

Литература

1. Банников А.Г., Даревский И.С. Определитель земноводных и пресмыкающихся. – М.: Высш. шк., 1977. – 217 с.
2. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров [и др.]. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
3. Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методики для земноводных / пер. с англ. С. М. Ляпкина. – М.: КМК, 2003. – 380 с.
4. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. – М.: КМК, 1999. – С. 153–154.
5. От нейрона к мозгу / Дж.Г. Николлс [и др.]; пер. с англ. П.М. Балабана [и др.]. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 672 с.
6. Орлянская Т.Я. Закономерности проявления морфоцитохимических показателей на уровне популяций функционально различных нейронов мозжечка в филогенезе позвоночных животных // Структурно-функциональные и нейрхимические закономерности асимметрии и пластичности мозга: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием. – М.: Изд-во НИИ мозга РАМН, 2005. – С. 211–214.
7. Шиян А.А. Изменение популяционных характеристик озерной лягушки (*Rana Ridibunda* Pall.) при обитании в прудах-испарителях сахарных заводов // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – №67 (03). – С. 1–10.
8. Ketali M., Breitenberg V. Atlas of the frog brain. – Berlin: Springer Verl., 1969. – 284 p.



УДК 591.524.1

В.А. Колесников, Н. Б. Бойченко

**ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ РАЗНЫХ ВИДОВ РЫБ, ОБИТАЮЩИХ В ПРЕДЕЛАХ ОДНОЙ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

*В статье представлены данные об эколого-токсикологическом состоянии водных объектов Красноярского края, а также освещена проблема распределения и накопления токсикоэлементов в органах и тканях рыб разных видов, обитающих в одном водоеме.*

**Ключевые слова:** водная среда, гидробионты, свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, медь, цинк, хром.

V.A. Kolesnikov, N.B. Boichenko

**DYNAMICS OF THE HEAVY METAL COMPOUND ACCUMULATION IN THE ORGANS AND TISSUES OF VARIOUS FISH SPECIES THAT LIVE IN THE LIMITS OF ONE WATER ECOSYSTEM**

*Data on ecological and toxicological condition of the water objects in Krasnoyarsk region are given and the issue of toxicoelement distribution and accumulation in the organs and tissues of fish of various species that live in one water reservoir is covered in the article.*

**Key words:** water environment, hydrobionts, lead, cadmium, mercury, arsenic, copper, zinc, chrome.

---

В современных условиях сформировалась геохимическая обстановка, неблагоприятная не только для человека, но и для животного и растительного мира. Среди многочисленных неорганических соединений наибольшее токсикологическое значение имеют металлы и их соединения, которые, попадая в объекты окружающей среды в результате человеческой деятельности, загрязняют атмосферный воздух, воду, почву, а следовательно, и продукты питания [3].

Среди металлов-токсикантов выделена приоритетная группа. В нее входят 12 элементов: кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк, хром, ванадий, олово, молибден, кобальт – как наиболее опасные для здоровья человека и животных. Из них свинец, ртуть и кадмий наиболее токсичны [4].

Накопление тяжелых металлов в окружающей среде может происходить вследствие природных и антропогенных процессов [5].

В последние годы тяжелые металлы являются одним из основных промышленных загрязнителей окружающей среды. Учитывая, что, по данным ВОЗ, 20% заболеваний обусловлено неблагоприятным состоянием окружающей среды [2].

Предельно допустимые уровни их в биологических объектах и продуктах нормируются СанПиН 2.3.2.1078-01 от 2002 года [3].

Потребление населением Красноярского края мяса и рыбы находится на уровне, среднем по РФ. Нагрузка контаминантами (кадмий, ртуть, мышьяк, свинец) пищевых продуктов, потребляемых населением в сельских районах и городах Красноярского края, различается. В пищевых продуктах, потребляемых городским населением края, содержание токсикоэлементов выше, чем в тех же продуктах, используемых в питании сельским населением [1].

В настоящее время в научной литературе крайне недостаточно информации об экологическом состоянии водоемов в отношении содержания солей тяжелых металлов в рыбе как одном из распространенных продуктов в рационе человека и животных и воде. Эти сведения необходимы для достоверной оценки безопасности водных объектов.

Данная исследовательская работа посвящена оценке экологической обстановки водоемов Красноярского края, а также изучению и сравнению динамики токсикоэлементов в гидробионтах.

В 2008–2009 гг. были проведены исследования реки Чулым Ачинского района по содержанию соединений тяжелых металлов в воде и рыбе данной речной экосистемы.

**Цель исследования.** Обосновать экологическое состояние р.Чулым Ачинского района по фактическому содержанию металлов-токсикантов на период проведения исследований.

**Задачи исследования**

1. Определить уровень содержания солей тяжелых металлов в воде, органах и тканях рыб р.Чулым Ачинского района.

2. Проследить динамику распределения солей тяжелых металлов в воде, органах и тканях рыб данного объекта исследований.

3. Сравнить динамику распределения соединений тяжелых металлов в органах и тканях рыб разных видов (окунь и карась) одной возрастной категории.

**Объекты и методы исследования.** Пробы органов и тканей отбирались от рыб (вид – окунь, возраст – 1–1,5 года; вид – карась, возраст – 1–1,5) водоема в количестве 10 образцов каждого вида в разное время года. Для исследования также была взята вода из реки в количестве 10 образцов по 1 литру.

Определение соединений тяжелых металлов проводилось в химико-токсикологическом отделе КГБУ «Крайветлаборатория» методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии. Для предварительной обработки проб использовался метод сухого озоления, с последующим определением токсикоэлемента в водном растворе на атомно-абсорбционном анализаторе «Solaar - S».

