

Е.И. ПОТЕНКО, Н.И. ЖУКОВА, О.Д. АРЕФЬЕВА

Фенольные соединения в поверхностных и питьевых водах Приморского края

Показано, что во всех проанализированных водных объектах Приморского края наблюдается превышение ПДК по фенолам, которое составляет 0,001 мг/дм³. Это свидетельствует о загрязнении питьевых и поверхностных вод фенольными соединениями.

Ключевые слова: фенолы, поверхностные воды, питьевые воды, Приморский край.

Phenolic compounds in surface and drinking water of Primorsky Krai. E.I. POTENKO, N.I. ZHUKOVA (Far Eastern Federal University, Vladivostok), O.D. AREFIEVA (Far Eastern Federal University, Vladivostok, Institute of Chemistry, FEB RAS, Vladivostok).

Our study showed that in all analyzed objects in Primorsky Krai the excess of MPC for phenols, which is 0.001 mg/dm³ is observed, which indicates the phenolic compounds contamination of surface and drinking water.

Key words: phenols, surface water, drinking water, Primorsky Krai.

Введение

Фенолы входят в разработанный странами ООН перечень приоритетных веществ, загрязняющих биосферу. Сброс фенольных вод в водоемы и водотоки резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая влияние на живые организмы не только своей токсичностью, но и значительным изменением режима биогенных элементов и растворенных газов (кислорода, углекислого газа) [1].

Обычно фенолы в естественных условиях образуются в процессах метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и трансформации органических веществ, протекающих как в водной толще, так и в донных отложениях. Фенольные соединения живых растительных тканей можно считать потенциально токсичными веществами, способными ингибировать рост патогенных грибов или уменьшать скорость размножения вирусов [4].

Фенолы образуются при разложении практически всех органических соединений и являются своеобразными «маркерами» вторичного загрязнения водоемов [7].

Хлорирование воды, содержащей фенолы, приводит к образованию устойчивых соединений хлорфенолов, малейшие следы которых (0,1 мкг/дм³) придают воде характерный привкус и запах [8].

Попадание фенола внутрь организма с питьевой водой вызывает язвенную болезнь, атрофию мышц, нарушение координации движений, кровотечения. Кроме этого, ученые

ПОТЕНКО Елена Ивановна – кандидат биологических наук, доцент, *ЖУКОВА Нина Ивановна – кандидат биологических наук, доцент (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток), АРЕФЬЕВА Ольга Дмитриевна – кандидат педагогических наук, доцент (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток; Институт химии ДВО РАН, Владивосток). *E-mail: zhukova-45@mail.ru

установили, что именно фенол является причиной возникновения раковых заболеваний, способствует развитию сердечной недостаточности и бесплодия [3]. В то же время сведения о содержании фенолов в поверхностных водах Приморского края в открытой печати практически отсутствуют.

Цель данной работы – определение содержания фенолов в поверхностных и питьевых водах, отобранных в некоторых районах Приморского края.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования поверхностных вод были выбраны следующие реки Приморского края: Раковка (в месте смешения стока ЗАО «Уссурийский масложиркомбинат “Приморская соя”» и речной воды; в месте слияния рек Комаровка и Раковка; г. Уссурийск, район парка «Зеленый остров»), Комаровка и Раздольная (г. Уссурийск), Дачная (г. Арсеньев), Арсеньевка и Сысоевка (с. Новосысоевка).

Для исследования питьевых вод нами отобраны пробы из централизованной системы водоснабжения в городах Уссурийск, Арсеньев и с. Михайловка, а также из колодцев в селах Новосысоевка и Некруглово.

Воду для определения фенолов отбирали в стеклянную емкость объемом 1 л. Сосуды, предназначенные для отбора проб, предварительно ополаскивали не менее 3 раз отбираемой водой и закупоривали стеклянными или пластмассовыми пробками, прокипяченными в дистиллированной воде. Между пробкой и отобранной пробой в сосуде оставляли воздух объемом 5–10 мл. Пробу охлаждали до 2–5 °С и хранили в темном месте [5].

Фенольные соединения в воде определяли фотоколориметрическим методом с 4-аминоантипирином в присутствии гексацианоферрата(III) калия [10].

Летучие фенолы, кроме *p*-крезола и других фенолов, замещенных в *p*-положении, реагируют с 4-аминоантипирином при $\text{pH} = 10$ в присутствии гексацианоферрата(III) калия с образованием красных антипириновых красителей. Согласно данной методике окислители (Cl_2 , NaClO) устраняют добавлением солей Fe^{2+} ; H_2S , CN^- удаляют перегонкой в присутствии CuSO_4 . Введение NH_4Cl в смесь препятствует понижению pH после добавления реактивов.

В загрязненных водах р. Раковка (в месте сброса сточных вод «Уссурийский масложиркомбинат “Приморская соя”» и месте слияния рек Комаровка и Раковка) содержание фенолов определяли до и после их отстаивания в течение 7 дней.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований представлены в табл. 1, 2. Относительно высокое содержание фенолов отмечается в сточных водах промышленных предприятий. Здесь оно может превышать 5–10 мг/дм³ при весьма разнообразных сочетаниях других загрязняющих веществ [4]. Так, в месте сброса сточных вод ЗАО «Уссурийский масложиркомбинат “Приморская соя”» и в районе слияния рек Раковка и Комаровка концентрация фенолов составляет 5,03–5,91 мг/дм³. Повышенное содержание фенолов в этих местах можно объяснить тем, что в р. Комаровка сбрасываются недостаточно очищенные сточные воды картонного комбината (как известно, фенолы являются приоритетными загрязняющими веществами стоков целлюлозно-бумажной промышленности [9]). Загрязненные поверхностные воды подвергли отстаиванию в течение 7 дней. После отстаивания содержание фенолов в воде уменьшилось до 5,03 мг/дм³. Это свидетельствует о том, что в данных водах действительно содержатся летучие фенолы, которые являются нестойкими соединениями, разлагающимися в течение 5–7 дней [11].

