

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ДОШКОЛЬНЫХ образовательных УЧРЕЖДЕНИЙ

Содержание цинка, меди, свинца и кадмия было определено в пробах питьевой воды, отобранных в дошкольных образовательных учреждениях г. Ярославль и Ярославской области. Выявлено, что в летний период в питьевой воде наблюдается увеличение содержания цинка и меди. Среднегодовые и средне-сезонные концентрации изучаемых тяжелых металлов в питьевой воде не превышают установленных норм ПДК.

Введение

Одним из потенциальных путей поступления тяжелых металлов (ТМ) в организм человека является употребление питьевой воды, поскольку ионы металлов – обязательные компоненты природных вод, используемых в качестве источников питьевого водоснабжения [1-3]. Качество питьевой воды определяется многими факторами: природой водоисточника, региональными особенностями грунтовых вод и минералов, эффективностью обеззараживания, степенью антропогенной нагрузки и др. [3, 4]. ТМ обладают высоким уровнем токсичности и являются одними из приоритетных загрязнителей окружающей среды [1, 3], что доказывает важность и актуальность изучения их содержания как в природной, так и в питьевой воде. Ретроспективный анализ многолетней динамики показателей качества питьевой воды по водопроводным станциям г. Ярославль свидетельствует об ухудшении качества питьевой воды, в том числе по физико-химическим показателям [5]. Некачественная питьевая вода в первую очередь представляют опасность для детей, которые в силу морфофункциональной незрелости отличаются повышенной чувствительностью к недостаточному или избыточному поступлению извне химических элементов (как токсичных, так и эссенциальных) [6].

А.В. Еремейшвили*,

кандидат
биологических наук,
доцент,
декан факультета
биологии и экологии,
Ярославский
государственный
университет
им. П.Г. Демидова

А.Л. Фираго,

аспирантка
факультета
биологии и экологии,
Ярославский
государственный
университет
им. П.Г. Демидова



Целью нашего исследования являлось изучение некоторых особенностей содержания микроэлементов ТМ в питьевой воде, отобранной в дошкольных образовательных учреждениях (ДОУ) г. Ярославль и Ярославской области.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлась питьевая вода из разводящей сети централизованного водоснабжения, пробы которой были отобраны в пяти ДОУ г. Ярославль и двух комплексах ДОУ-школа сельской местности Ярославской области (Дмитриевское с.п.). Пробы питьевой воды отбирались во все сезоны года, в период с сентября 2007 г. по март 2010 г.; всего было отобрано и исследовано 165 проб. В течение первого года исследования (сентябрь 2007 – август 2008 гг.) пробы воды отбирались каждый месяц; с сентября 2008 г. – каждые 3 мес. (т.е. один раз в сезон).

* Адрес для корреспонденции: dean@bio.uniyar.ac.ru

Отбор проб питьевой воды и оценку полученных результатов осуществляли согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 [7]. Определение содержания цинка, меди, свинца и кадмия в пробах питьевой воды проводили методом инверсионной вольтамперометрии согласно ГОСТ Р 52180-2003 [8].

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием методов описательной статистики. Для выявления корреляционных связей между изучаемыми признаками использовали коэффициент корреляции Спирмена.

Результаты и их обсуждение

Данные о сезонной динамике содержания изучаемых ТМ в питьевой воде из ДООУ в течение календарного года представлены в *табл. 1*. При рассмотрении динамики содержания цинка в пробах питьевой воды можно было наблюдать четко выраженный пик в летние месяцы (июль – $0,675 \pm 0,237$ мг/дм³; август – $0,532 \pm 0,204$ мг/дм³). Некоторое увеличение содержания цинка в питьевой воде, согласно нашим данным, наблюдается также в ноябре ($0,308 \pm 0,062$ мг/дм³). Максимальный уровень меди в пробах питьевой воды зарегистрирован также в середине лета (июле), он

Ключевые слова:

питьевая вода,
тяжелые металлы,
ПДК

составил $0,1366 \pm 0,0678$ мг/дм³ (*табл. 1*). Содержание ТМ в питьевой воде напрямую связано с их содержанием в природной воде, и, следовательно, зависит от гидрологического режима природных вод [1]. Высокие концентрации цинка и меди в питьевой воде в летние месяцы являются, по-видимому, результатом гидрологических процессов, происходящих в период летней межени, когда уровень воды в водотоках снижается, а концентрация солей ТМ повышается [1].

