

ИССЛЕДОВАНИЕ экологического СОСТОЯНИЯ РЕКИ ЧОВЬЮ В ЧЕРТЕ ГОРОДА СЫКТЫВКАР

Исследовано содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Fe, Pb, Mn, Co) в рыбе, донных отложениях и воде р. Човью. Показано, что в исследуемых компонентах экосистемы содержится кадмий в концентрациях, превышающих ПДК. Установлено, что донные отложения являются концентраторами тяжелых металлов.

Введение

Наибольшую нагрузку при загрязнении территории испытывают водные объекты, которые в силу своих особенностей являются концентраторами токсикантов [1, 2]. Основными антропогенными загрязнителями водной среды являются тяжелые металлы (ТМ) (Cu, Zn, Cd, Fe, Pb, Mn, Co и др.), которые обладают высокой токсичностью для живых организмов. Многие из элементов, причисляемых к группе ТМ, жизненно необходимы для живых организмов, токсичными они становятся лишь в высоких дозах, но имеется группа металлов, опасных даже в микроконцентрациях. Кроме того, металлы не подвергаются дальнейшему разложению, а лишь перераспределяются между биотическими и абиотическими компонентами, взаимодействуя с различными категориями живых организмов, мигрируя по общей цепи циркуляции веществ в водоеме [3].

В водные экосистемы атомы ТМ поступают из почв и горных пород в результате химического и микробиологического выщелачивания минералов, с паводковыми и дождевыми водами, а также при осаждении из атмосферы пылевых частиц и аэрозолей. Антропогенными источниками соединений ТМ для водных объектов служат предприятия энергетики, горнодобывающего и перерабатывающего комплекса, химические комбинаты, сельскохозяйственные предприятия, использующие химические средства защиты растений, в число которых входят и соединения ТМ [4].

В.В. Мазур,

аспирант кафедры биологии, ФБГОУ ВПО Сыктывкарский государственный университет

Г.Н. Доровских*,

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологии, ФБГОУ ВПО Сыктывкарский государственный университет

Цель данной работы – оценить экологическое состояние р. Човью на основании изучения содержания тяжелых металлов в рыбе, донных отложениях (ДО) и воде.

В задачи исследования входило: установить содержание ТМ (Cu, Zn, Cd, Fe, Pb, Mn, Co) в гольяне *Phoxinus phoxinus* (L.), ДО и воде р. Човью; провести сравнительный анализ содержания приведенных химических элементов в объектах исследуемого водотока; установить возможные источники загрязнения р. Човью.

Материалы и методы исследования

Река Човью является левым притоком р. Вычегда, протекает в черте г. Сыктывкар, имеет длину 60 км, ширину русла 2–10 м; глубину 0,5–1,0 м. Русло захламлено бытовым и строительным мусором. Грунт песчаный, местами с наилком.

Материалы собирали в 2009–2010 гг. Отлавливали 10–20 шт. гольяна, образцы высушивали в полевых условиях, помещали в пробирки без использования консервантов и доставляли в лабораторию. Подготовка к анализу включала измельчение исследуемых образцов до однородной порошкообразной массы. Вследствие такой подготовки каждая навеска для анализа содержала усредненные данные по 10–20 тушкам гольяна. Пробы ДО в лабораторию доставляли в пластиковой таре. Содержание металлов в пробах определяли при помощи сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6380 LV с энергодисперсионной рентгеновской приставкой Oxford INCA Energy 250. Данные по содержанию металлов в воде р. Човью были взяты из опубликованных источников [5–7].

Все данные обрабатывали статистически с применением t-критерия Стьюдента для

* Адрес для корреспонденции: opioni@syktsu.ru

независимых выборок, используя пакет статистических компьютерных программ. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимали равным 0,05.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований выявлено, что в образцах рыбы и ДО концентрация металлов Pb, Mn и Co находится вне диапазона чувствительности используемой методики.

Особый интерес вызвало наличие кадмия в гольяне, воде и ДО р. Човью (табл. 1). Известно, что кадмий представляет собой один из самых опасных токсикантов (токсичнее свинца). Он содержится в мазуте и дизельном топливе, сплавах, гальванических покрытиях, кадмиевых пигментах, аккумуляторах и т.д. [8]. К антропогенным источникам кадмия относят различные отрасли промышленности и, в первую очередь, предприятия по добыче полезных ископаемых, цветной металлургии, теплоэлектростанции, транспорт, а также агротехническая деятельность. По данным [9] автотранспорт является главным источником загрязнения внешней среды кадмием в городах.

