственно в желудочно-кишечном тракте.

Фосфаты разделяют на ортофосфаты – соли ортофосфорной кислоты H_3PO_4 и фосфаты конденсированные – соли полифосфорных кислот. Летальная доза для человека: 60 мг.

Главным источником сульфатов в поверхностных водах являются процессы химического выветривания и растворения серосодержащих минералов, в основном гипса, а также окисление сульфитов и серы. Повышение содержания сульфатов оказывают физиологическое воздействие на человеческий организм. Сульфаты поступают в организм человека с пищей, водой, респираторным путем. При приеме внутрь они оказывают тормозящее действие на желудочную секрецию. Токсическое действие на детей проявляется при длительном употреблении воды с содержанием сульфатов в концентрации 600-1000 мг/л или 21 мг/кг массы тела.

Токсичность хлоритов примерно такая же, как у хлоратов. Токсичная доза для человека менее 1 г на 1 кг массы, 10 г могут вызывать смерть.

Хлораты – энергичные окислители как в растворе, так и в твердом состоянии. При попадании в организм хлорат действует на кровь – переводит гемоглобин в метгемоглобин и вызывают распад эритроцитов. Токсичная доза для человека менее 1 г на 1 кг массы, 10 г могут вызывать смерть [4,5].

Для анализа всех перечисленных реагентов хроматографическим методом подходит не любой материал в колонке. Многие сорбенты обладают

селективностью, что не дает точного результата определения всех ионов находящихся в питьевой воде.

Учитывая, факт, что колонка является расходным материалом, предлагается заменить сорбент на не дорогостоящий и легко регенируемый полимер полидивинилбензол. Известно, что полидивинилбензол не растворим в воде, тем самым не смешивается с анализируемым образцом. Дополнительным преимуществом полимера полидивинилбензол является возможность его использования, как для определения анионов так и для определения катионов. Не полярность полимера дает возможность использовать для анализа вод, в которых присутствует незначительная часть органических соединений.

Был произведен отбор проб питьевых вод, доходящих до потребителя в одном временном промежутке по различным районам города. Анализы проб проводились на ионном жидкостном хроматографе серии «Стайер» в программе «МультиХром» версии 2,04.

Проведенный нами анализ питьевых вод, отобранных в Приволжском районе, на предлагаемом полимере показывает при исследовании хроматограмм (пример хроматограммы приведен на рис.1) превышение концентрации анионов нитратов в 1,25 раза по сравнению с величиной ПДК. Содержание других анионов не превышает нормативные значения, согласно [3]. При хлорировании воды появляются анионы хлоритов и хлоратов, негативно влияющие на организм.

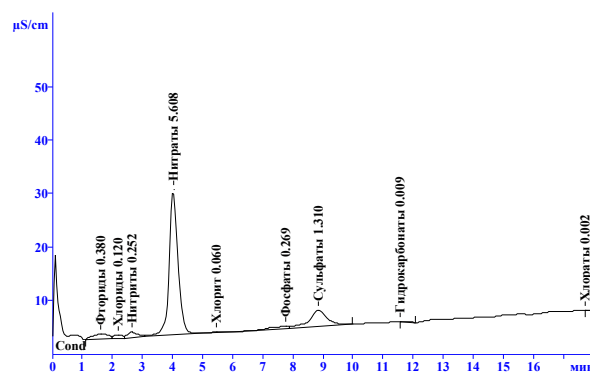


Рис. 1 - Пример хроматограммы питьевых вод, отобранных в Приволжском районе г. Казани

Анализ полученных хроматограмм (пример на рис. 2) для оценки качества питьевых вод в Московском районе г. Казани показывает, что наблюдаются уширенные синглеты, что свидетельствует об усиленной минерализации воды. Однако превышения концентрации анионов нормативных значений СанПин 2.1.4.1074-01 не наблюдается.

Хроматографическое определение качества питьевых вод, отобранных в Кировском районе показывает некоторое расхождение в содержании анионов, так, хроматограмма, приведенная на рис 3 свидетельствует о превышении содержания анионов бромидов и нитратов (уширенная синглет),

превышающая нормативные значения более чем в 1,2 раза. На рис. 4 показано превышение только нитрат-ионов. Содержание других анионов в пределах нормы.