Содержание ртути в исследуемых образцах определяли методом абсорбции холодного пара. Для предварительной обработки проб использовался метод мокрого озоления, с последующим определением токсикоэлемента в водном растворе на ртутном анализаторе УКР-1МЦ.

**Результаты исследования.** Результаты фактического содержания и динамики распределения токсикоэлементов в зависимости от времени года в исследуемых образцах представлены в таблицах 1 и 2 и рисунках 1–10.

Таблица 1

## Среднее содержание тяжелых металлов в органах и тканях окуней и воде реки Чулым Ачинского района (2008 г.)

Проба	Токсикозле-мент	Кости	Жабры	Кожа	Мышцы	Печень	Вода
1	2	3	4	5	6	7	8
2008г. зима	Свинец	0,251±0,100 P<0,05	0,190±0,081 P<0,05	0,318±0,120 P<0,05	0,151±0,070 P<0,01	0,390±0,150 P<0,05	Менее 0,001
	Кадмий	0,019±0,012 P>0,1	0,015±0,012 P>0,1	0,01±0,008 P>0,1	Менее 0,01	0,027±0,016 P>0,1	0,0005±0,00013 P<0,01
	Медь	0,987±0,480 P>0,1	0,815±0,400 P>0,1	0,610±0,330 P>0,1	0,767±0,400 P>0,1	0,771±0,400 P>0,1	0,0130±0,0033 P<0,01
	Цинк	10,0±3,3 P<0,01	12,0±3,7 P<0,01	13,5±4,2 P<0,01	12,5±4,0 P<0,01	12,0±3,7 P<0,01	0,0900±0,0225 P<0,001
	Мышьяк	Менее 0,1	Менее 0,025				
	Хром	Менее 0,1	Менее 0,01				
	Ртуть	0,0020±0,0004 P<0,001	0,0020±0,0004 P<0,001	0,0050±0,0010 P<0,001	0,0010±0,0002 P<0,001	0,0025±0,0005 P<0,001	0,0001±0,00003 P<0,001
2008г. весна	Свинец	0,3079±0,1200 P<0,05	0,1620±0,0730 P<0,05	0,3901±0,1500 P<0,05	0,1800±0,0790 P<0,05	0,4100±0,1500 P<0,05	Менее 0,005
	Кадмий	0,021±0,012 P>0,1	0,0131±0,0120 P>0,1	Менее 0,01	Менее 0,01	0,0301±0,0160 P>0,1	0,0008±0,0002 P<0,001
	Медь	1,302±0,550 P<0,05	1,041±0,480 P<0,05	0,813±0,400 P<0,05	0,899±0,440 P<0,05	0,800±0,400 P<0,05	0,020±0,005 P<0,001
	Цинк	19,02±5,30 P<0,01	22,67±6,10 P<0,01	27,80±7,20 P<0,01	22,92±6,10 P<0,01	20,09±5,50 P<0,01	0,2100±0,0525 P<0,001
	Мышьяк	Менее 0,1	Менее 0,025				
	Хром	Менее 0,1	Менее 0,01				
	Ртуть	0,0050±0,0010 P<0,001	0,0020±0,0004 P<0,001	0,0020±0,0004 P<0,001	0,0010±0,0002 P<0,001	0,0050±0,0010 P<0,001	0,0002±0,00005 P<0,001

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
2008г. лето	Свинец	0,253±0,100 P<0,05	0,135±0,067 P<0,05	0,301±0,120 P<0,05	0,089±0,049 P>0,1	0,372±0,140 P<0,05	0,0010±0,0003 P<0,01
	Кадмий	0,0121±0,008 P>0,1	0,01±0,008 P>0,1	Менее 0,01	Менее 0,01	0,0202±0,0120 P>0,1	0,0002±0,00005 P<0,001
	Мышьяк	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,005
	Ртуть	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,0005
	Медь	1,22±0,530 P<0,05	0,989±0,480 P<0,05	0,613±0,330 P>0,1	0,818±0,400 P<0,05	0,860±0,440 P<0,05	0,0090±0,0023 P<0,01
	Цинк	18,78±5,30 P<0,01	17,06±4,80 P<0,01	17,98±5,00 P<0,01	16,18±4,60 P<0,01	19,00±5,30 P<0,01	0,100±0,025 P<0,001
	Хром	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,01
2008г. осень	Свинец	0,310±0,120 P<0,05	0,178±0,079 P<0,05	0,356±0,140 P<0,05	0,140±0,067 P<0,05	0,416±0,160 P<0,05	0,0011±0,0003 P<0,01
	Кадмий	0,017±0,012 1,42 P>0,1	Менее 0,01	0,01±0,008 1,25 P>0,1	Менее 0,01	0,031±0,016 P>0,1	0,0002±0,00005 P<0,001
	Мышьяк	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,01
	Ртуть	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,0005
	Медь	1,257±0,550 P<0,05	1,000±0,480 P<0,05	0,700±0,370 P>0,1	0,779±0,400 P<0,05	0,864±0,440 P<0,05	0,0100±0,0025 P<0,001
	Цинк	17,5±5,0 P<0,01	18,9±5,3 P<0,01	19,3±5,3 P<0,01	21,1±5,7 P<0,01	16,3±4,6 P<0,01	0,110±0,028 P<0,01
	Хром	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,01

