

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДАХ РЫБ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2011 А.С. Ваганов

ГОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск

Поступила 21.06.2011

В данной статье показаны особенности содержания и распределения тяжелых металлов (Fe, Zn, Cu, Cr, Pb) в органах и тканях рыб (лещ, синец, щука) Куйбышевского водохранилища, занимающие различные экологические ниши.

Ключевые слова: содержание тяжелых металлов в промысловых видах рыб, распределение поллютантов по органам гидробионтов.

Проблема аккумуляции токсикантов в тканях и органах основных промысловых видов рыб Куйбышевского водохранилища стоит очень остро, в связи с использованием их в пищу населением [1]. Поступая в избытке, и превосходя индивидуальные потребности организмов, тяжелые металлы (ТМ) могут вызывать нарушения различных функций гидробионтов, накапливаться в их органах, превышая нормируемые величины [2]. Известно, что накопление большой группы микроэлементов в рыбах находится в прямой зависимости от их содержания в водах, так загрязнение воды в Куйбышевском водохранилище превышает предельно допустимые концентрации (ПДК): по цинку – в 2,7; железу – в 1,3 [3,4]. Поэтому контроль изменения уровней содержания металлов в организмах гидробионтов актуален и необходим. Цель работы – исследовать содержание ТМ (Zn, Cu, Fe, Cr, Pb) и влияние типа питания, пола гидробионта на их распределение между тканями и органами шестилеток леща, синца, щуки Куйбышевского водохранилища.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период 2009-2010 гг. были организованы экспедиции по натурному обследованию выбранной акватории Куйбышевского водохранилища (Ундоровский плёс). Сбор ихтиологического материала осуществлялся постановкой ставных сетей на глубину от 8 до 15 м. Для изучения микроэлементного состава выбрано три вида рыб, относящихся к различным уровням трофической цепи: 1 – лещ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)), бентофаг; 2 – синец (*A. ballerus* (Linnaeus, 1758)), зоопланктофаг; 3 – щука (*Esox lucius* (Linnaeus, 1758)), хищник. Определение возраста леща и синца производили по спилам первого луча дорсального плавника, щуки – первого луча вентрального плавника. Пол рыбы и стадия зрелости определялись в ходе исследования гонад. Для установления размерных показателей измеряли: длину всей рыбы, а также длину без хвостового плавника.

Для биогеохимического исследования рыбы использовали половозрелых жизнеспособных особей, в возрасте шести лет, длина тела (с хвостовым плавником) составила у леща от 33 до 43; у синца от 18 до 23; у щуки от 37 до 50. Для получения статистически достоверных результатов для каждой пробы использовано от 19 до 25 особей. Этой операцией достигалось количественное интегрирование каждой пробы.

Для физико-химического анализа использовали дифференцированные пробы различных тканей и органов исследуемых рыб: мышцы, жабры, чешуя, печень, гонады. После отбора проб исследуемых гидробионтов (лещ, синец, щука), органы и ткани рыбы были упакованы в полиэтиленовые пакеты и хранились в морозильной камере холодильника, согласно ГОСТ 7631-85.

Валовое содержание ТМ (Fe, Zn, Cu, Ni, Cr) в пробах биологических образцах определяли атомно-абсорбционным методом на спектрометре «Спектр-5М» по методике ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02. Пробоподготовку биологического материала для физико-химического анализа проводили согласно ГОСТ 26929-94. Результаты анализов обрабатывались с помощью программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Прослеживая способность металлов к накоплению в тканях и органах рыб, необходимо учитывать их трофический уровень, определяющий механизм поступления и особенности накопления металлов. В течение всего онтогенеза рыб металлы из окружающей среды и кормовых компонентов поступают и аккумулируются в различных органах и тканях [5]. Проблема аккумуляции ТМ в тканях и органах основных промысловых видов рыб Куйбышевского водохранилища стоит очень остро, в связи с использованием их в пищу населением. Большая биогеохимическая роль способа питания рыбы подчеркивается во многих работах, причем, как правило, в хищных рыбах микроэлементов содержится меньше, чем в планктофагах. В этой связи контроль изменения степени аккумуляции тяжелых и токсичных металлов (Zn, Cu, Cr, Pb,

Fe) в рыбах Куйбышевского водохранилища актуален и необходим.

На рис. 1 представлено содержание ТМ в тканях и органах леща (8+) Куйбышевского водохранилища.

Установленные нормативные показатели содержания ТМ в продовольственном сырье и пищевых продуктах (ПДК, мг/кг): железа – 30,0; цинка – 40,0; меди – 10,0; хрома – 1,0; свинца – 1,0 [6].

