

Загрязнение тяжёлыми металлами поверхностной воды и донных отложений озера Асылыкуль Республики Башкортостан

*Ф.Х. Бикташева, к.б.н., Г.Ф. Латыпова, к.б.н.,
Башкирский ГАУ*

Стремительное развитие всех отраслей промышленности, энергетики, транспорта, увеличение численности населения и урбанизация, химизация всех сфер деятельности человека привели к определённым изменениям окружающей среды, в том числе и неблагоприятным [1].

Настоящее и особенно будущее внутренних водоёмов для рыбохозяйственной деятельности в значительной мере зависит от качества водной среды и определяет состояние водных экосистем и организмов, в первую очередь промысловой ихтиофауны.

В последнее время в связи с проблемой загрязнения окружающей природной среды продуктами техногенеза объектом пристального внимания экологического мониторинга стали тяжёлые металлы. В поверхностные воды они попадают через стоки предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической, энергетической, пищевой, оборонной, целлюлозно-бумажной промышленности, горнодобывающих предприятий, смывами с территорий промышленных предприятий, сельхозугодий, городов и мелких населённых пунктов [1]. Тяжёлые металлы оказывают наибольшее влияние

на качество природных вод, относятся к консервативным загрязняющим веществам, которые не разлагаются в природных водах, а только меняют формы своего существования. Поступившие в озеро тяжёлые металлы в основном депонируются в донных отложениях, часть их поступает в пищевые цепи и по ним переходит в другие компоненты природной среды, а при определённых условиях – в воду [2]. Загрязняющие вещества аккумулируются донными отложениями и затем в результате жизнедеятельности попадают в водные организмы. Биоаккумуляция и переход загрязняющих веществ по пищевым цепям – сложные процессы, на которые влияют геохимические особенности окружающей среды, физиологические и биохимические особенности организма.

Рыбы, являясь ключевыми видами гидробионтов и выступая, как правило, в качестве одного из последних звеньев в трофических цепях, обладают способностью накапливать сверхкритические концентрации тяжёлых металлов [1].

В связи с этим возрастает роль и значение токсикологических и эколого-физиологических рыбохозяйственных исследований, призванных не только оценивать и прогнозировать экологические и рыбохозяйственные последствия нарушения качества водной среды, но и разрабатывать новые

методы подхода для оптимизации биопродуктивных процессов в естественных водоёмах и на разных этапах промышленного рыболовства.

Озеро Асылыкуль является самым большим в Башкортостане, имеющим площадь зеркала и водосбора соответственно 23,5 и 106 км² [3]. По предложению Комиссии по охране природы Башкирского филиала АН СССР озеро Асылыкуль в 1962 г. было включено в список памятников природы общесоюзного значения. В 1965 г. постановлением Совета министров БАССР озеро было объявлено памятником природы республиканского значения. В настоящее время это природный парк «Асылыкуль». В прошлом озеро эксплуатировалось как рыбохозяйственный водоём.

В связи с этим проблема рационального использования и охраны природных ресурсов от загрязнения и истощения требует проведения комплекса природоохранных мероприятий и прежде всего наблюдений, оценки и прогнозирования их состояния. Оптимальное решение вопросов использования и охраны природных ресурсов возможно лишь при наличии объективной информации о состоянии качества воды, водных объектов, научного обоснования антропогенного воздействия на них. Изучение экологического состояния качества водных масс озера Асылыкуль, исследование содержания тяжёлых металлов в донных отложениях является актуальным.

Цель работы – изучение и анализ гидрохимической характеристики поверхностной воды

озера Асылыкуль, изучение содержания тяжёлых металлов в донных отложениях озера Асылыкуль, расположенного в бассейне реки Дёмы в широкой котловине в северо-восточных отрогах Бугульминско-Белебеевской возвышенности в Давлекановском районе Республики Башкортостан.

