

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО ИЗ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ г. МИНСКА

Змачинский А. С.

*Международный государственный экологический университет
им. А. Д. Сахарова, Минск, Беларусь, a.zmachynski@mail.ru*

HEAVY METALS CONTENT IN MUSCLE TISSUES OF SILVER CRUCIAN CAUGHT IN MINSK WATER BODIES

A. S. Zmachynski

*International Sakharov Environmental University
Minsk, Belarus, a.zmachynski@mail.ru
(Поступила в редакцию 10.08.2012)*

Реферат. Общий ряд убывания концентрации тяжелых металлов в мышечной ткани карася серебряного, отловленного в двух водохранилищах, расположенных в верхнем и нижнем участках р. Свислочь (г. Минск), а также в одном из отстойников, оказывается одинаковым. Мышечная ткань карася серебряного из нижнего водохранилища загрязнена химическими элементами в большей степени, чем в верхнем водохранилище.

Ключевые слова: Карась серебряный, химическое загрязнение, городские водоемы, тяжелые металлы.

Abstract. The common row of heavy metals concentrations decrease in silver crucian muscle tissue caught in the two reservoirs located in the upper and lower portions of the Svisloch river (Minsk city), and in one of the tanks is the same. The muscle tissues of silver crucian from the lower reservoir is contaminated by chemical elements to a greater degree than in the upper reservoir.

Keywords: silver crucian, chemical pollution, urban water bodies, heavy metals.

Введение

Накоплению и распределению по органам и тканям рыб тяжелых металлов посвящено множество научных исследований. Однако достоверных данных по содержанию широкого спектра тяжелых металлов в рыбах различных водных объектов Беларуси и закономерностей их распределения по органам и тканям явно недостаточно. Самым детальным на сегодня остается исследование С. Л. Горовой и С. А. Столяровой [1].

В настоящее время большинство водных объектов г. Минска используются его жителями (и многочисленными приезжими) в целях рекреации, в том числе и любительского рыболовства. Учитывая, что большая часть выловленной рыбы идет в пищу

Лов рыбы осуществляли в светлое время суток поплавочными и донными удочками с различными насадками. В каждом из трех указанных водных объектов было выловлено от 30 до 50 экз. половозрелых особей разного пола. На наличие в мышечной ткани тяжелых металлов обследовали 90 экз. — по 30 экз. из каждого водоема.

Подлежащие обследованию экземпляры рыб разделялись с изъятием мышечной ткани, которая измельчалась ножницами. Разделанные образцы высушивали в низкотемпературной лабораторной электропечи при температуре 40°C. Высушенные образцы тщательно измельчали в лабораторной мельнице. Измельченные образцы просеивали через сито с размером ячейки сетки 0,5 мм. На весах из просеянной массы взвешивали навеску в $0,1000 \text{ г} \pm 0,0001 \text{ г}$, которую спрессовывали в таблетку диаметром 10 мм при помощи гидравлического пресса из комплекта спектрометра.

Измерения концентрации элементов в мышечной ткани проводили на рентгенофлуоресцентном спектрометре СЕР-01 «ElvaX», который внесен в реестр средств измерений Республики Беларусь под номером 03 17261605. Измерения проводили согласно методике, разработанной в МГЭУ им. А. Д. Сахарова [8].

Результаты исследования

В результате проведенных исследований в мышечной ткани карася серебряного из водных объектов Минска выявлен 31 химический элемент, в том числе 17 элементов с погрешностью не более 30%. В пределах погрешности выявлены 14 элементов.

Из числа тяжелых и токсичных металлов в мышцах карася серебряного в каждом из исследованных водных объектов г. Минска с погрешностью не более 30% выявлено по 9 элементов, 7 из которых (*Zn*, *Fe*, *Cu*, *Rb*, *Zr*, *Sr*, *Sn*) были общими для всех трех водоемов. Помимо этих общих элементов, у карася из вдхр. Дрозды выявлены *Pb* и *Mo*, из вдхр. Чижовское — *Bi*, из отстойника — также *Bi* и *Ba*.

Во всех трех водных объектах в мышечной ткани карася серебряного наибольшая концентрация металлов отмечена для *Zn*, затем для *Fe*. Третье место по концентрации в мышечной ткани карася из водохранилищ отмечено для *Cu*, из отстойника — для *Rb*.

Средние показатели концентрации тяжелых металлов в мышечной ткани серебряного карася из трех указанных водоемов представлены на рис. 2–4.