Содержание свинца в питьевой воде варьирует в течение всего периода исследования в небольшом диапазоне концентраций (от $0,0002$ до $0,0020$ мг/дм³). Некоторое увеличение концентрации свинца в питьевой воде было отмечено в осенне-зимний период (*табл. 1*). Наибольший уровень кадмия в пробах питьевой воды был зарегистрирован в декабре, он составил $0,0005 \pm 0,0002$ мг/дм³. Необходимо отметить, что данный показатель был обусловлен высокой концентрацией кадмия в пробах ДООУ № 7, что, возможно, являлось следствием точечного загрязнения природной воды в месте водозабора в районе, где располагается исследуемое ДООУ.

Проведенный анализ среднегодового содержания исследуемых ТМ в питьевой воде ДООУ не выявил превышение ПДК (*табл. 1*). Однако среднее содержание цинка в летние

Таблица 1

Временная характеристика содержания тяжелых металлов в питьевой воде ($M \pm m$)

| Дата отбора проб | Тяжелые металлы, мг/дм ³ | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Zn | Cu | Pb | Cd |
| Сентябрь | $0,052 \pm 0,016$ | $0,0082 \pm 0,0014$ | $0,0020 \pm 0,0005$ | 0,0000 |
| Октябрь | $0,051 \pm 0,012$ | $0,0044 \pm 0,0003$ | $0,0007 \pm 0,0000$ | $0,0000^1$ |
| Ноябрь | $0,308 \pm 0,062$ | $0,0140 \pm 0,0029$ | $0,0017 \pm 0,0003$ | 0,0000 |
| Декабрь | $0,020 \pm 0,003$ | $0,0095 \pm 0,0018$ | $0,0011 \pm 0,0002$ | $0,0005 \pm 0,0002$ |
| Январь | $0,007 \pm 0,002$ | $0,0038 \pm 0,0003$ | $0,0002 \pm 0,0001$ | $0,0000^1$ |
| Февраль | $0,123 \pm 0,049$ | $0,0035 \pm 0,0003$ | $0,0000^1$ | $0,0000^1$ |
| Март | $0,023 \pm 0,007$ | $0,0195 \pm 0,0089$ | $0,0008 \pm 0,0004$ | 0,0000 |
| Апрель | $0,150 \pm 0,053$ | $0,0032 \pm 0,0005$ | $0,0000^1$ | $0,0000^1$ |
| Май | $0,065 \pm 0,028$ | $0,0095 \pm 0,0023$ | 0,0000 | $0,0000^1$ |
| Июнь | $0,041 \pm 0,016$ | $0,0047 \pm 0,0010$ | $0,0008 \pm 0,0002$ | $0,0000^1$ |
| Июль | $0,675 \pm 0,237$ | $0,1366 \pm 0,0678$ | $0,0012 \pm 0,0003$ | $0,0000^1$ |
| Август | $0,532 \pm 0,204$ | $0,0093 \pm 0,0014$ | $0,0006 \pm 0,0001$ | $0,0000^1$ |
| Осень | $0,172 \pm 0,039$ | $0,0108 \pm 0,0020$ | $0,0013 \pm 0,0002$ | 0,0000 |
| Зима | $0,047 \pm 0,021$ | $0,0057 \pm 0,0010$ | $0,0004 \pm 0,0001$ | $0,0002 \pm 0,0001$ |
| Весна | $0,092 \pm 0,029$ | $0,0107 \pm 0,0033$ | $0,0003 \pm 0,0002$ | 0,0000 |
| Лето | $0,442 \pm 0,138$ | $0,0588 \pm 0,0289$ | $0,0009 \pm 0,0001$ | $0,0000^1$ |
| среднегодовая ($M \pm m$) | $0,176 \pm 0,055$ | $0,0182 \pm 0,0095$ | $0,0008 \pm 0,0001$ | $0,0001 \pm 0,0000$ |
| среднегодовая (min-max) | 0,000-4,194 | 0,0003-1,2878 | 0,0000-0,0099 | 0,0000-0,0023 |
| ПДК | 5,000 | 1,0000 | 0,0300 | 0,0010 |

Примечание: 1 – не обнаружен.