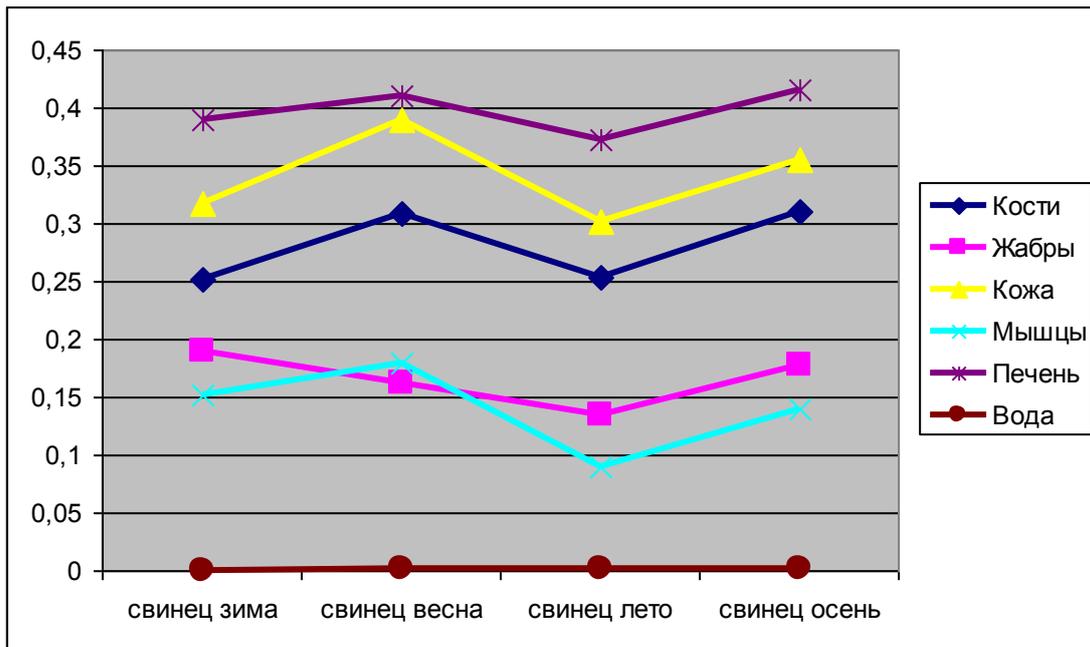


Рис. 1. Динамика распределения солей свинца в органах и тканях окуней реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

Как видно из графиков, изображенных на рисунке 1, наибольшее количество свинца обнаружено в печени, коже и костях, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено в жабрах и мышцах рыб. В осенний период наивысший уровень свинца в печени – 0,416 мг/кг и костях – 0,310 мг/кг. В коже и мышцах свинца больше весной – 0,390 и 0,180 мг/кг соответственно, в жабрах зимой – 0,190 мг/кг. Наименьшие количества свинца в костях обнаружено зимой – 0,251 мг/кг, во всех остальных органах – летом.

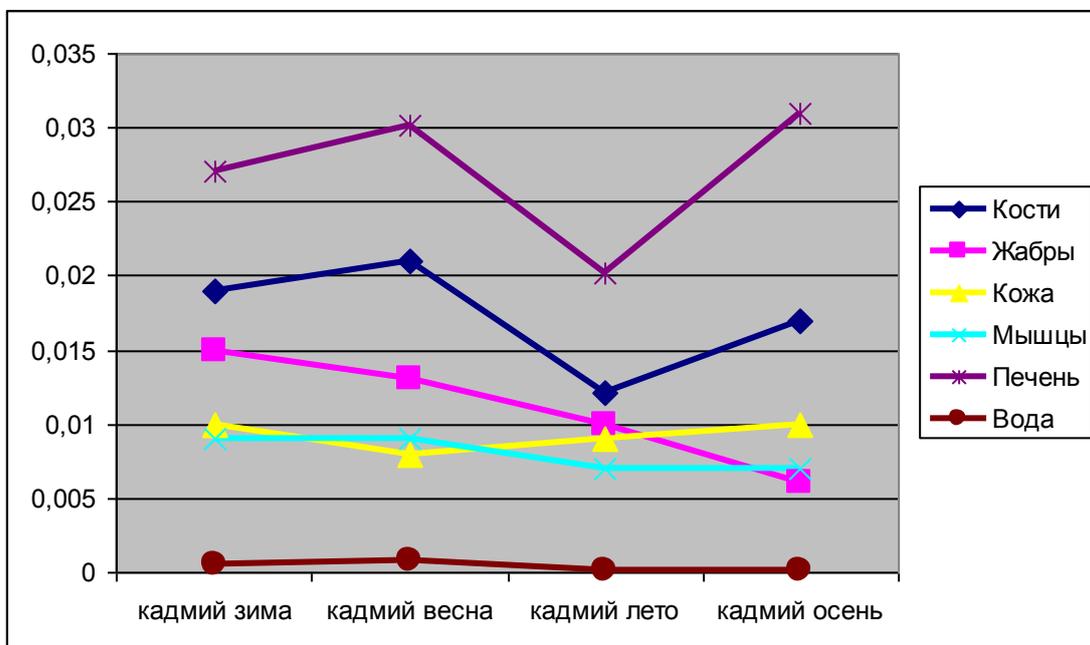


Рис. 2. Динамика распределения солей кадмия в органах и тканях окуней реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

Как видно на рисунке 2, наибольшее количество кадмия обнаружено в печени и костях, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено в мышцах, коже и жабрах рыб. Уровень кадмия в мышечной ткани рыб оказался ниже предела обнаружения. Наибольший уровень кадмия в печени и коже обнаружен осенью (0,031 и 0,010 мг/кг соответственно), в костях – весной – 0,021 мг/кг, в жабрах – зимой – 0,015 мг/кг. Наименьшие количества кадмия в печени обнаружены в летний период – 0,020 мг/кг, ниже предела обнаружения уровень кадмия был в жабрах – осенью, в коже – весной и летом.