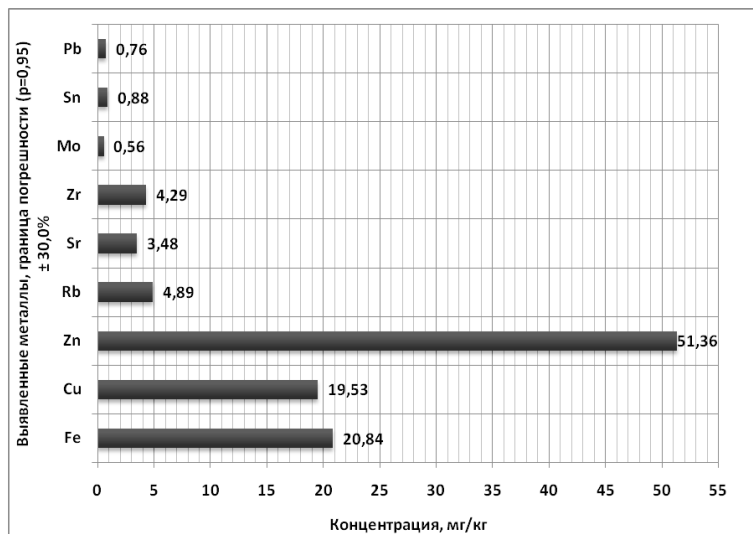


Рисунок 2 — Средняя концентрация металлов в мышечной ткани карася серебряного из вдхр. Дрозды

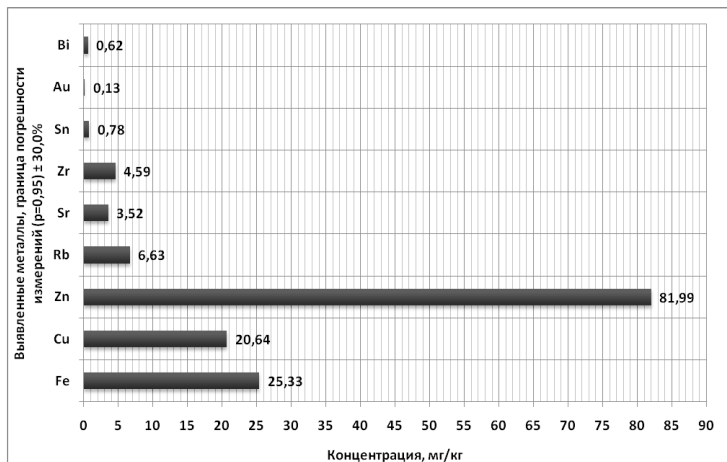


Рисунок 3 — Средняя концентрация металлов в мышечной ткани карася серебряного из вдхр. Чижевское

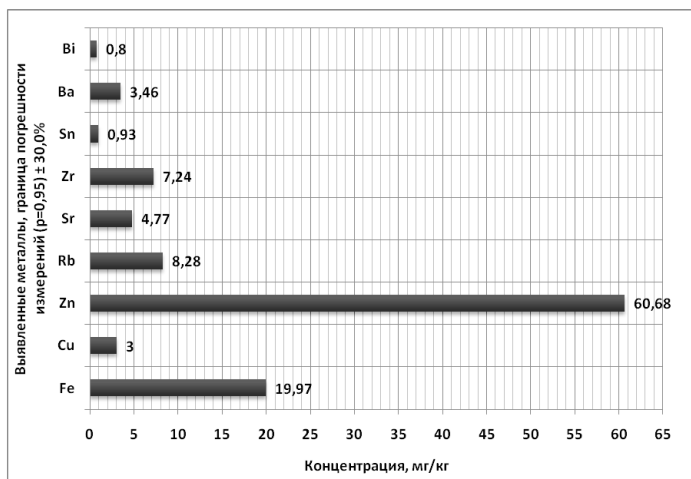


Рисунок 4 — Средняя концентрация металлов в мышечной ткани карася серебряного из отстойника (ул. Инженерная)

На рисунке 5 представлены обобщенные сравнительные показатели средней концентрации тяжелых металлов в мышечной ткани серебряного карася из трех указанных водоемов.

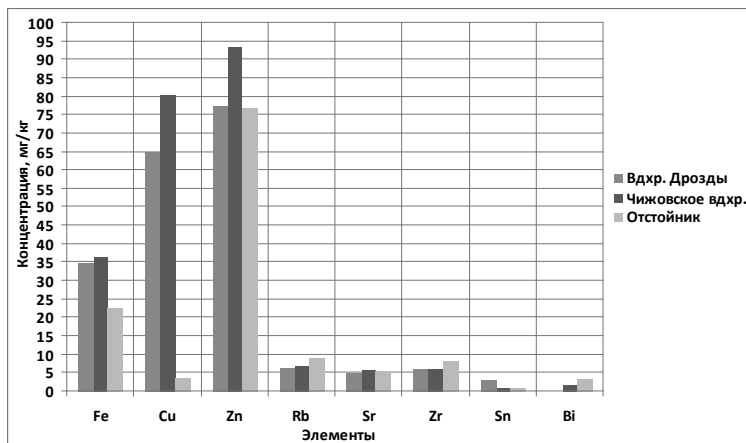


Рисунок 5 — Сравнительные показатели средней концентрации металлов в мышечной ткани серебряного карася из водохранилищ Дрозды и Чижевское, отстойника (ул. Инженерная)