Кадмий является типичным политропным химическим агентом, способным взаимодействовать с множественными структурами клетки и вызывать спектр негативных биохимических сдвигов [10]. Проявления токсичности кадмия включают конкурентное замещение цинка в ряде металлоэнзимов и изменение их активности, нарушение обмена железа и кальция в организме [11, 12]. Также известно, что кадмий по химическим особенностям и поведению в природной среде сходен с цинком [4].

В воде р. Човью также содержится свинец, концентрация которого, особенно весной и осенью, превышает ПДК [13]. Свинец, по-видимому, поступает с выхлопными газами автомобилей, проезжающих по автомагистрали, расположенной рядом с рекой, затем тальми и дождевыми водами смывается в водоток [14].

Поступление кадмия и свинца в р. Човью носит хронический характер и может быть связано как с техногенными источниками (основной вклад вносит автотранспорт), так и с естественным геохимическим фоном приведенной территории [15].

В тушках гольяна кроме кадмия обнаружены Cu и Zn в концентрациях, превышающих соответствующие нормативы ПДК для пищевых продуктов [16]. Следует отметить,

что превышение ПДК в данном случае означает небезопасность употребления рыбы из р. Човью в пищу человеком и не отражает состояние здоровья рыб. Рост концентрации металлов происходит в ряду: $Cd < Cu < Zn$ ($P=0.05$).

В ходе исследования выявлена корреляция в накоплении некоторых ТМ в ДО и воде р. Човью, которую можно представить в виде ряда: $Fe \gg Zn \geq Cu > Cd$. Данная закономерность связана с миграцией токсических веществ в системе «вода – ДО», определяющей процессы «вторичного загрязнения» и «самоочищения» водоемов [17-20]. В соответствии с данными [21] ПДК ТМ в ДО р. Човью превышено только для кадмия. При сравнении полученных результатов с ориентировочно-допустимыми концентрациями химических веществ в почве (ГН 2.1.7.2042-06) наблюдаются значительные превышения концентраций по всем исследуемым металлам.

Необходимо отметить, что наличие железа, меди и цинка в биотических и абиотических

Таблица 1

Содержание металлов в рыбе, воде и донных отложениях р. Човью

Рыба					
Элемент	ПДК _р	x	S _x	max	min
Cu, мг/кг сыр. массы	10,0	43,47	11,1	50,0	36,1
Zn, мг/кг сыр. массы	40,0	82,6	12,3	90,4	75,7
Cd, мг/кг сыр. массы	0,2	3,9	3,6	6,5	1,9
ДО					
Элемент	ОДК _п	x	S _x	max	min
Fe, мг/г сух. массы	не установлено	1,1	0,07	1,14	0,95
Cu, мг/г сух. массы	0,033	0,09	0,007	0,1	0,08
Zn, мг/г сух. массы	0,055	0,09	0,01	0,1	0,07
Cd, мг/г сух. массы	0,0001	0,03	0,02	0,05	0,01
Вода [5; 6; 7]					
Элемент (ион)	ПДК _в	x _{с/г}	max		
Fe ²⁺ + Fe ³⁺ , мг/дм ³	0,3	1,72	4,02		
Mn ²⁺ , мг/дм ³	0,1	0,24	0,29		
Cu ²⁺ , мг/дм ³	1,0	0,003	0,005		
Zn ²⁺ , мг/дм ³	5,0	0,016	0,021		
Pb ²⁺ , мг/дм ³	0,03	0,016	0,017		
Cd ²⁺ , мг/дм ³	0,001	<0,001	<0,001		

Примечание: x – среднее арифметическое; S_x – среднеквадратическое отклонение; min – минимум; max – максимум; x_{с/г} – среднегодовая концентрация; ПДК_в – предельно допустимые концентрации веществ в воде водоема для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ГН 2.1.5.1315-03); ПДК_р – предельно допустимые концентрации веществ в продуктах питания (СанПиН 2.3.2.560-96); ОДК_п – ориентировочные допустимые концентрации химических веществ в почве (ГН 2.1.7.2042-06).

компонентах р. Човью обусловлено наличием указанных металлов в основных почвообразующих породах Северо-Востока европейской части России и, как следствие, присутствием данных элементов во всех водотоках Республики Коми [22].