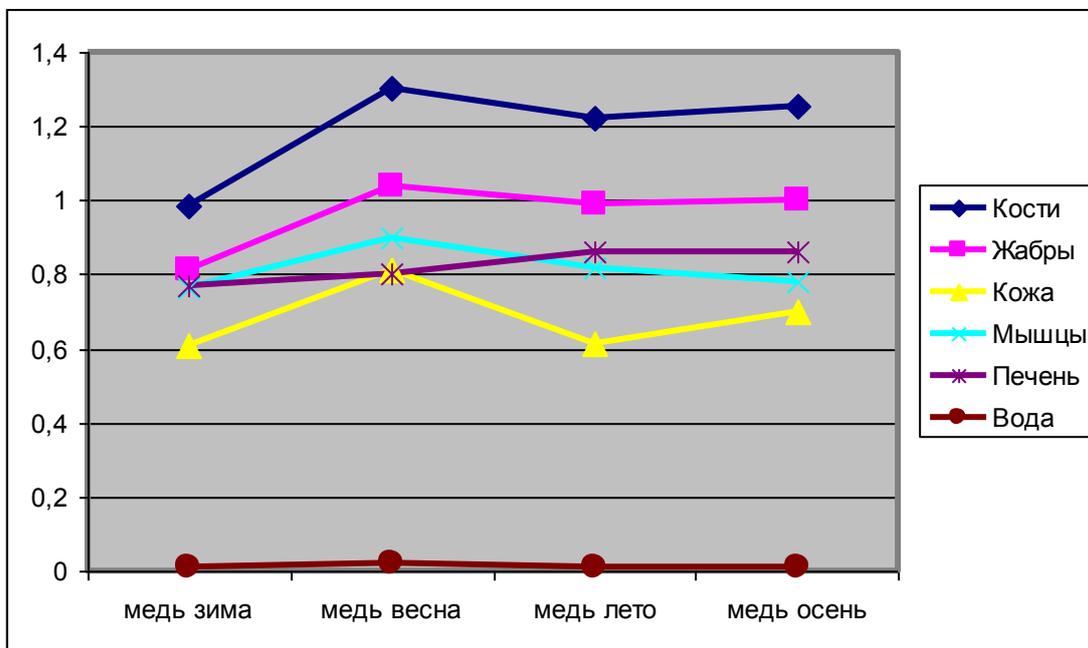


Рис. 3. Динамика распределения солей меди в органах и тканях окуней реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

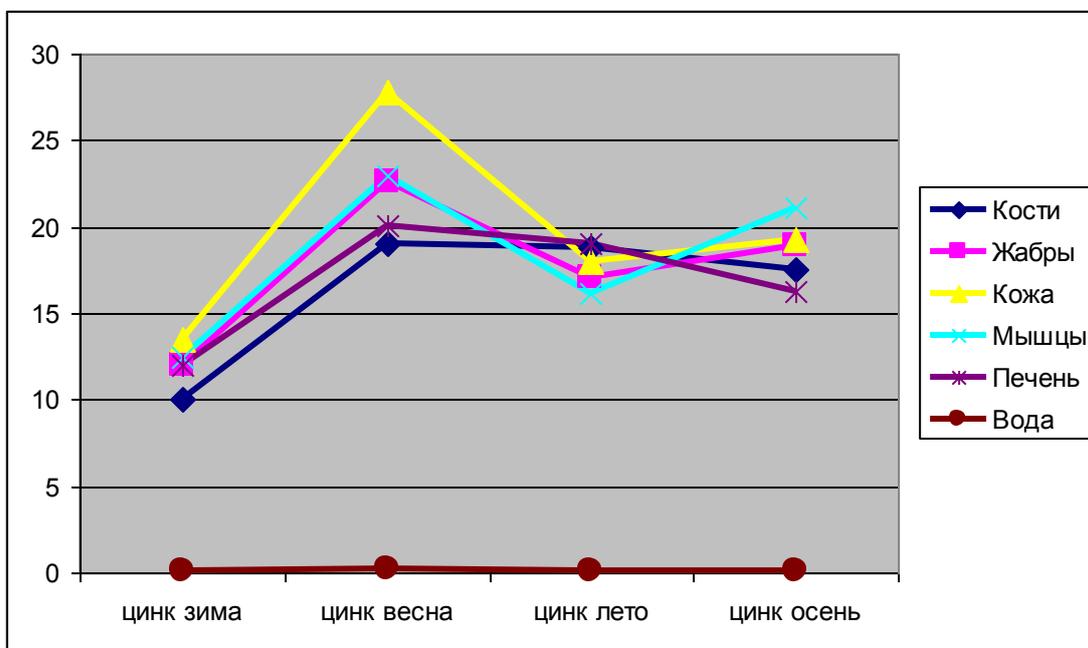


Рис. 4. Динамика распределения солей цинка в органах и тканях окуней реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