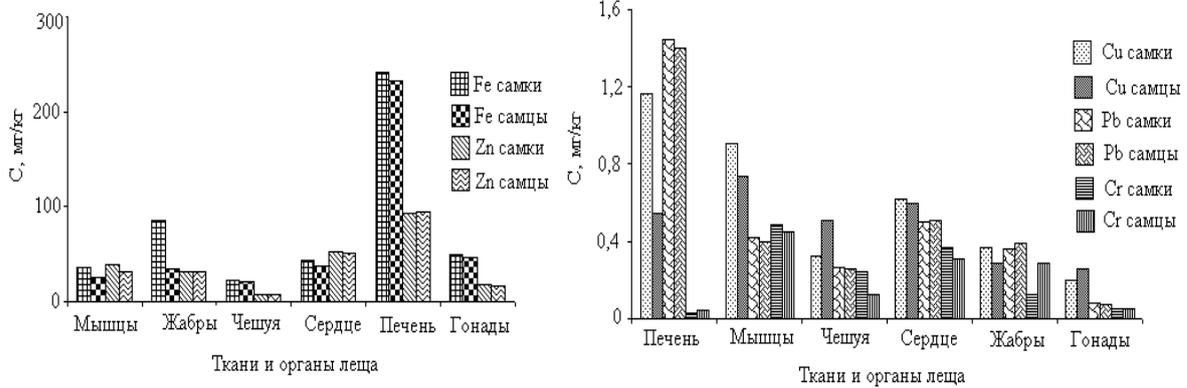


Рис. 1. Содержание ТМ в тканях и органах леща (6+) Куйбышевского водохранилища, мг/кг сырой массы (2010 г.)

Во всех исследуемых органах леща содержание хрома, меди и свинца не превышают установленные нормативы ПДК. Превышение ПДК по железу наблюдается у самок леща в жабрах – 2,1; сердце – 1,3; печени – 7,9; гонадах – 1,6. У самцов леща нормативы ПДК по железу превышены в сердце – 1,2; жабрах – 1,2; печени – 7,5; гонадах – 1,5. Превышение ПДК по содержанию цинка наблюдается у самок и самцов леща, в равной степени в сердце – 1,1; печени – 2,2.

Высокое содержание меди, из исследуемых органов леща, отмечается в мышцах, сердце и печени. Наибольшая концентрация хрома обнаружена в мышцах и сердце леща. Значительное содержание этого металла отмечено в жабрах и чешуе, которые активно участвуют в обмене хрома между рыбой и окружающей средой. Свинец больше всего аккумулируется в печени и мышцах, так его содержание в печени самок составляет 1,2 ПДК. Наряду с этим, значительное содержание свинца отмечено в жабрах и чешуе. Данный факт, возможно, свидетельствует о двух путях поступления этого поллютанта в организм рыбы: трофический и сорбционный.

Содержание всех исследуемых ТМ в тканях и органах самок леща (6+) выше, чем у самцов. В распределении ТМ по организму самок отмечены некоторые особенности, представленные в следующих рядах: в мышцах и сердце – Zn>Fe>Cu>Cr>Pb, в печени – Fe>Zn>Cu>Pb>Cr, в жабрах, чешуе и гонадах – Fe>Zn>Cu>Cr>Pb. У самцов ряд содержания ТМ по органам выглядит следующим образом: в мышцах и сердце – Zn>Fe>Cu>Cr>Pb, в жабрах, чешуе и гонадах – Fe>Zn>Cu>Cr>Pb; в печени – Fe>Zn>Cu>Pb>Cr.

Установленное повышенное содержание железа и цинка в исследуемых органах можно объяснить активным участием этих элементов в метаболических процессах и избыточном поступлении этих металлов в организм рыб из компонентов окружающей среды.

На рис. 2 показано содержание ТМ в тканях и органах синца (6+) Куйбышевского водохранилища.