Содержание фенолов в поверхностных водах рек Приморского края

| Объект исследования | Концентрация фенолов, мг/дм ³ |
|---|--|
| р. Раковка в месте смешения стока ЗАО «Уссурийский масложиркомбинат “Приморская соя”» и речной воды | |
| Свежая вода | 5,91 ± 0,30 |
| После отстаивания | 5,03 ± 0,20 |
| р. Раковка в месте слияния рек Комаровка и Раковка | 4,33 ± 0,20 |
| р. Раковка в районе парка «Зеленый остров», г. Уссурийск | 0,52 ± 0,02 |
| р. Комаровка | 0,54 ± 0,02 |
| р. Раздольная | 0,52 ± 0,02 |
| р. Дачная | 0,74 ± 0,03 |
| р. Арсеньевка | 0,57 ± 0,02 |
| р. Сысоевка | 0,59 ± 0,02 |

На остальных обследованных реках Приморского края концентрация фенолов значительно ниже, но превышает ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения¹ в 520–740 раз. Загрязнение вод фенолами может происходить не только за счет сточных вод, но и в результате разложения органических веществ, содержащих бензольные ядра. Как видно из схемы (см. рисунок), практически все органические вещества при разложении образуют фенолы [8].



Фенолы – «маркеры» вторичного загрязнения [8]

Концентрация фенолов в поверхностных водах подвержена сезонным изменениям. Особенно высокое содержание фенолов наблюдается в весенний паводковый период, когда идет вымывание из донных грунтов. В летний период содержание фенолов падает, поскольку с ростом температуры увеличивается скорость их распада [7].

В питьевых водах содержание фенолов значительно ниже, чем в поверхностных, и достигает 1,3–2,9 мкг/дм³ (табл. 2), но также превышает ПДК для питьевых вод (1 мкг/дм³)².

¹ ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М.: Минздрав России, 2003. 94 с.

² СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Введены 01.01.2002 г. 53 с.

**Содержание фенолов в питьевых водах из централизованных
и нецентрализованных систем водоснабжения Приморского края**

| Объект исследования | Концентрация фенолов, мкг/дм ³ |
|--|---|
| Централизованная система водоснабжения | |
| г. Уссурийск | 1,3 ± 0,1 |
| г. Арсеньев | 1,6 ± 0,1 |
| с. Михайловка | 2,0 ± 0,2 |
| Нецентрализованная система водоснабжения | |
| с. Некруглово | 2,7 ± 0,2 |
| с. Новосысоевка | 2,9 ± 0,2 |

Повышенная концентрация фенолов в пробах, отобранных из систем централизованного водоснабжения, по-видимому, связана с образованием фенольных соединений в стоячих водах водохранилищ [2] и отсутствием очистки от органических веществ в процессе водоподготовки.

В питьевых водах, отобранных из колодцев, количественное содержание фенольных соединений выше, возможно, вследствие разложения органических веществ природного происхождения. Эти соединения не представляют большой опасности по сравнению с теми, что содержатся в питьевых водах, поступающих потребителям централизованно, так как в процессе подготовки воды для бактериальной очистки используется хлорирование, в результате чего могут образовываться хлорфенольные соединения, а они являются канцерогенными веществами.

Таким образом, во всех проанализированных водных объектах наблюдалось превышение ПДК по содержанию фенола, что свидетельствует о загрязнении питьевых и поверхностных вод фенольными соединениями. Поэтому в процессе водоподготовки из питьевых вод необходимо удалять органические соединения, например, при помощи сорбентов, в качестве которых могут выступать активированный уголь либо другие синтетические смолы [6, 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Демин Ю.В., Кварацхели Ю.К., Борисова Л.В. Низкотемпературная спектрофотометрия для быстрого определения фенола в воде. М.: Наука, 2004. 68 с.
2. Ильичёв В.В., Каракин В.П. Оценка остроты экологических проблем Дальневосточного региона. М.: Изд-во МГУ, 2003. 88 с.
3. Костяев В.Я. Биологические факторы разрушения фенола // Антропогенные факторы в жизни водоемов. Л.: Наука, 2000. С. 26–32.
4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 2001. 448 с.
5. Мышак Е.Н., Дмитриенко С.Г., Шаповалова Е.Н., Жигулев А.В., Шпигун О.А., Золотов Ю.А. Концентрирование фенолов на пенополиуретане и их определение с использованием фотометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии // Журн. аналит. химии. 1997. Т. 52, № 10. С. 1036–1042.
6. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина, 2006. 400 с.
7. Половняк В.К., Хайбрахманова Д.Ф. Вода, которую мы пьем // Химия в школе. 2013. № 3. С. 51–54.
8. Разумовский Э.С., Медриш Г.Л., Казарян В.А. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов. М.: Стройиздат, 2003. 173 с.
9. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеоздат, 2005. 443 с.
10. Шебина Н.В. Экологическое состояние водных ресурсов России и его влияние на биоресурсы: проблемы и пути решения // Охрана окружающей среды и природопользование. 2012. № 1. С. 5–7.
11. Яницкий Е.Б., Петина М.А. Региональная модель управления водными ресурсами: подходы к построению, выбору средств хранения и обработки данных, практические результаты // Пробл. региональной экологии. 2012. № 2. С. 42–46.