Таблица 2

## Среднее содержание тяжелых металлов в органах и тканях карасей и воде реки Чулым Ачинского района (2008 г.)

Проба	Токсикоэлемент	Кости	Жабры	Кожа	Мышцы	Печень	Вода
1	2	3	4	5	6	7	8
2008 г. зима	Свинец	0,250±0,100 P<0,05	0,200±0,081 P<0,05	0,311±0,120 P<0,05	0,150±0,070 P<0,01	0,340±0,150 P<0,05	Менее 0,001
	Кадмий	0,017±0,012 P>0,1	0,012±0,012 P>0,1	0,011±0,008 P>0,1	Менее 0,01	0,020±0,016 P>0,1	0,0005±0,0001 3 P<0,01
	Медь	0,900±0,480 P>0,1	0,810±0,400 P>0,1	0,650±0,330 P>0,1	0,777±0,400 P>0,1	0,780±0,400 P>0,1	0,0130±0,0033 P<0,01
	Цинк	11,0±3,3 P<0,01	12,5±3,7 P<0,01	13,0±4,2 P<0,01	12,0±4,0 P<0,01	12,5±3,7 P<0,01	0,0900±0,0225 P<0,001
	Мышьяк	Менее 0,1	Менее 0,025				
	Хром	Менее 0,1	Менее 0,01				
	Ртуть	0,0019±0,0004 P<0,001	0,0020±0,0004 P<0,001	0,0030±0,0010 P<0,001	0,0011±0,0002 P<0,001	0,0021±0,0005 P<0,001	0,0001±0,0000 3 P<0,001
2008 г. весна	Свинец	0,311±0,1200 P<0,05	0,150±0,0730 P<0,05	0,372±0,1500 P<0,05	0,185±0,0790 P<0,05	0,400±0,1500 P<0,05	Менее 0,005
	Кадмий	0,019±0,012 P>0,1	0,014±0,0120 P>0,1	Менее 0,01	Менее 0,01	0,022±0,0160 P>0,1	0,0008±0,0002 P<0,001
	Медь	1,310±0,550 P<0,05	1,050±0,480 P<0,05	0,850±0,400 P<0,05	0,900±0,440 P<0,05	0,850±0,400 P<0,05	0,020±0,005 P<0,001
	Цинк	19,00±5,30 P<0,01	22,50±6,10 P<0,01	24,00±7,20 P<0,01	23,12±6,10 P<0,01	21,00±5,50 P<0,01	0,2100±0,0525 P<0,001
	Мышьяк	Менее 0,1	Менее 0,025				
	Хром	Менее 0,1	Менее 0,01				
	Ртуть	0,0035±0,0010 P<0,001	0,0019±0,0004 P<0,001	0,0020±0,0004 P<0,001	0,0011±0,0002 P<0,001	0,0049±0,0010 P<0,001	0,0002±0,0000 5 P<0,001

1	2	3	4	5	6	7	8
2008 г. лето	Свинец	0,250±0,100 P<0,05	0,141±0,067 P<0,05	0,300±0,120 P<0,05	0,13±0,049 P>0,1	0,330±0,140 P<0,05	0,0010±0,0003 P<0,01
	Кадмий	0,0125±0,008 P>0,1	0,011±0,008 P>0,1	Менее 0,01	Менее 0,01	0,017±0,0120 P>0,1	0,0002±0,0000 5 P<0,001
	Мышьяк	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,005
	Ртуть	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,0005
	Медь	1,200±0,530 P<0,05	0,990±0,480 P<0,05	0,630±0,330 P>0,1	0,800±0,400 P<0,05	0,855±0,440 P<0,05	0,0090±0,0023 P<0,01
	Цинк	18,00±5,30 P<0,01	16,96±4,80 P<0,01	18,00±5,00 P<0,01	16,78±4,60 P<0,01	19,57±5,30 P<0,01	0,100±0,025 P<0,001
	Хром	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,01
2008 г. осень	Свинец	0,323±0,120 P<0,05	0,181±0,079 P<0,05	0,360±0,140 P<0,05	0,141±0,067 P<0,05	0,423±0,160 P<0,05	0,0011±0,0003 P<0,01
	Кадмий	0,019±0,012 1,42 P>0,1	Менее 0,01	0,012±0,008 1,25 P>0,1	Менее 0,01	0,027±0,016 P>0,1	0,0002±0,0000 5 P<0,001
	Мышьяк	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,01
	Ртуть	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,00125	Менее 0,0005
	Медь	1,500±0,550 P<0,05	1,050±0,480 P<0,05	0,800±0,370 P>0,1	0,790±0,400 P<0,05	0,858±0,440 P<0,05	0,0100±0,0025 P<0,001
	Цинк	17,51±5,0 P<0,01	19,00±5,3 P<0,01	19,55±5,3 P<0,01	20,90±5,7 P<0,01	15,90±4,6 P<0,01	0,110±0,028 P<0,01
	Хром	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,01

Как видно из графиков на рисунке 3, наибольшее количество меди обнаружено в жабрах и костях, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено в мышцах, коже и печени рыб. Наибольшее количество меди в мышцах – 1,302 мг/кг, костях – 1,041 мг/кг, жабрах – 0,813 мг/кг; коже отмечено весной – 0,899 мг/кг, в печени – осенью – 0,864 мг/кг. Низкий уровень токсикоэлемента во всех органах и тканях содержится зимой.

Как видно на рисунке 4, наибольшее количество цинка обнаружено в коже – 27,800 мг/кг, мышцах – 22,920 мг/кг, жабрах – 22,67 мг/кг – в весенний период, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено зимой в костях – 10,000 мг/кг и печени рыб – 12,000 мг/кг. Наибольшее количество соединений цинка во всех органах и тканях рыб обнаружено в весенний период. Наименьшее количество цинка во всех органах и тканях рыб содержится зимой.