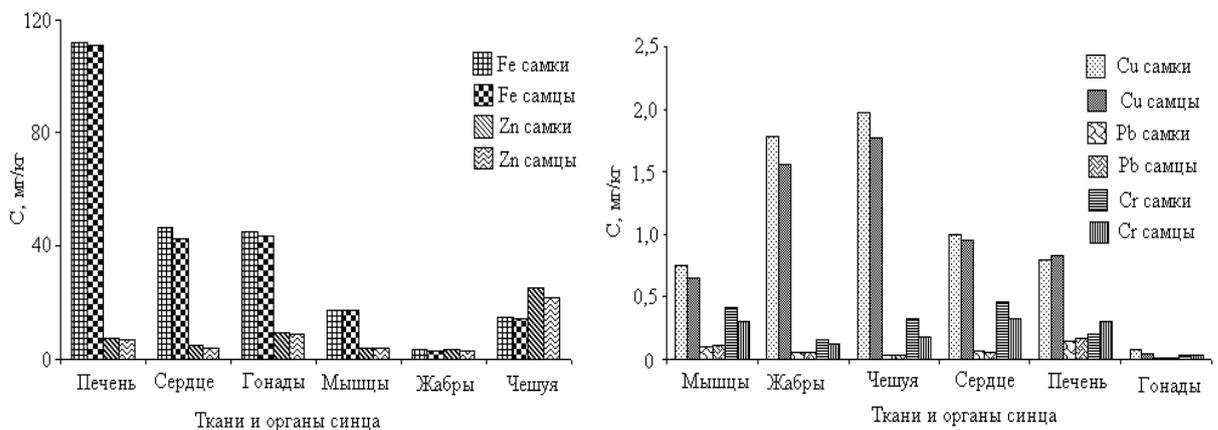


Рис. 2. Содержание ТМ в тканях и органах синца (6+) Куйбышевского водохранилища, мг/кг сырой массы (2010 г.)

Содержание цинка, хрома, меди и свинца во всех исследуемых тканях и органах синца (6+) находится в пределах ПДК. Превышение нормативов ПДК у самок и самцов синца отмечается по железу в сердце, печени и гонадах. Превышение Fe у самок: в сердце – 1,3; печени – 3,4; гонадах – 1,4; у самцов: в сердце – 1,2; печени – 3,4; гонадах – 1,4.

Содержание определяемых ТМ в тканях и органах самок синца (6+) выше, чем у самцов. Характер распределения поллютантов у самок и самцов сходен и выглядит следующим образом: в мышцах, сердце, жабрах и гонадах – Fe>Zn>Cu>Cr>Pb; в чешуе – Zn>Fe>Cu>Cr>Pb; печени – Fe>Zn>Cu>Pb>Cr.

В представленной литературе по исследуемой теме отмечается избирательное накопление ТМ различными органами рыб, причем наиболее ин-

тенсивно накопление элементов происходит в органах, контактирующих с водой: чешуе, жабрах [7].

Распределение меди по органам синца выглядит следующим образом: чешуя → жабры → сердце → печень → мышцы → гонады. Наибольшая концентрация меди у синца наблюдается в чешуе и жабрах, также отмечается значительное содержание свинца в этих органах. Установленное высокое содержание меди в печени, сердце и мышцах показывает характер её аккумуляции в организме синца. Высокое содержание хрома отмечается в мышцах, у самок его концентрация выше. Самое высокое содержание свинца обнаружено в печени и мышцах синца.

Содержание ТМ в тканях и органах щуки представлено на рис.3.

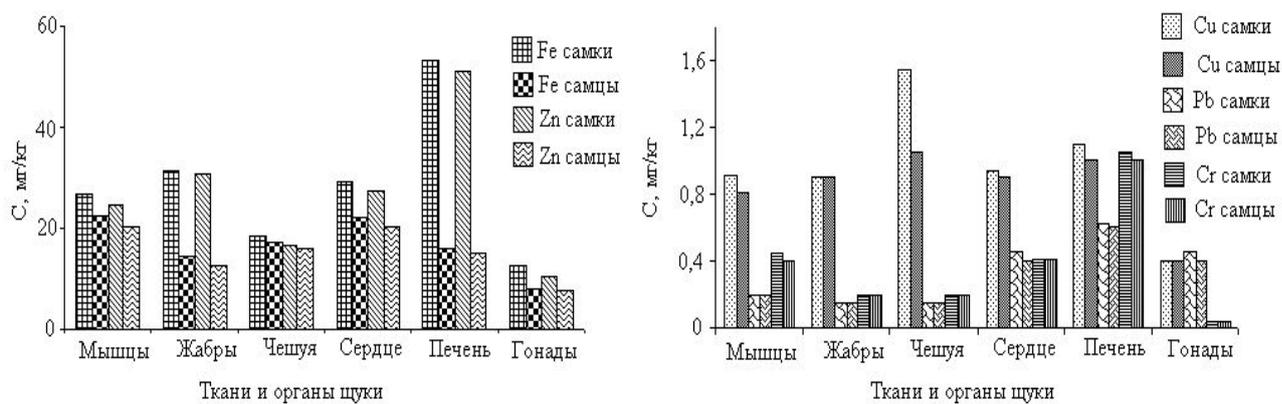


Рис. 3. Содержание ТМ в тканях и органах щуки (6+) Куйбышевского водохранилища, мг/кг сырой массы (2010 г.)

В результате исследования установлено, что в организме щуки в пределах норматива ПДК содержатся цинк, медь, свинец. Отмечено превышение ПДК по железу у самок и самцов в жабрах – 1,1; печени – 1,8. Интенсивное накопление элементов в жабрах, вероятно, является следствием кратковременного воздействия сточных вод.