Для сравнения и сопоставления содержания ТМ в рыбе, ДО и воде был произведен перерасчет концентраций Cu, Zn и Cd в единые единицы измерения – ммоль/кг (рис. 1). Выявлено, что в воде молярные концентрации указанных металлов минимальны. Основная масса меди и кадмия сосредоточена в ДО. Содержание цинка в рыбе и ДО одинаково. Уменьшение суммы молярных концентраций наблюдается в ряду: ДО - рыба - вода.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что экосистема р. Човью в настоящий момент подвергается интенсивной антропогенной нагрузке. Рыба и вода из данного водотока не пригодны для употребления в пищу из-за содержания высоких концентраций ТМ, в том числе особенно токсичных – кадмия и свинца. Концентраторами ТМ являются ДО. Вода р. Човью характеризуется повышенным содержанием железа, марганца и свинца. Наиболее вероятным источником загрязнения компонентов экосистемы р. Човью является автотранспорт.

Литература

1. Линник П.Н. Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции // Гидроб. журнал. 1999. Т. 35. № 1. С. 22-42.
2. Даувальтер В.А. Оценка баланса тяжелых металлов (Ni и Cu) на водосборе субарктического озера (на примере Чунозера) / В.А. Даувальтер, Н.А. Кашулин, С.С. Сандимиров, Н.Е. Раткин // Вестник МГТУ. 2009. Т. 12. № 3. С. 507-515.
3. Веницианов Е.В. Формы миграции тяжелых металлов и их влияние на качество воды в Куйбышевском водохранилище / Е.В. Веницианов, А.Г. Кочарян, Е.Г. Серенькая // Вода: экол. и технол. Матер. междуна. конгр. М. 1994. Т. 1. С. 98-105.
4. Осипова Л.А. Загрязнение вод Волго-Каспийского бассейна солями тяжелых металлов / Л.А. Осипова, С.А. Каргин, Ф.Ш. Ильзова, О.В. Веремеенко // Вестник АГТУ. 2008. № 3 (44). С. 126-131.
5. Лапицкая В.Ф. Мониторинг поверхностных вод // Экологический мониторинг:

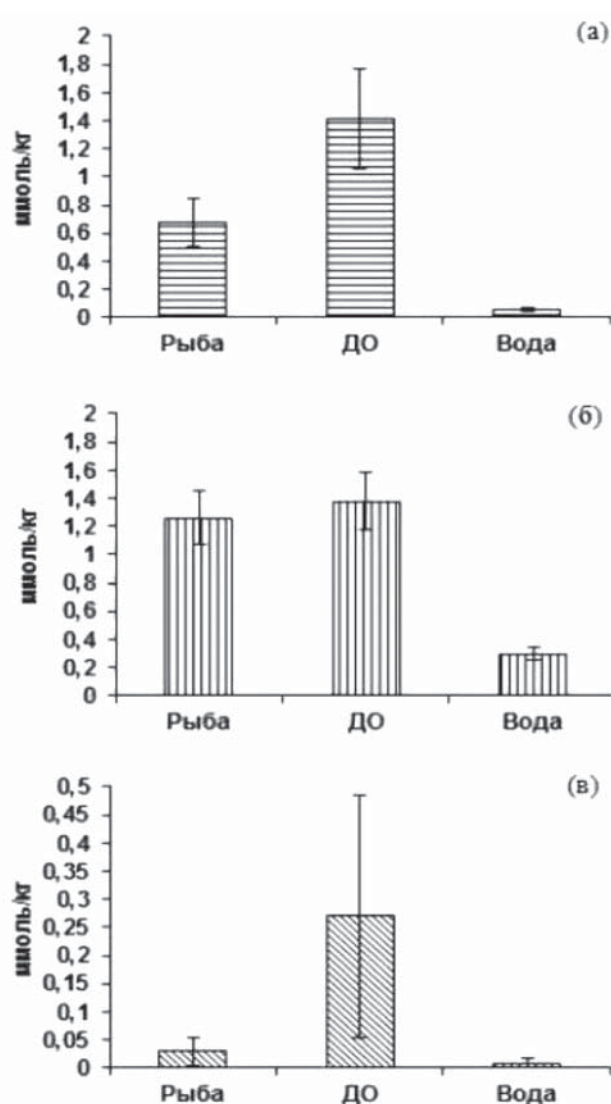


Рис. 1. Сравнение молярных концентраций (ммоль/кг) меди (а), цинка (б) и кадмия (в) в рыбе, донных отложениях в воде р. Човью.

учебно-методическое пособие / Под ред. В.М. Тарбаевой. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2002. С. 38-49.

6. Хохлова Л.Г. Химический состав поверхностных вод бассейна реки Вычегда // Вестн. Ин-та биол. Коми науч. центра УрО РАН. 2009. № 11. С. 14-17.

7. Федорова В.А. Изменчивость содержания и стока тяжелых металлов в бассейнах рек Вычегда и Сухона // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2010. № 2. С. 24-28.