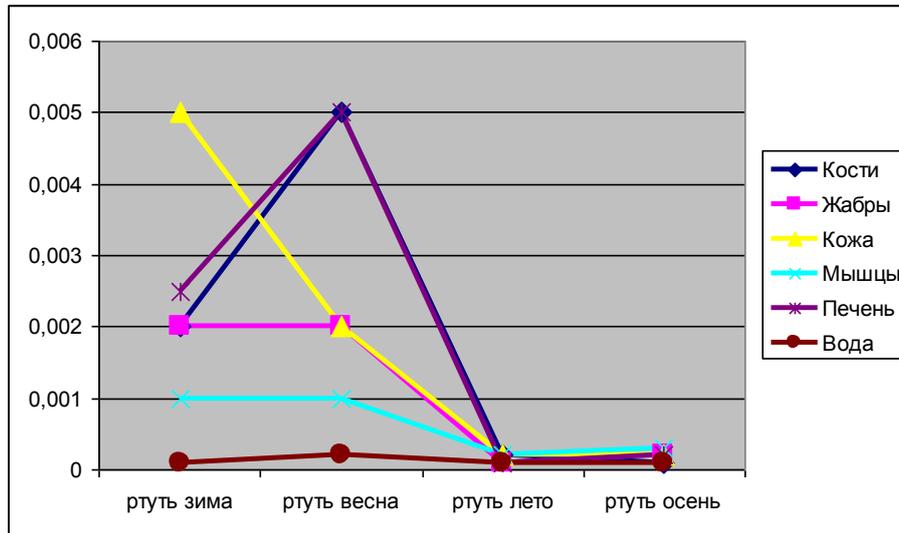


Рис. 5. Динамика распределения солей ртути в органах и тканях окуней реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

Как видно на рисунке 5, наибольшее количество ртути обнаружено в печени, коже и костях, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено в жабрах и мышцах рыб. В весенний период уровень ртути в печени и костях наивысший – 0,005 мг/кг. В жабрах и мышцах ртути больше зимой и весной – соответственно 0,002 и 0,001 мг/кг, в коже – зимой – 0,005 мг/кг. Наименьшие количества ртути в жабрах – 0,0001 мг/кг, мышцах – 0,0002 мг/кг и печени – 0,0001 мг/кг – обнаружены летом, в костях – осенью – 0,0001, в коже – летом и осенью – 0,0002 мг/кг.

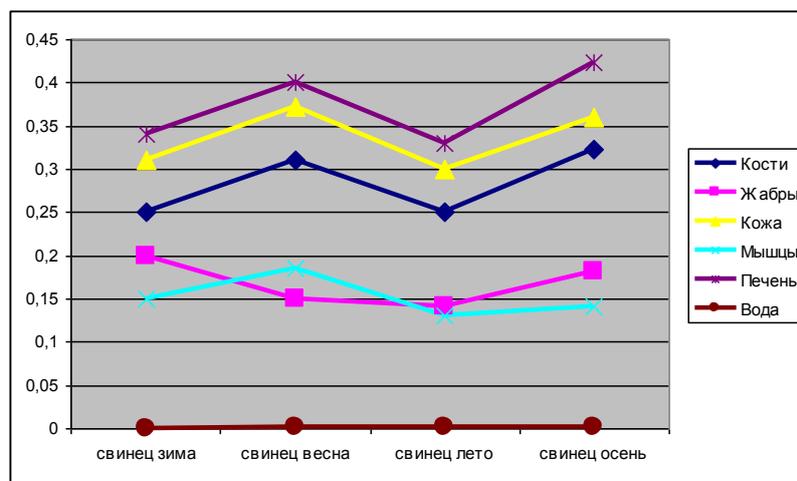


Рис. 6. Динамика распределения солей свинца в органах и тканях карасей реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

Как видно из графиков, изображенных на рисунке 6, наибольшее количество свинца обнаружено в печени, коже и костях, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено в жабрах и мышцах рыб. В осенний период наивысший уровень свинца в печени – 0,423 мг/кг и костях – 0,323 мг/кг. В коже и мышцах свинца больше весной – 0,372 и 0,185 мг/кг соответственно, в жабрах зимой – 0,200 мг/кг. Наименьшие количества свинца в костях обнаружены зимой и летом – 0,250 мг/кг, во всех остальных органах – летом.

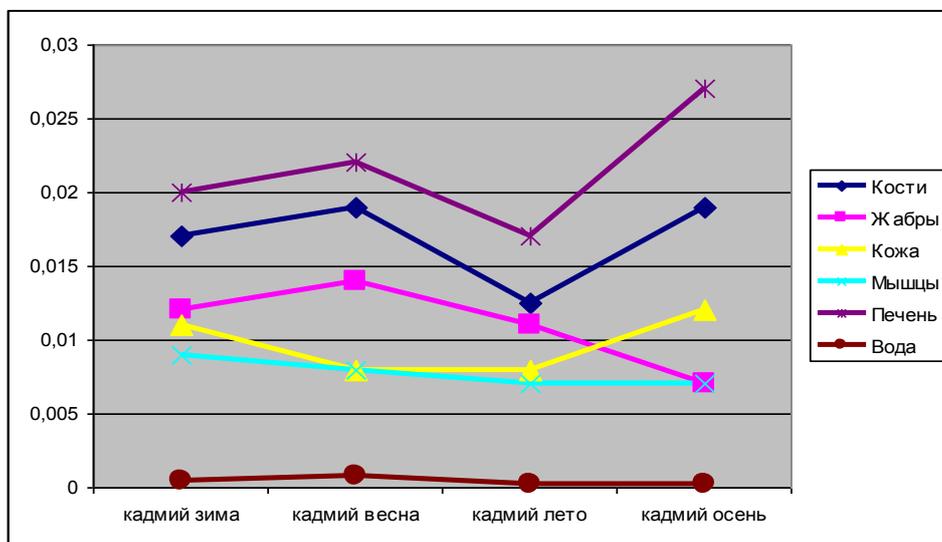


Рис. 7. Динамика распределения солей кадмия в органах и тканях карасей реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

Как видно на рисунке 7, наибольшее количество кадмия обнаружено в печени и костях, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено в мышцах, коже и жабрах рыб. Уровень кадмия в мышечной ткани рыб оказался ниже предела обнаружения. Наибольший уровень кадмия в печени и коже обнаружен осенью – 0,027 и 0,012 мг/кг соответственно, в костях – весной и осенью – 0,019 мг/кг, в жабрах – весной – 0,014 мг/кг. Наименьшие количества кадмия в печени обнаружены в летний период – 0,017 мг/кг, ниже предела обнаружения уровень кадмия был в жабрах – осенью, в коже – весной и летом.

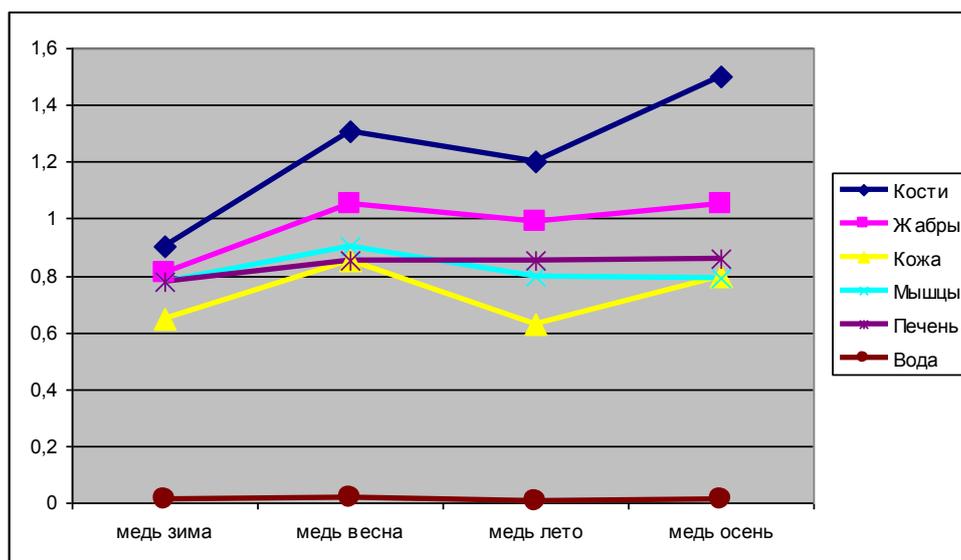


Рис. 8. Динамика распределения солей меди в органах и тканях карасей реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

Как видно из графиков на рисунке 8, наибольшее количество меди обнаружено в жабрах и костях, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено в мышцах, коже и печени рыб. Наибольшее количество меди в мышцах – 0,900 мг/кг и коже – 0,850 мг/кг – отмечено в весенний период, в жабрах – весной и осенью – 1,050 мг/кг, в костях и печени – осенью – 1,500 и 0,858 мг/кг соответственно. Низкий уровень токсикоэлемента во всех органах и тканях содержится зимой.

Как видно на рисунке 9, наибольшее количество цинка обнаружено в коже – 24,000 мг/кг, мышцах – 23,120 мг/кг, жабрах – 22,500 мг/кг – в весенний период, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено в костях – 11,000 мг/кг и печени – 12,500 мг/кг – зимой. Наибольшее количество соединений цинка во всех органах и тканях рыб обнаружено в весенний период. Наименьшие количества цинка во всех органах и тканях рыб содержатся зимой.

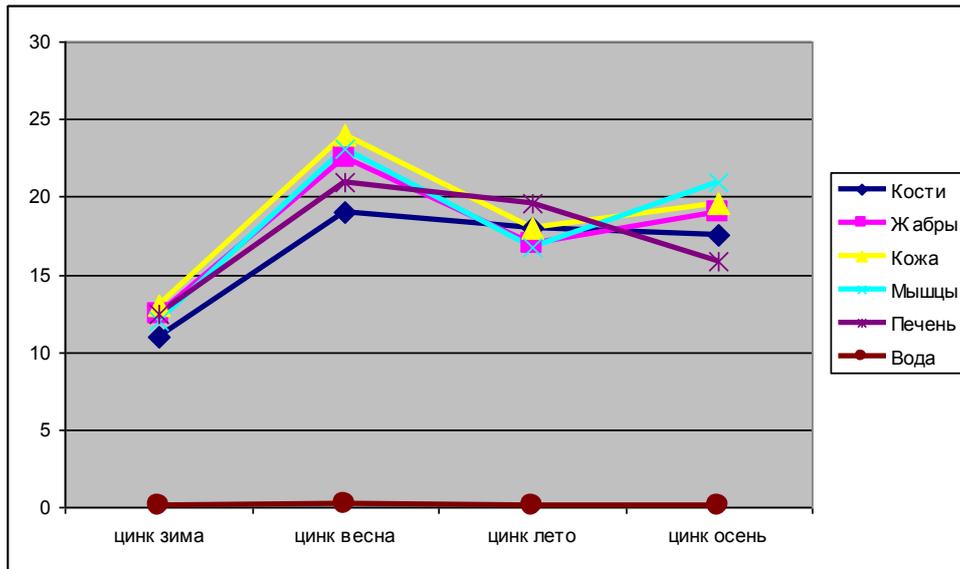


Рис. 9. Динамика распределения солей цинка в органах и тканях карасей реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

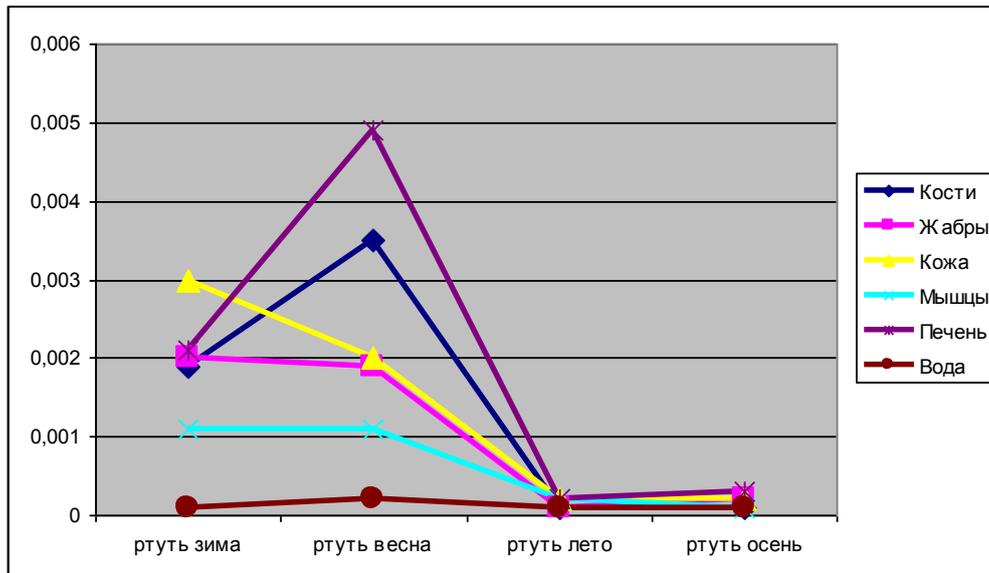


Рис.10. Динамика распределения солей ртути в органах и тканях карасей реки Чулым Ачинского района (2008 г.) в зависимости от сезонов года

Как видно на рисунке 10, наибольшее количество ртути обнаружено в печени, коже и костях, наименьшее содержание токсикоэлемента отмечено в жабрах и мышцах рыб. В весенний период уровень ртути в печени и костях наивысший – 0,0049 и 0,0035 мг/кг соответственно. В мышцах ртути больше зимой и весной – 0,001 мг/кг, в коже и жабрах – зимой – 0,003 и 0,002 мг/кг соответственно. Наименьшие количества ртути в жабрах и печени обнаружены летом – 0,0001 и 0,0002 мг/кг соответственно, в мышечной ткани рыб – осенью – 0,0001 мг/кг, в костях – 0,0001 мг/кг и коже – 0,0002 мг/кг – летом и осенью.

### Выводы

1. Результаты, полученные в ходе проведенных исследований, указывают на соответствие содержания тяжелых металлов в воде и рыбе р. Чулым Ачинского района СанПиН 2.3.2. 1078-01 от 2002 года.
2. Фактическое содержание соединений тяжелых металлов в воде и тканях рыбы исследуемого водоема, тем не менее, свидетельствует о природно- антропогенном воздействии на данную речную экосистему.
3. Прослеживается следующая динамика накопления токсикоэлементов в связи с сезонностью: наибольшее загрязнение тяжелыми металлами отмечается в весенний период, в осенний и зимний периоды контаминация токсикоэлементами водоема несколько ниже, чем весной, наименьшее содержание соединений тяжелых металлов определяется летом.
4. Наиболее высокие уровни свинца, кадмия, ртути определяются в печени рыбы, меди – в костях и жабрах, цинка – в коже, жабрах и мышечной ткани рыб. Минимальные количества свинца, кадмия и ртути определяются в мышцах, меди – в коже, цинка – в костях.
5. Динамика накопления и распределения соединений тяжелых металлов в органах и тканях карася и окуня схожая, то есть вид не оказывает выраженного влияния на кумуляцию токсикоэлементов в организме рыб.
6. На основании проведенных исследований рекомендовать постоянный эколого-токсикологический мониторинг гидробионтов и р. Чулым Ачинского района.

### Литература

1. *Василовский А.М.* Риски для здоровья населения Красноярского края, обусловленные потреблением продуктов питания, контаминированных тяжелыми металлами // Вопросы питания. – 2009. – №1. – С. 6.
2. Государственный отчет о состоянии окружающей природной среды Иркутской области, 1996. – Иркутск, 1997. – С. 230.
3. *Морозова С.П.* Поступление ртути и мышьяка с рационами питания в организм взрослых и детей // Гигиена и санитария. – 1991. – № 7. – С. 38–40.
4. *Тимова Е.В.* Основы сельскохозяйственной экотоксикологии. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2001.
5. *Forsther U.* Integrated pollution control. – Berlin, 1995. – Chapter 3.3. – P. 100–107.