Материал и методы исследований. В нашей работе мы использовали метод сравнения полученных массовых концентраций тяжёлых металлов со значением величины кларка литосферы, фоновыми концентрациями, официально установленным допустимым уровнем или другими ранее полученными натуральными данными.

Результаты исследований. Марганец относится к биогенному элементу. Содержание его в поверхностной воде озера в 2011–2012 гг. находилось в пределах нормы. По содержанию меди наблюдалось превышение ПДК в 1,11 и 1,85 раза соответственно; цинка в 2012 г. в 5,3 раза (табл. 1).

Таким образом, любые загрязняющие гидросферу вещества, в том числе и металлы, должны тщательно исследоваться и оцениваться. При этом необходимо учитывать не только острое, но и продолжительное или хроническое воздействие загрязняющих веществ на организм гидробионтов. Главной особенностью озера Асылыкуль является способность накапливать токсичные вещества, которые могут оказывать отрицательное влияние на гидрохимический режим водоёма.

В ходе исследований донных отложений озера установлен доминирующий по массовой концен-

1. Содержание тяжёлых металлов в поверхностной воде озера Асылыкуль (2011–2012 гг.)*

Месяц, число отбора	Глубина от поверхности, м	Железо общее, мг/л	Медь, мкг/л	Цинк, мкг/л	Марганец мкг/л
2011 г.					
02.28	7,0	0,02	4,7	0	0
02.28	0,5	0	0	0	0
04.14	7,1	0,02	0	2,8	0
04.14	0,5	0	0	0	58
05.31	5,5	0	2,2	2,2	0
05.31	0,5	0	2	2,4	0
10.17	6,0	0	0	6,2	0
10.17	0,5	0	0	0	0
X±Sx		0,005±0,01	1,11±1,73	1,7±2,2	7,25±20,05
ИС**		0,05	1,11	0,02	0,07
2012 г.					
02.20	6,3	0	0	4,6	21
02.20	0,5	0	0	5,2	28
04.12	7,1	0,03	4,4	0	15
04.12	0,5	0,03	0	4	29
05.29	7,0	0,02	3	13	36
05.29	0,5	0,03	5,4	9	42
10.23	5,3	0,02	0	2,6	44
10.23	0,5	0	2	4	44
X±Sx		0,02±0,01	1,85±2,21	5,3±4,00	32,38±10,94
ИС**		0,2	1,85	5,3	0,32

Примечание: * – данные Государственного водного кадастра. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. «Ежегодные данные». Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши за 2011–2012 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озёра и водохранилища бассейнов рек Камы, Урала.

$ИС^{**} = \frac{K_v}{ПДК_v}$, где $ИС^*$ – индекс соотношения; K_v – концентрация исследуемого вещества, $ПДК_v$ – предельно допустимая концентрация этого вещества

2. Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях оз. Асылыкуль, мг/кг сухого вещества ($X \pm S_x$, $n = 3$)

Химический элемент	Содержание в ДО	ПДК (ОДК)*	Кларки литосферы**	Пресноводные ДО***
Zn	21,90±6,60	23,0	83	110
Cu	7,00±2,10	3,0	47	43
Mn	612,00±184,00	1500	1,10	0,75
Cd	0,16±0,05	0,5	0,13	0,35
Fe	9680,00±1204,00	–	46,5	43,5

Примечание: * – ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2042-06; ** – кларки литосферы [3]; *** – пресноводные донные отложения (Forstner, 1977). $P < 0,05$

3. Коэффициенты обогащения по ПДК (ОДК) для почвы, по кларку литосферы и пресноводным донным отложениям

Химический элемент	КО ₁ *	КО ₂ **	КО ₃ ***
Zn	0,95	0,26	0,2
Cu	2,33	0,15	0,16
Mn	0,4	556,37	816
Cd	0,32	1,23	0,46
Fe	–	208,16	222,53

Примечание: КО₁* – КО, рассчитанные по ПДК (ОДК) (ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2042-06); КО₂** – КО, рассчитанные по кларкам литосферы [3]; КО₃*** – КО, рассчитанные по пресноводным донным отложениям, не подвергшимся антропогенному воздействию [1]

трации элемент – железо (табл. 2). Необходимо отметить достаточно высокий коэффициент обогащения донных осадков железом, содержание которого в донных отложениях составило 9680±1204 мг/кг. Расчёт коэффициента обогащения железом по кларкам литосферы составил 208,16, а по пресноводным донным отложениям, не подверженным антропогенному загрязнению, – 222,53. По отношению к ПДК для почвы превышения не обнаружено (табл. 3).

Показано, что содержание марганца в донных отложениях 612±184 мг/кг, что также превышает кларковые значения данного элемента в литосфере в 556,37 раза. Сравнение полученных результатов с допустимыми значениями марганца для пресноводных донных отложений, не подверженных антропогенному загрязнению, превышает в 816 раз. По отношению к ПДК для почвы превышения не наблюдалось (табл. 2).

Превышение по содержанию марганца и железа по сравнению с кларками литосферы объясняется физико-географическими условиями территории Башкортостана, оказывающими определяющее влияние на питание, распределение и формирование поверхностных и подземных вод. Условия формирования подземных вод в первую очередь определяются геолого-тектоническими особенностями и историей развития геологических структур Урала и сопредельных регионов [4].

Содержание кадмия оказалось невысоким, что подтверждается коэффициентом обогащения, составившим 1,23. При этом необходимо отметить, что при сравнении с ПДК коэффициент обогащения несколько ниже и составил 0,32 и 0,46 соответственно (табл. 3).

Уровень обогащения по меди составил 2,33; по кларкам литосферы и для пресноводных донных отложений – 0,15 и 0,16 соответственно. По цинку коэффициент обогащения свидетельствует о хорошей мобильности данного элемента, который составил 0,95; по кларкам литосферы и для пресноводных донных отложений – 0,26 и 0,2 соответственно.

Таким образом, результаты исследований донных отложений показывают высокий коэффициент обогащения по содержанию марганца и железа, рассчитанный по кларкам литосферы; по кадмию, меди и цинку этот показатель невысокий. Коэффициент обогащения, рассчитанный по ПДК для почвы, показывает содержание тяжёлых металлов на близком уровне к данному значению, что указывает на нормальную экологическую ситуацию по содержанию тяжёлых металлов в донных отложениях озера Асылыкуль.

Выводы. 1. Показано, что за период 2011–2012 гг. наблюдалось повышение значения ПДК, установленного для водоёмов рыбохозяйственного значения, по следующим тяжёлым металлам: меди в 2011 и 2012 гг. в 1,11 и 1,85 раза; цинка в 2012 г. – в 5,3 раза.

2. В донных отложениях озера Асылыкуль содержание таких элементов, как Cd, Zn, Cu, не превышает ПДК. Для металлов с переменной валентностью Fe, Mn коэффициент обогащения по кларку литосферы составляет 208,16 и 556,37 соответственно, по ПДК для почвы содержание данных металлов на низком уровне.

Литература

1. Моисеенко Т.И. Водная токсикология: теоретические принципы и практическое предположение // Водные ресурсы. 2008. Т. 35. № 5. С. 554–565.
2. Даувальтер В.А. Химический состав отложений пресноводных водоёмов Европейской Субарктики как показатель состояния водных ресурсов // Природопользование в Евро-Арктическом регионе: опыт XX века, перспективы и последствия / под ред. акад. РАН В.Т. Калиникова. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. С. 192–201.
3. Гареев А.М. Реки и озёра Башкортостана. Уфа: Китап, 2001. 260 с.
4. Абдрахманов Р.Ф., Чалов Ю.Н., Абдрахманова Е.Р. Пресные подземные воды Башкортостана. Уфа: Информреклама, 2007. 184 с.