Аккумуляция исследуемого ряда ТМ у самок щук (6+) во всех исследуемых тканях и органах выше, чем у самцов. Чётко фиксируется неравномерность накопления ТМ различными органами. В частности, распределение ТМ у самок имеет следующий вид: в мышцах, жабрах, печени и чешуе – Fe>Zn>Cu>Cr>Pb, в гонадах, сердце – Fe>Zn>Cu>Pb>Cr. У самцов ряд содержания ТМ по органам выглядит следующим образом: в мышцах, жабрах, чешуе – Fe>Zn>Cu>Cr>Pb; в печени и сердце – Zn>Fe>Cu>Cr>Pb, в гонадах – Fe>Zn>Pb>Cu>Cr.

Высокое содержание меди отмечается у щуки в печени и сердце; свинца – в гонадах; хрома – в мышцах. Установленные низкие значения хрома, свинца в жабрах и чешуе щуки, возможно, свидетельствуют о трофической природе их аккумуляции [8].

ВЫВОДЫ

1. Установлено избирательное накопление ТМ исследуемыми гидробионтами. Из исследуемого ряда рыб наибольшее содержание железа и цинка наблюдается во всех тканях и органах леща, отмечается максимальное накопление свинца в печени. В тканях и органах синца установлена высокая аккумуляция хрома. Накопление меди и свинца наблюдается в тканях и органах щуки.

2. Содержание меди находится в пределах норматива ПДК во всех тканях и органах исследуемых видов рыб. Превышение ПДК по железу отмечено у леща в жабрах, сердце, печени и гонадах; у синцов в сердце, печени и гонадах; у щук в жабрах и печени. По цинку ПДК превышено у лещей в сердце и печени. Содержание хрома выше ПДК в печени щук. Свинец превышает ПДК в печени самок лещей.

3. Содержание определяемых ТМ (Zn, Cu, Fe, Cr, Pb) в тканях и органах самок исследуемого ряда рыб (лещ, синец, щука) выше, чем у самцов.

4. Распределение ТМ в организмах леща, щуки и синца характеризуется неоднородностью, что определяется физико-химическими свойствами элементов, функциональными особенностями тканей и органов, эколого-биологическими характери-

стиками изучаемых видов рыб. Аккумуляция ТМ у леща наблюдается в основном в печени (железо, цинк, медь и свинец); в мышцах – хром. Установленная закономерность аккумуляции ТМ у синца следующая: в печени – железо и свинец; в чешуе – цинк и медь; в мышцах и сердце – хром. Закономерность накопления металлов у щуки определяется высоким содержанием в печени – железа; в чешуе – меди; в мышцах – железа, хрома, свинца и цинка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенберг Г.С., Краснощеков Г.П. Волжский бассейн: экологическая ситуация и пути рационального природопользования. Тольятти: Изд. ИЭВБ РАН, 1996. 249 с.
2. Евланов И.А., Козловский С.В., Минеев А.К. Этапы антропогенного воздействия на ихтиофауну Средней Волги // Взаимодействие природы и человека на границе Европы и Азии. Самара, 1996. С. 90-92.
3. Информационный бюллетень о состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Ульяновской области за 2009 год. Ульяновск, 2010. 243 с.
4. Линник П.Н. Формы миграции тяжелых металлов и их действие на гидробионтов // Экспериментальная водная токсикология. Рига: Знание, 1986. С. 144-154.
5. Степанова Н.Ю. Фактора и критерии оценки экологического риска для устойчивого функционирования Куйбышевского водохранилища: Автореф. ... д-ра биол. наук. Ульяновск, 2008. 44 с.
6. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.3.2.560-96 "Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов". Утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24 октября 1996 г. № 27. 15 с.
7. Батоян В.В., Сорокин В.Н. Микроэлементы в рыбах Куйбышевского водохранилища // Экология. 1989. № 6. С. 81-83.
8. Ваганов А.С., Ваганова Е.С., Климов Е.С. Содержание тяжелых металлов в тканях и органах щуки Куйбышевского водохранилища // XXV Люблинские чтения «Современные проблемы эволюции»: Тезисы докладов междунар. конф. Ульяновск, 2011. С. 279-282.

THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE MAINTENANCE OF HEAVY METALS IN TRADE KINDS OF FISHES OF THE KUIBYSHEV WATER BASIN

© 2011 A.S. Vaganov

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk

In given article features of the maintenance and distribution of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Cr, Pb) in bodies and fabrics of fishes (the bream, a sinets, a pike) the Kuibyshev water basin, occupying various ecological niches are shown.

Key words: the maintenance of heavy metals in trade kinds of fishes, distribution pollution on bodies of hydrobionts.