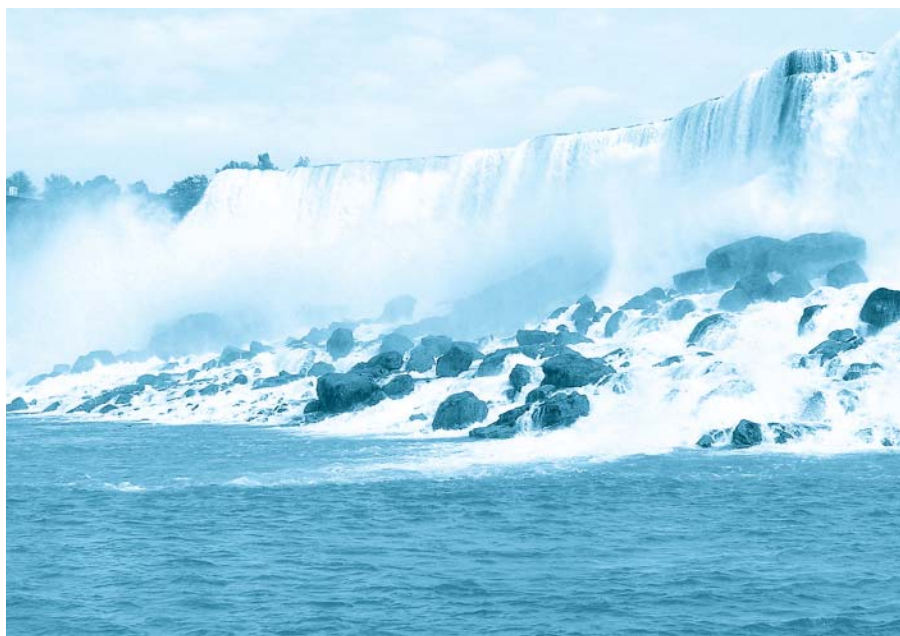


месяцы (июль, август) находилось на уровне 0,1 ПДК, а максимальное значение, отмеченное для данного элемента, составило (летом) 4,194 мг/дм³, что равняется 0,8 ПДК. Максимальная концентрация меди в пробах питьевой воды была отмечена также летом и составила 1,2878 мг/дм³ (1,3 ПДК). Среднее содержание свинца в питьевой воде исследуемых ДОО в различные сезоны года не превышало ПДК, но наибольшие абсолютные концентрации этого элемента, отмеченные в каждый из периодов, составляли значительные величины, равные: зимой 0,1 ПДК, весной и осенью – 0,3 ПДК. Кадмий в пробах питьевой воды во все сроки исследования был обнаружен в следовых количествах, за исключением зимнего периода, когда в пробах воды ДОО № 7 (табл. 2) был выявлен уровень кадмия, в 3,8 раза превышающий ПДК (0,0038 мг/дм³).

Таким образом, обнаруживается временная динамика в содержании исследуемых ТМ в питьевой воде. Этот факт необходимо учитывать при расчете уровня загрязнения питьевой воды ТМ с последующей оценкой негативного влияния загрязнения на организм человека.

При анализе данных, представленных в табл. 2, можно отметить, что содержание ТМ значительно варьирует в питьевой воде исследуемых ДОО.

В ДОО № 6 и № 7 (Дмитриевское с.п. Ярославской обл.), в которые вода по системе централизованного водоснабжения поступает из местных скважин, было отмечено



сходство уровней содержания ТМ в питьевой воде, что, возможно, является следствием единого геохимического фона почвообразующих пород на данной территории, формирующего химический состав питьевой воды. ДОО г. Ярославль (№№ 1-5) относятся к одному водозабору – Северной водопроводной станции МУП «Ярославльводоканал», а содержание изучаемых элементов в питьевой воде, в зависимости от точки отбора пробы, варьирует в большом диапазоне концентраций (табл. 2). По-видимому, вода, поступающая с водоочистных сооружений, в разной мере загрязняется ТМ, что обуслов-

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в питьевой воде исследуемых ДОО

| ДОО | Тяжелые металлы, мг/дм ³ | | | |
|----------|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------------|
| | Zn | Cu | Pb | Cd |
| №1 (M±m) | 0,025±0,007 | 0,0042±0,0005 | 0,0002±0,0000 | 0,0000 ¹ |
| min-max | 0,0000-0,165 | 0,0001-0,0227 | 0,0000-0,0017 | – |
| №2 (M±m) | 0,392±0,093 | 0,0493±0,0276 | 0,0010±0,0002 | 0,0000 ¹ |
| min-max | 0,007-2,227 | 0,0011-1,2878 | 0,0000-0,0039 | – |
| №3 (M±m) | 0,100±0,018 | 0,0150±0,0031 | 0,0013±0,0001 | 0,0000 |
| min-max | 0,013-0,424 | 0,0012-0,1013 | 0,0005-0,0037 | 0,0000-0,0001 |
| №4 (M±m) | 0,435±0,144 | 0,0164±0,0043 | 0,0019±0,0003 | 0,0000 |
| min-max | 0,0000-4,194 | 0,0005-0,2046 | 0,0000-0,0085 | 0,0000-0,0002 |
| №5 (M±m) | 0,480±0,069 | 0,0069±0,0003 | 0,0002±0,0000 | 0,0002±0,0000 |
| min-max | 0,011-0,619 | 0,0012-0,0391 | 0,0000-0,0029 | 0,0000-0,0002 |
| №6 (M±m) | 0,033±0,007 | 0,0074±0,0012 | 0,0004±0,0001 | 0,0000 |
| min-max | 0,0000-0,233 | 0,0007-0,0333 | 0,0000-0,0022 | 0,0000-0,0003 |
| №7 (M±m) | 0,041±0,008 | 0,0099±0,0023 | 0,0010±0,0002 | 0,0008±0,0003 |
| min-max | 0,016-0,119 | 0,0017-0,0329 | 0,0000-0,0024 | 0,0000-0,0038 |
| ПДК | 5,000 | 1,0000 | 0,0300 | 0,0010 |

Примечание: 1 – не обнаружен.

лено неодинаковым состоянием водоразводящих сетей в системе водоснабжения.

Дополнительно нами было определено содержание изучаемых ТМ в биосубстратах (волосы, ногти) детей (от 1 до 3 лет, 187 человек), посещающих исследуемые ДОО, с целью оценки влияния химического состава питьевой воды на формирование их микроэлементного статуса.

Проведенный корреляционный анализ между содержанием ТМ в пробах питьевой воды и в биосубстратах детей не обнаружил достоверных положительных корреляционных связей. Однако выявляемые в пробах питьевой воды в различные сроки исследования высокие уровни ТМ могут оказывать влияние на микроэлементный статус детей.

Заключение

Согласно полученным данным среднегодовое содержание цинка, меди, свинца и кадмия в пробах питьевой воды в целом не превышало ПДК, однако в некоторые сезоны года их концентрация в питьевой воде имела тенденцию к увеличению.

Высокие концентрации изучаемых ТМ в пробах питьевой воды, зарегистрированные в отдельных ДОО, могут являться дополнительной микроэлементной нагрузкой для детей. В условиях экологического неблагополучия избыточное поступление в организм ТМ может способствовать развитию эколого-зависимых заболеваний, связанных с дисмикроэлементозами [2-5].

Литература

1. Шаршенова А.А. Оценка содержания тяжелых металлов в водотоках и питьевой воде юга Иссык-кульской области / А.А. Шаршенова, А.Ж. Султашев, Т.М. Скуратова // Гигиена и санитария. 2005. № 2. С. 13-14.
2. Мудрый И.В. О влиянии минерального состава питьевой воды на здоровье населения // Гигиена и санитария. 1999. № 1. С. 15-18.
3. Терентьева А.Л. Особенности химического состава питьевой воды в Петрозаводске / А.Л. Терентьева, Н.В. Лунина, Н.В. Доршакова // Гигиена и санитария. 2005. № 3. С. 53-54.
4. Фетисова Г.К. Роль минерального состава питьевой воды в формировании неинфекционной патологии населения // Гигиена и санитария. 2004. № 1. С. 20-22.
5. Веселова А.К. Влияние качества питьевой воды на заболеваемость населения Ярославля / А.К. Веселова, Т.М. Глазкова, Л.К. Меркулова, Г.П. Федотова // Гигиена и санитария. 1999. № 4. С. 11-14.
6. Корчина Т.Я. Содержание тяжелых металлов в волосах детей севера Тюменской области // Гигиена и санитария. 2007. №4. С. 27-29.
7. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Изд-во стандартов, 2001. 72 с.
8. ГОСТ Р 52180-2003. Вода питьевая. Определение содержания элементов методом инверсионной вольтамперометрии. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. 20 с.



A.B. Ereneyshvily, A.L. Firago

HEAVY METAL CONTENT IN DRINKING WATER IN PRE-SCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Zinc, copper, lead and cadmium content were measured in drinking water samples, which were collected in kindergartens from Yaroslavl city in Yaroslavl region. A tendency of zinc and copper increasing during summer

season has been outlined. Annual and seasonal average concentrations of investigated heavy metals in drinking water were less than MPC for these metals.

Key words: drinking water, heavy metals, maximum permissible concentration (MPC)