

УДК 551.493:543.31

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2016

Канцерогенный риск загрязнения мышьяком водных экосистем

В. Н. Башкин,

ФГБУ науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Московская область, г. Пущино

Р. В. Галиулин,**Р. А. Галиулина,**

Институт фундаментальных проблем биологии РАН,
Московская область, г. Пущино

Аннотация

Охарактеризована геоэкология г. Челябинска и проведена оценка загрязнения мышьяком его водных экосистем путем анализа содержания данного вещества методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии в дождевой и поверхностной воде, гидрофите и донных отложениях. Результаты анализа показали, что содержание мышьяка в дождевой и поверхностной воде было хотя и ниже его предельно допустимой концентрации, но одного порядка, что однозначно указывает на значимый вклад атмосферных осадков в загрязнение данным веществом речной и озерной воды. При этом содержание мышьяка возрастало по ходу течения р. Миасс в воде в 1,5 раза, тростнике обыкновенном в 1,3 раза, а в донных отложениях в 2,1 раза, что свидетельствует о возрастании техногенной нагрузки на эту водную экосистему.

Ключевые слова: водные экосистемы, мышьяк, вода, гидрофит, донные отложения, канцерогенный риск.

Содержание

Введение

1. Геоэкология г. Челябинска

2. Оценка загрязнения мышьяком водных экосистем г. Челябинска

Заключение

Литература

Введение

Загрязнение мышьяком водных экосистем может происходить как с промышленными сточными водами, содержащими данное вещество, так и с атмосферными осадками, промывающими воздух, загрязненный выбросами в пирометаллургии и при сжигании угля и нефти, а также просачивающимися через отвалы не утилизируемых отходов, содержащих мышьяк [1]. В этой связи особое значение приобретают исследования загрязнения мышьяком водных экосистем, что важно для оценки риска воздействия данного вещества на человека через питьевую воду, а также воду, используемую для орошения садово-огородных участков и сельскохозяйственных угодий и мигрирующую через такие экологические цепи, как вода — растение — человек, вода — растение (фураж) — домашнее животное — человек и вода — домашнее животное — человек. Эпидемиологически доказана связь между воздействием мышьяка на человека и повышенной его заболеваемостью раком кожи, респираторной, лимфатической и кроветворной систем и желудочно-кишечного тракта. По данным [2, 3], именно мышьяк относится к числу приоритетных веществ, вносящих наибольший

вклад (более 50%) в формирование так называемого суммарного канцерогенного риска для населения различных регионов нашей страны через питьевую воду.

Подобного рода исследования особенно актуальны для городов Челябинской области, где в частности действуют предприятия топливно-энергетического комплекса, работающие на местных и частично привозных углях [4]. В данном регионе к числу наиболее характерных загрязняющих веществ окружающей среды отнесен именно мышьяк, источником которого являются выбросы теплоэнергетических установок, работающих на угле, а также горящие терриконы шахт Челябинского угольного бассейна, в частности в районе г. Копейска (рисунок) [5].

Цель настоящей работы заключалась в характеристике геоэкологии г. Челябинска и оценке загрязнения мышьяком его водных экосистем путем анализа содержания данного вещества в дождевой и поверхностной воде, гидрофите (водном растении) и донных отложениях.

1. Геоэкология г. Челябинска

Челябинск относится к промышленным центрам не только с высокой концентрацией энергетических и металлургических объектов в пределах границ города, но и с высоким уровнем его занятости отвалами техногенных отходов, являющихся источниками интенсивного загрязнения воздуха, вследствие пылеобразования и вторичного переноса аэрозолей, а также поверхностных и подземных вод в результате смыва, фильтрации и выщелачивания мышьяка из отвалов атмосферными осадками [5]. Так, разнос золы ветром с отвалов предприятий топливно-энергетического комплекса может значительно загрязнять окружающую среду содержащимся в золе мышьяком, среднее количество которого в золе углей Челябинского бассейна весьма значительно (106 мг/кг) [4].

Другим источником загрязнения мышьяком водных экосистем являются месторождения золото-мышьяковой формации, залегающие на небольшой глубине в западной части территории Челябинска и мышьяк которой выведен гипергенезом (физико-химическим преобразованием горных пород) на поверхность земли [6]. Периодическое

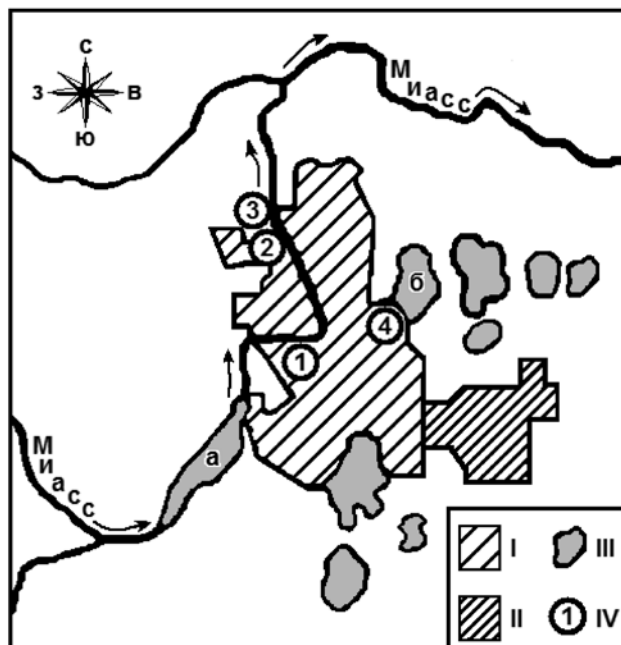


Рисунок. Карта-схема исследуемой территории [5]: I — г. Челябинск; II — г. Копейск; III — водные экосистемы: Шершневское водохранилище (а), оз. Первое (б) и другие озера; IV — места отбора проб дождевой и поверхностной воды, образцов гидрофита и донных отложений в Центральном (1), Металлургическом (2, 3) и Тракторозаводском (4) районах Челябинска

промывание последней атмосферными осадками способствует также загрязнению водных экосистем мышьяком.

Известно, что в состав одной группы водных экосистем Челябинска входит р. Миасс с проточным Шершневским водохранилищем как источником питьевого и промышленного водоснабжения, а участок реки ниже города является приемником сточных вод [5, 7]. Другая группа водных экосистем Челябинска представлена озерами, расположенными в городской черте и подверженными также техногенному загрязнению, так как в некоторые из них поступают сточные воды.

Недавние исследования, проведенные в Челябинске, показали, что основной вклад в суммарный канцерогенный риск для населения вносит мышьяк (81,4%) по сравнению с рядом других химических веществ (18,6%) [8]. Мышьяк является ведущим компонентом при его поступлении в ор-

ганизм человека через питьевую воду и продукты питания растительного и животного происхождения. Следует отметить, что канцерогенный риск мышьяка формируется вследствие так называемого кумулятивного воздействия, то есть длительного потребления питьевой воды или продуктов питания, загрязненных этим веществом в количествах ниже его предельно допустимой концентрации, что приводит к накоплению мышьяка в организме и злокачественным новообразованиям в нем [9].

2. Оценка загрязнения мышьяком водных экосистем г. Челябинска

Исследования проводили на репрезентативных участках территории Челябинска. С этой целью в районе оз. Первое отбирали пробу дождевой воды, а в р. Миасс и оз. Первое отбирали пробы воды с глубины до 20 см, а также образцы надземной биомассы тростника обыкновенного (*Phragmites communis*) и донных отложений из слоя 0—15 см. Пробы дождевой и поверхностной воды подкисляли HNO_3 (осч), выпаривали досуха и остаток растворяли в 2М растворе HNO_3 . В предварительно высушенные и тонко измельченные навески растений и донных отложений добавляли HNO_3 и выдерживали в микроволновой печи MDS-2000 при давлении 160 psi (ед. фунт-силы/дюйм²) в течение 1 часа. Анализ содержания мышьяка в различных компонентах окружающей среды проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре Varian Spectr AA-250 Plus в режиме электротермической атомизации.

Результаты анализа показали, что содержание мышьяка в дождевой и поверхностной воде было хотя и ниже его предельно допустимой концентра-

ции (0,05 мг/л), но одного порядка, что однозначно указывает на значимый вклад атмосферных осадков в загрязнение данным веществом речной и озерной воды (таблица). При этом содержание мышьяка возрастало по ходу течения р. Миасс (от Центрального к Металлургическому району города) в воде в 1,5 раза, тростнике обыкновенном в 1,3 раза, а в донных отложениях в 2,1 раза, что свидетельствует о возрастании техногенной нагрузки на эту водную экосистему. Симптоматично, что согласно [8], наибольший канцерогенный риск при потреблении питьевой воды отмечается именно в Металлургическом районе города.

Заключение

Таким образом, анализ геоэкологии г. Челябинска показал высокую вероятность загрязнения мышьяком его водных экосистем, а следовательно, канцерогенного воздействия данного вещества на человека через питьевую воду, а также речную и озерную воду, используемую для орошения садово-огородных участков и сельскохозяйственных угодий и мигрирующую через экологические цепи вода — растение — человек, вода — растение (фураж) — домашнее животное — человек и вода — домашнее животное — человек. Результаты оценки загрязнения мышьяком водных экосистем свидетельствуют о возрастании на них техногенной нагрузки. Несмотря на обнаружение мышьяка в поверхностной воде ниже его предельно допустимой концентрации, длительное использование такой воды для питьевых целей и орошения в конечном счете может привести к канцерогенному воздействию. Важной профилактической мерой по уменьшению данного риска является очистка питьевой воды от мышьяка, например, с помощью селективных гибридных адсорбентов или других приемлемых способов [10].

Литература

1. Бандман А.Л., Волкова Н.В., Грехова Т.Д. и др. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V—VIII групп. Л.: Химия, 1989. 592 с.
2. Унгурану Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 1. С. 19—24.

Содержание мышьяка в различных компонентах окружающей среды

Таблица

Компоненты	Содержание мышьяка
Дождевая вода	0,001 мг/л
Поверхностная вода	0,004 (0,003—0,006) мг/л
Тростник обыкновенный	1,6 (1,0—2,0) мг/кг
Донные отложения	33,7 (22,7—46,7) мг/кг

3. Безгодов И.В., Ефимова Н.В., Кузьмина М.В. Качество питьевой воды и риск для здоровья населения сельских территорий Иркутской области // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 2. С. 15—19.
4. Грибовский Г.П., Грибовский Ю.Г., Плохих Н.А. Биогеохимические провинции Урала и проблемы техногенеза // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. М.: Наука, 2003. С. 174—187.
5. Кононов А.Н., Нестеренко В.С., Мочалова С.А. О комплексном экологическом мониторинге г. Челябинска // Проблемы экологии Южного Урала. 1998. № 4. С. 8—20.
6. Плохих Н.А. Геохимические аномалии в городах Челябинской области // Проблемы экологии Южного Урала. 1996. № 4. С. 38—42.
7. Шадрина Л.Ф. Мониторинг загрязнения поверхностных вод // ИНФОР. Челябинск: Издательство Татьяны Лурье, 1999. № 3. С. 43—62.
8. Валеуллина Н.Н., Уральшин А.Г., Брылина Н.А., Никифорова Е.В., Бекетов А.Л., Гречко Г.Ш. Опыт многосредовой оценки риска для здоровья с целью обеспечения безопасности населения г. Челябинска // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 2. С. 19—23.
9. Абдурахманов Г.М., Гасангаджиева А.Г., Даудова М.Г., Гаджиев А.А. Эколого-географическая оценка заболеваемости злокачественными новообразованиями детского населения Республики Дагестан // Экология человека. 2015. № 8. С. 16—25.
10. Нойман Ш. Очистка питьевой воды от мышьяка селективными гибридными адсорбентами // Вода: химия и экология. 2010. № 12. С. 18—22.

Сведения об авторах

Башкин Владимир Николаевич: доктор биологических наук, главный научный сотрудник Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФХиБПП РАН)

Число публикаций: более 300

Область научных интересов: биогеохимия и геоэкология

Контактная информация:

Адрес: 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Тел.: +7 (4967) 73-02-81

E-mail: vladimir.bashkin@rambler.ru

Галиулин Рауф Валиевич: доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН)

Число публикаций: 421

Область научных интересов: геоэкология

Контактная информация:

Адрес: 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Тел.: +7 (4967) 33-14-53

E-mail: galiulin-rauf@rambler.ru

Галиуллина Роза Адхамовна: научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН)

Число публикаций: 250

Область научных интересов: геоэкология

Контактная информация:

Адрес: 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Тел.: +7 (4967) 33-14-53

E-mail: rosa_g@rambler.ru