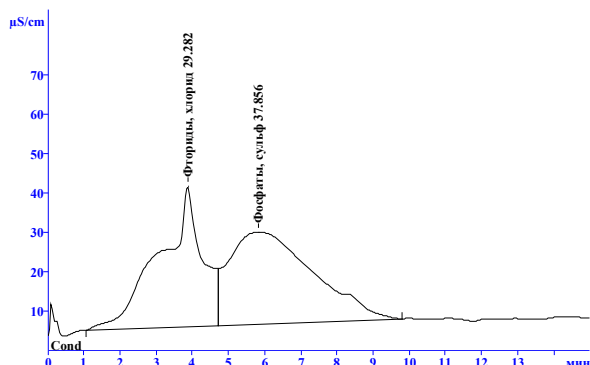


Рис. 2 - Пример хроматограммы питьевых вод, отобранных в Московском районе г. Казани

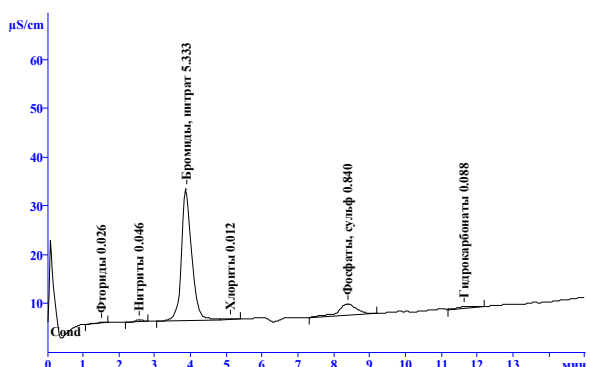


Рис. 3 - Пример 1 хроматограммы питьевых вод, отобранных в Кировском районе г. Казани

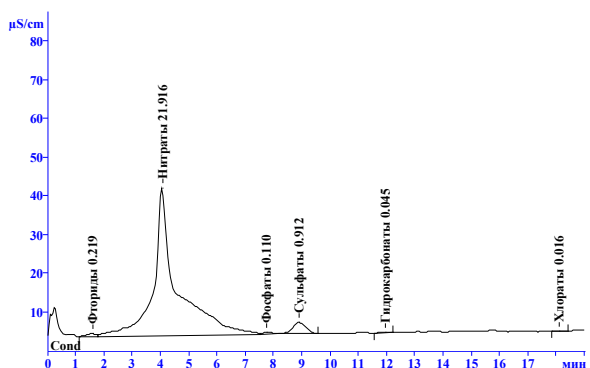


Рис. 4 - Пример 2 хроматограммы питьевых вод, отобранных в Кировском районе г. Казани

Результаты хроматографического определения качества питьевых вод Ново-Савиновского района показывают, что содержание анионов соответствует требованиям СанПин, однако наблюдаются уширенные синглеты, которые свидетельствуют о высокой минерализации воды.

Таким образом, показано, что питьевая вода, доходящая до потребителей, требует дальнейшего более углубленного изучения, результаты которого будут приведены в последующих публикациях.

Литература

1. Тунакова Ю.А., Галимова А.Р., Шмакова Ю.А., Вестник Казанского технологического университета Т.15, № 19, 2012, С.76-80.
2. Тунакова Ю.А., Галимова А.Р., Шмакова Ю.А., Вестник Казанского технологического университета Т.15, № 19, 2012, С.83-87.
3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества".
4. Пикулева Я.Н., Валиева И.Р., Германова Т.В.// Успехи современного. Пенза, 2012, № 6, С.45-46.
5. Беспалова Е.В. Вода: химия и экология, Москва, 2012, № 8, С.45-46.

© Ю. А. Тунакова – д-р хим. наук, проф. каф. технологии полимерных материалов КНИТУ, juliaprof@mail.ru;
О. Г. Чудакова – ст. препод. каф. общей химии и экологии КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ, galimovaalina585@rambler.ru;
А. Р. Галимова – асс. той же кафедры; Г. Н. Габдрахманова – студ. КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ.