

УДК 504.054

Н.А. Гирская*

СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ МИРНЫХ ВИДОВ РЫБ ИЗ ГОРНОЙ ЧАСТИ БУХТАРМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА*ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ОРГАНЫ И ТКАНИ, МИРНЫЕ РЫБЫ, БУХТАРМИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ*

В статье представлены сведения о содержании и распределении тяжелых металлов в органах и тканях (печень, жабры, мышцы) рипуса и леца из горной части Бухтарминского водохранилища. По результатам исследований сделан вывод о том, что в организме рыб в больших количествах накапливаются медь и цинк. Печень и жабры интенсивно аккумулируют металлы, превосходя по этому показателю мышечную ткань. Выявлены различия в накоплении микроэлементов в зависимости от видовой принадлежности и типа питания рыб, функциональных особенностей органов, их кумулятивной активности, индивидуальных свойств металла.

Бухтарминское водохранилище является одним из главных рыбопромысловых водоемов Казахстана. Его водная экосистема подвержена значительным антропогенным воздействиям, как на территории Восточно-Казахстанской области, так и в пределах Китайской Народной Республики (КНР).

Тяжелые металлы являются наиболее существенными поллютантами, так как, в отличие от других веществ, загрязняющих среду, они в естественных условиях не разрушаются, а только изменяют формы нахождения, постепенно накапливаясь в разных компонентах экосистем.

В районе горной части Бухтарминского водохранилища часто отмечаются повышенные концентрации токсикантов, которые поступают в водоем в составе промстоков с рудников и перерабатывающих предприятий.

Рыбы занимают в биоценозах водных экосистем верхний трофический уровень и обладают ярко выраженной способностью накапливать металлы. Повышенное содержание в организме рыб микроэлементов свиде-

тельствует о значительной их концентрации в водной среде, аккумуляции последних в пищевых цепях, функциональном нарушении во всех звеньях экосистемы [3]. Основным путем поступления металлов в организм рыб является поступление их с кормовым субстратом. В то же время, жаберное дыхание делает возможным и поступление металлов через покровы тела. Поэтому накопление металлов происходит либо в тканях рыб, непосредственно контактирующих с водой (кожа и жабры), либо во внутренних органах, обеспечивающих экскреторные функции (печень и почки) [6].

Ранее установлено, что мирные виды рыб накапливают тяжелые металлы в большой степени, по сравнению с хищными видами [1]. В этой связи интерес представляет выявление общих тенденций содержания и распределения тяжелых металлов в организме мирных видов рыб из горной части Бухтарминского водохранилища.

Материалы и методы исследований. В 2007 году проведены исследования содержания тяжелых металлов в различных органах и тканях рыб. В качестве биообъектов выбраны мирные виды рыб с различным спектром питания – рипус и лещ. Лещ относится к семейству карповых, по типу питания является бентофагом. Рипус – представитель семейства сиговых, планктофаг.

Отбор проб проводился летом в горной части Бухтарминского водохранилища (п. Алтайка). Образцы мышечной ткани, жабр и печени рыб приготавливались стандартными методами и в свежем виде доставлялись в лабораторию. На базе ГУ «ВКО центра санитарно-эпидемиологической экспертизы» в пробах после сухой минерализации методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии определялись содержания валовых форм меди, цинка, свинца и кадмия.

Результаты исследований и их обсуждение. В воде горной части Бухтарминского водохранилища в 2007 году нарушение границ рыбохозяйственных ПДК по цинку и меди не было зафиксировано. Медь в районе исследований отсутствовала, количество цинка колебалось в пределах от 8,61 до 9,92 мкг/дм³.

Спектральный анализ содержания элементов в организме изучаемых видов рыб позволил выявить следующее. Среди определяемых элементов, наиболее значительными в количественном выражении во всех органах и тканях рыб являлись медь и цинк (табл. 1). Это явление объясняется интенсивной аккумуляцией в организме элементов, которые при-

* Алтайский филиал КазНИИ рыбного хозяйства, г. Усть-Каменогорск

нимают активное участие в протекании многих физиологических процессов (дыхания, кроветворения, депонирования, выделения и др.) [2].

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в воде и организмах рыб из горной части Бухтарминского водохранилища

Объект	Ед. изм.	Металлы				
		медь	цинк	свинец	кадмий	
Вода	мкг/дм ³	0,00	9,13	-	-	
Рипус	печень	мг/кг	32,00	17,50	отс.	отс.
	жабры	мг/кг	4,10	10,80	отс.	отс.
	мышцы	мг/кг	0,66	6,25	отс.	отс.
	в среднем	мг/кг	12,25	11,52	отс.	отс.
Лещ	печень	мг/кг	11,10	2,05	отс.	0,01
	жабры	мг/кг	0,77	6,60	0,07	отс.
	мышцы	мг/кг	отс.	1,80	0,03	отс.
	в среднем	мг/кг	3,96	3,48	0,03	0,00

Содержание меди варьировало в пределах 0,0...46,0 мкг/дм³. Максимальные концентрации меди отмечены в печени рыб, поскольку этот орган обладает активным метаболизмом и активно участвует в процессах, направленных на поддержание гомеостаза. Жабры выполняют функцию газообмена. Наряду с печенью характеризуются повышенным содержанием изучаемого элемента, но по уровню накопления металла занимают второе место. Незначительные количества меди наблюдались в мышечной ткани.

Цинк, по сравнению с медью, в меньшей степени содержится в организме рыб (1,2...27,0 мкг/дм³). Наибольшие его концентрации обнаружены в печени рипуса и жабрах леща. В мышцах содержание цинка заметно ниже.

Кадмий и свинец содержатся в небольших количествах только в органах и тканях леща (0,00...0,13 мкг/дм³), в рипусе данные металлы отсутствуют. Кадмий обнаруживается только в печени рыбы. Основным депо по накоплению свинца являются жабры. Печень в этом случае занимает последнее место и не аккумулирует свинец (см. табл. 1).

По степени накопления в органах и тканях рыб исследуемые тяжелые металлы можно расположить в следующий убывающий ряд: Cu > Zn (для рипуса), Cu > Zn > Pb > Cd (для леща). Более наглядное представление о специфичной кумулятивной активности изучаемых органов и тканей к накоплению микроэлементов дают построенные нами ряды по убыванию обнаруженных в них средних концентраций тяжелых металлов (рис.).

Рипус
Печень: Cu > Zn
Жабры: Zn > Cu
Мышцы: Zn > Cu

Лещ
Печень: Cu > Zn > Cd
Жабры: Zn > Cu > Pb
Мышцы: Zn > Pb

Рис. 1. Схема распределения содержания металлов в различных органах и тканях рипуса и леща.

На рисунке видно, что анализируемые органы и ткани аккумулируют различные металлы в разной степени. Распределение металлов в организме рыб характеризуется неравномерностью и зависит от функциональных особенностей органов и тканей, а также химических свойств самого металла. Так, в печени обоих видов рыб по содержанию превалирует медь, а в жабрах и мышцах – цинк. Токсические металлы концентрируются только в организме леща: свинец – в жабрах и мышцах, кадмий – в печени.

При количественном сравнении суммарного содержания тяжелых металлов в организмах разных видов рыб, выловленных из одной части водохранилища, обнаружены различия в накоплении микроэлементов в зависимости от трофических групп рыб. Рипус (планктофаг) обладает свойством аккумулировать медь и цинк в несколько больших количествах (см. табл. 1), нежели лещ (бентофаг). Следовательно, рипус, по сравнению с лещом, находится в менее благополучном состоянии. Однако, в качественном отношении рипус находится в более выгодном положении, поскольку в его органах и тканях не накапливаются такие токсические элементы, как свинец и кадмий.

Согласно Санитарным правилам и нормам [5], концентрации свинца и кадмия в проанализированных органах и тканях рыб не превышало допустимые нормы (табл. 2).

Таблица 2

Концентрации тяжелых металлов в воде и организмах рыб из горной части Бухтарминского водохранилища в долях от нормативных

Показатель	Объект		
	вода	рипус	лещ
Медь, доли ПДК _{рх} в воде	0,00	-	-
Цинк, доли ПДК _{рх} в воде	0,86...0,99	-	-
Медь, доли МДУ в рыбе*	-	0,05...4,60	0,00...1,60
Цинк, доли МДУ в рыбе*	-	0,10...0,68	0,03...0,30
Свинец, доли МДУ в рыбе	-	0,00	0,00...0,13
Кадмий, доли МДУ в рыбе	-	0,00	0,00...0,14

Примечание: * – МДУ по «Санитарным правилам...», 1996 г. [4].

В настоящее время, в существующих нормативных документах, содержание меди и цинка в рыбе не оговаривается. В прежних «Санитарных правилах...» [4], действовавших до 2003 г., и утративших силу в настоящее время, содержание меди и цинка в рыбе нормировалось в 10 и 40 мг/кг, соответственно. Если сравнивать с этими значениями, то нами зарегистрированы случаи превышения МДУ по меди в печени рипуса и леща. По цинку отклонений от МДУ не наблюдалось (табл. 2).

Выводы. Таким образом, по результатам исследований 2007 года выявлено следующее:

1. Отмечено высокое содержание во всех рассмотренных органах и тканях рыб меди и цинка, минимальное – свинца и кадмия (в организме леща).

2. Зафиксировано, что органы и ткани рыб аккумулируют различные металлы в разной степени. Распределение металлов в организме рыб характеризуется неоднородностью, что зависит от физико-химических свойств самих элементов и функциональных особенностей органов и тканей: медь концентрируется в печени, цинк – в жабрах и мышцах; свинец и кадмий – в жабрах и печени леща, соответственно.

3. Установлено, что печень и жабры интенсивно аккумулируют металлы. Незначительные количества изучаемых элементов наблюдаются в мышечной ткани.

4. Обнаружены особенности аккумуляции металлов в зависимости от типа питания рыб. В количественном отношении планктофаги (рипус) наиболее подвержены накоплению токсикантов в организме, нежели бентофаги (лещ) – суммарное содержание токсикантов (меди и цинка) в органах и тканях рипуса значительно выше, чем у леща. В качественном же отношении рипус находится в более выгодном положении, поскольку в его органах и тканях идет накопление только биофильных элементов – меди и цинка, менее опасных для гидробионтов, нежели свинец и кадмий.

5. Выяснено, что содержание тяжелых металлов в организме рыб, в целом, не вызывает особых опасений в виду употребления их в пищу, исключение составляло превышение МДУ по меди, отмеченное в печени изучаемых видов рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликова Е.В., Тирская Н.А. Особенности накопления и распределения тяжелых металлов в органах и тканях рыб Бухтарминского водохранилища // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2009. – №2. – С. 144-152.

2. Попов П.А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации. – Новосибирск, 2002. – 270 с.
3. Руднева Н.А. Тяжелые металлы и микроэлементы в гидробионтах Байкальского региона. – Улан-Удэ: 2001. – 136 с.
4. СП 2.3.2.560-96/4.01.047-97 Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: Утв. Пост. Госкомсанэпиднадзора 24.10.1996 № 27. – М.: 1996. – 267 с.
5. СП 4.01.071.03 Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: Утв. Прик. Мин. здравоохранения РК 11.06.2003 № 447. – Астана, 2003. – 157 с.
6. Шулькин В.М. Металлы в экосистемах морских мелководий. – Владивосток: 2004.

Поступила 08.05.2012

Н.А. Тирская

БҰҚТЫРМА СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ТАУЛЫ БӨЛІГІНДЕГІ БЕЙБІТ БАЛЫҚ ТҮРЛЕРІНІҢ ҰЛПАЛАРЫ МЕН МҮШЕЛЕРІНДЕГІ АУЫР МЕТАЛЛДАРДЫҢ ТАРАЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН ҚҰРАМЫ

Осы мақалада Бұқтырма су қоймасының таулы бөлігіндегі көкшубар мен тыранның (бауыр, желбезек, бұшықет) ұлпасындағы және ағзасындағы ауыр металдардың таралуы және құрамы келтірілген. Зерттеулер нәтижесінің қорытындысы бойынша балық организмдерінде мыс пен мырыштың үлкен мөлшерде жинақталатыны анықталды. Бауыр мен желбезек қарқынды түрде металдарды жинайды, бұл көрсеткіш бұшықет ұлпасынан басым болады. Балық түрлерінің қоректенуіне, мүшелердің функционалды ерекшеліктеріне, олардың белсенділігіне, жеке металдың қасиеттеріне байланысты микроэлементтердің жисландында біршама өзгерістер болатындығы анықталды.