Среднее содержание в мышечной ткани серебряного карася металлов в порядке их убывания можно представить в виде следующих рядов:

- вдхр. Дрозды: $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Rb} > \text{Zr} > \text{Sr} > \text{Sn} > \text{Pb} > \text{Mo}$;
- Чижевское вдхр.: $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Rb} > \text{Zr} > \text{Sr} > \text{Sn} > \text{Bi}$;
- отстойник: $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Rb} > \text{Zr} > \text{Sr} > \text{Ba} > \text{Cu} > \text{Sn} > \text{Bi}$.

Представленные ряды позволяют зафиксировать приоритетные загрязнители, попадающие впоследствии в мышечную ткань бентосоядных рыб, и оценить степень сходства условий обитания (прежде всего питания) рыб на разных участках одного, главного для города, водотока и в искусственном водоеме.

Исследования на предмет содержания тяжелых и других токсичных металлов в органах и тканях рыб показали, что в мышечной ткани металлы концентрируются в наименьшем количестве по сравнению с жаберным аппаратом, кожей и чешуйным покровом, внутренними органами [1, 9, 10, 11, 12]. Тем не менее содержание металлов в мышечной ткани рыб вызывает особый интерес в связи с установлением безопасного уровня поступления металлов в организм человека с пищей, поскольку водоемы бассейна р. Свислочь (водохранилища и русловые пруды) и отдельно расположенные крупные водоемы в пределах города являются местами массового пребывания рыболовов. Выловленная рыба в основном идет в пищу рыболовам и членам их семей или сбывается с рук на рынках города (наблюдения и опросные данные).

Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах устанавливает принятый в Республике Беларусь и действующий до настоящего времени СанПиН, утвержденный постановлением Главного государственного санитарного врача СССР № 4089-86 от 31 марта 1986 г. (СанПиН 42-123-4089-86 «Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах») [13]. Этот документ учитывает восемь элементов, по шести из которых определены предельно допустимые концентрации (ПДК) содержания в свежей пресноводной рыбе. В таблице по всем восьми элементам приводятся показатели СанПиН 42-123-4089-86 и наши данные.

Таблица — Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в пресноводной рыбе согласно СанПиН 42-123-4089-86 и полученные данные по серебряному карасю из водоемов г. Минска

Элементы	Концентрация, мг/кг				
	СанПиН 42-123-4089-86		Наши данные по серебряному карасю		
	нехищная рыба	хищная рыба	Вдхр. Дрозды	Чижевское вдхр.	Отстойник
Pb	1,0	1,0	0,76	в пределах погрешности	— —
Cd	0,2	0,2	в пределах погрешности	— —	— —
As	1,0	1,0	в пределах погрешности	— —	— —
Hg	0,3	0,6	в пределах погрешности	— —	— —
Cu	10,0	10,0	19,52	20,63	3,07
Zn	40,0	40,0	51,36	81,98	63,85
Fe	-	-	20,84	25,33	20,75
Sn	-	-	0,88	0,78	0,93

Таким образом, средняя концентрация цинка в мышечной ткани серебряного карася превышает ПДК во всех водоемах: в водохранилище Дрозды составляет 1,28 (128,4%), в Чижевском водохранилище — 2,05 (204,9%), в отстойнике — 1,52 (151,7%) ПДК. Средняя концентрация меди не превышает ПДК в отстойнике и превышает в водохранилищах: в водохранилище Дрозды составляет 1,95 (195,3%), в Чижевском — 2,06 (206,4%) ПДК.

Выводы

1. Мышечная ткань серебряного карася, питающегося преимущественно бентосом, более загрязнена в водоемах, расположенных ниже по течению р. Свислочь. Это свидетельствует о большей загрязненности нижних водоемов в сравнении с верхними, что подтверждается данными мониторинга поверхностных вод г. Минска [14, 15]. Тем не менее большинство показателей верхних участков реки приближается к показателям нижних участков, что подтверждает ранее полученные данные о сближении качества воды верхних и нижних водоемов р. Свислочь [16], а также о более постоянном и богатом видовом составе гидробионтов в водохранилищах по сравнению с водотоками вне зависимости от степени химического загрязнения водного объекта [17].

2. Показатели концентрации металлов в мышцах серебряного карася из отстойника в районе ул. Инженерной, который в настоящее время является резервуаром для сброса нефтепродуктов, отличаются от общих показателей концентрации металлов в мышцах рыб из водоемов р. Свислочи (кроме цинка), что свидетельствует прежде всего о разных условиях существования рыб.

3. В целом перечень тяжелых металлов, выявленных в мышечной ткани серебряного карася, схож (за небольшим исключением) для всех трех водоемов города. Наибольшая концентрация железа, меди и цинка характерна для рыб Чижовского водохранилища, остальных металлов — для рыб отстойника.

4. По содержанию меди и цинка (превышение ПДК в 1,28–2,06 раз) мышцы серебряного карася при употреблении в пищу могут представлять опасность для здоровья человека.

Список использованных источников:

1. Горвая, С. Л. Физиолого-биохимические показатели рыб водоемов Белоруссии / С. Л. Горвая, С. А. Столярова. — Минск: Наука и техника, 1987. — 157 с.

2. Змачинский, А. С. Видовой состав ихтиофауны р. Свислочь в пределах г. Минска в условиях зарегулированного стока // «Экологические чтения — 2012»: Материалы респ. научно-практ. конф. (Гродно, 2–4 марта 2012). Гродно, 2012. — С. 54–56.

3. Марченко, А. Л. Содержание тяжелых металлов в мышцах карася серебряного *Carassius auratus gibelio* из водоемов юга Приморского края / А. Л. Марченко, Е. Н. Чернова, Н. К. Христофорова // Электронный научный журнал «Исследовано в России». С. 759–768 / <http://zhurnal.ape.relarn.ru>

4. Никитина, И. А. Организация мониторинга содержания тяжелых металлов и других токсикантов в рыбах водно-болотных угодий «Болонь» [Рукопись] // Амурский заповедный: сборник материалов научно-практической конференции. — Комсомольск-на-Амуре, 2008. — 4 с.

5. Чернова, Е. Н. Концентрации тяжелых металлов карася серебряного *Carassius auratus gibelio* (Cypriniformes, Cyprinidae) из озера Лебединого бассейна реки Туманной // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. — Владивосток: Дальнаука, 2000. Т. 1. — С. 186–194.

6. Pourang, N. Heavy Metal Bioaccumulation in Different Tissues of two Fish Species with Regards to their Feeding Habits and Trophic Levels / N. Pourang // Environmental Monitoring and Assessment. № 5. 1995. P. 207–219.

7. Staniskiene, B. Distribution of Heavy Metals in Tissues of Freshwater Fish in Lithuania / B. Staniskiene, P. Matusevicius, R. Budreskiene, K. Skibniewska // Polish J. of Environ. Stud. — Vol. 15. — № 4. — 2006. — P. 585–591.

8. Позняк, С. С., Лосева, Л. П., Жильцова, Ю. В., Савенок, Е. И. Методика выполнения измерений массовой доли химических элементов железа, кадмия, калия, кальция, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца, серы, стронция, титана, хрома, цинка в пробах растительного и животного происхождения методом рентгено-флуоресценции с использованием спектрометра энергий рентгеновского излучения СЕР-001 / Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2009. — 12 с.

9. Воробьев, Д. В. Функциональные особенности метаболизма металлов у рыб в современных биогеохимических условиях дельты р. Волги: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Астрахань: АстрГУ, 2008. — 21 с.

10. Говоркова, Л. К. Выявление факторов накопления тяжелых металлов в органах рыб различных трофических групп (на примере Куйбышевского водохранилища): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Казань: КазГУ, 2004. — 24 с.

11. Глазунова, И. А. Содержание и особенности распределения тяжелых металлов в рыбах верховьев Оби: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Барнаул: АлтГУ, 2005. — 19 с.

12. Салтыкова, С. А. Сравнительный анализ особенностей накопления тяжелых металлов в рыбах и их паразитах (на примере экосистемы Ладожского озера): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Петрозаводск: ПетрГУ, 2006. — 23 с.

13. СанПиН 42-123-4089-86 «Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах». — М., Изд. Министерства здравоохранения СССР, 1986.

14. Мониторинг поверхностных вод. Результаты мониторинга, 2012. Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды // Электронный ресурс: www.rad.org.by.

15. Овчарова, Е. П. Химический состав воды поверхностного стока с территории г. Минска // Природные ресурсы. 2005. № 2. — С. 5–13.

16. Логинова, Е. В. Эколого-географическая оценка состояния поверхностных вод Минской городской агломерации (МГА): Автореферат на соискание ученой степени кандидата географических наук. — Минск: БГУ, 1999. — 19 с.

17. Зарубов, А. И. Оценка качества воды р. Свислочь и парковых водоемов в пределах г. Минска по структурным показателям зоопланктона // Вестник БГУ. Серия 2. — 2011. — № 2. — С. 78–82.