8. Безносиков В.А. Оценка фоновое содержания тяжелых металлов в почвах Европейского Северо-Востока России / В.А. Безносиков, Е.Д. Лодыгин, Б.М. Кондратенко // Почвоведение. 2007. № 9. С. 1064-1070.

9. Артомонова В.Г. Эколого-гигиенические аспекты охраны окружающей среды при загрязнении тяжелыми металлами / В.Г. Артомонова, Д.В. Пинчуков, О.Г. Плющ,

И.Е. Шварцман / 15-й Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Минск. 1993. Т. 4. С. 9–10.

10. Довженко Н.В. Окислительный стресс, индуцируемый кадмием, в тканях двусторчатого моллюска *Modiolus modiolus* // Биология моря. 2005. Т. 31. № 5. С. 358-362.

11. Брин В.Б. Возможности профилактики токсических эффектов кадмия металлокомплексом соли цинка – ацизолом / В.Б. Брин, Р.И. Кокаев, Х.Х. Бабаниязов, Н.В. Пронина // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т. 15. № 4. С. 213.

12. Галикеева А.Ш. Взаимосвязь содержания кадмия в биологических средах организма с воспалительно-дистрофическими изменениями в пародонте / А.Ш. Галикеева, А.И. Булгакова, Т.К. Ларионова, М.Ф. Галикеев // Медицинский Вестник Башкортостана. 2008. Т. 3. № 6. С. 14-16.

13. Беспамятнов Г.П. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде. Л.: Химия, 1975. 456 с.

14. Доровских Г.Н. Содержание тяжелых металлов в организме гольяна *Phoxinus Phoxinus* (L.) в бассейнах рек Печора и Вычегда / Г.Н. Доровских, В.В. Мазур, А.П. Петраков // Пробл. иммун., патологии и охраны здоровья рыб. Расшир. матер. III Межд. конф. Борок, 2011. М.: Изд-во РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. С. 292-296.

15. Мазур В.В. Металлы в экосистеме р. Большая Шайтановка / В.В. Мазур, Г.Н. Доровских // Современ. пробл. водной токсик.: матер. конф. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. С. 107-110.

Ключевые слова:

тяжелые металлы,
гольян *Phoxinus Phoxinus* (L.),
вода,
донные отложения,
р. Човью

16. Кузубова Л.И. Токсиканты в пищевых продуктах: аналитический обзор / Под ред. В.В. Власова. Новосибирск: ГПНТБ, 1990. 127 с.

17. Моисеенко Т.И. Механизмы круговорота металлов в поверхностных водах Арктического бассейна / Т.И. Моисеенко, В.А. Даувальтер, И.В. Родюшкин // Водные ресурсы. 1998. Т. 25. № 2. С. 231-243.

18. Отмахов В.И. Методика оценки экологической безопасности водного бассейна по загрязнению донных отложений // Бюллетень Томского политехнического университета. 2003. Вып. 36. № 9. С. 39-41.

19. Долотов А.В. Оценка загрязнения тяжелыми металлами Увудьского Водохранилища / А.В. Долотов, М.В. Гапеева, Е.В. Козловский // Электронный научный журнал «Исследовано в России». 2007. 133. 1461-1470. Электронный ресурс: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/133.pdf>.

20. Толкачев Г.Ю. Оценка уровня загрязнения донных отложений Верхней Волги тяжелыми металлами в 1983-2000 гг. // Вода: химия и экология. 2009. № 1. С. 4-8.

21. Alyokhina T. Heavy metals in the bottom sediments rivers of the industrial regions / T. Alyokhina, A. Bobko, I. Malakhov // Environment and Health. 2007. № 3. P. 9-13.

22. Егошина Т.Л. Свинец в почвах и растениях Северо-востока европейской части России / Т.Л. Егошина, Л.Н. Шихова // Вестник ОГУ. 2008. № 10 (92). С. 135–141.



V.V. Mazur, G.N. Dorovskikh

INVESTIGATION OF THE ECOLOGICAL STATE OF RIVER CHOVYU WITHIN SYKTYVKAR CITY

The heavy metal content (Cu, Zn, Cd, Fe, Pb, Mn, Co) in fish, and bottom sediments and water of the river Chovyu has been analyzed. The studied components of the ecosystem

was shown to contain cadmium at concentrations exceeding the MPC. Bottom sediments were found to be heavy metal concentrators.

Key words: heavy metals, minnow *Phoxinus Phoxinus* (L.), water, bottom sediments, Chovyu river