

## ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ РЫБ РЕКИ БЕЛОЙ

Беляева А.А.<sup>1</sup>, Кутлин Н.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Бирский филиал Башкирского государственного университета, Бирск, e-mail: beliaevaalesya@yandex.ru*

Данная статья посвящена оценке экологического состояния ихтиофауны р. Белая на территории Бирского района. Речная система проходит через города Республики Башкортостан, тем самым неся в себе различные техногенные загрязнения. Река имеет свойство накапливать тяжелые металлы, содержание которых может нести высокую токсикологическую опасность для человека. Для изучения поступления металлов в реку Белая оценена вода исследуемого нами объекта, а также содержание тяжелых металлов (Fe, Zn, Cu, Pb) в органах и тканях рыб семейств Карповых (Cyprinidae) и Окуневых (Percidae). Исследования были проведены в г. Бирске Республики Башкортостан в 2015-2017 годах в весенний период каждого года. Представлены и проанализированы результаты содержания тяжелых металлов в ихтиофауне, воде р. Белой.

Ключевые слова: тяжелые металлы, ихтиофауна, рыбы, река Белая.

## HEAVY METALS IN ORGANS AND TISSUES OF FISH RIVERS WHITE

Belyaeva A.A.<sup>1</sup>, Kutlin N.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Birsk branch of the Bashkir State University, Birsk, e-mail: beliaevaalesya@yandex.ru*

This article is devoted to the assessment of the ecological status of the ichthyofauna of the river. White on the territory of the Birsky district. The river system passes through the cities of the Republic of Bashkortostan, thereby carrying a variety of man-made pollution. The river has the property of accumulating heavy metals, the content of which can carry a high toxicological hazard to humans. To study the supply of metals to the White River, the water of the object under study, as well as the content of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Pb) in the organs and tissues of fish of the Cyprinidae and Percidae families is estimated. The studies were conducted in Birsk, Republic of Bashkortostan in 2015 - 2017 in the spring period of each year. The results of heavy metals in the ichthyofauna, White.

Keywords: heavy metals, ichthyofauna, fish, Belaya river.

В связи с увеличивающимся загрязнением природных вод территории Российской Федерации особый интерес и важное практическое значение имеет изучение экологии рыб как важнейших представителей гидробионтов, играющих значительную роль в водных экосистемах [1]. Острота экологической ситуации в Республике Башкортостан в первую очередь затрагивает интересы рыбного хозяйства, поскольку водоёмы являются местом обитания промысловых видов рыб, а техногенное загрязнение практически всегда проявляется в накоплении целого ряда химических соединений в различных объектах окружающей среды и биоты. По уровню рыбоводства РБ занимает ведущее место в Приволжском федеральном округе РФ, рыба в основном идет на местное потребление.

Для эффективного развития рыболовства необходимы комплексные исследования по рациональному использованию биологических ресурсов. В этой связи назрела необходимость изучения степени загрязнения водных экосистем на территории Башкортостана для оценки биоаккумуляции и негативного влияния токсикантов на организмы гидробионтов. Особую опасность для водных объектов несут тяжелые металлы, т.к. они не имеют свойства растворяться в воде, они способны всего лишь изменить форму

своего существования, сохраняясь в ней длительное время, даже после устранения источника загрязнения [2].

Тяжелые металлы, дибензодиоксины и полихлорированные бифенилы относятся к наиболее опасным химическим загрязнителям, что обусловлено физиолого-биохимическими особенностями их действия и передачей по трофическим цепям. Рыбы завершают трофические цепи водоема и накапливают тяжелые металлы. В связи с этим исследование ихтиофауны р. Белой, которая имеет для населения значимое пищевое значение, приобрело для нас особую актуальность.

Целью нашего исследования было комплексное изучение состояния реки и оценки ихтиоресурсов по биоаккумуляции тяжелых металлов (Fe, Zn, Cu, Pb) в тканях и органах промысловых видов рыб различных экологических групп реки Белой в районе г. Бирска.

Исследования были проведены в г. Бирске Республики Башкортостан в 2015-2017 годах в весенний период каждого года. Пробы воды были отобраны с рек Белая и Бирь и исследовались на наличие тяжелых металлов (Pb, Cu, Cd, Hg, Zn) на базе лаборатории Центра ФГУЗ «ЦГЭ в РБ» атомно-абсорбционным методом спектрометрии на приборе «Спектр-5М» согласно требованиям ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов» [3].

Для характеристики уровня содержания тяжелых металлов в тканях и органах рыб полученные концентрации сравнивали с нормативами (СанПиН 2.3.2. 560-96; СанПиН 2.3.2.1078-01) – «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов». Для проведения измерения массовых концентраций кадмия, меди, свинца, ртути и цинка в пробах воды применялся атомно-абсорбционный спектрометр «КВАНТ-Z.-ЭТА» с электротермическим атомизатором и зеемановской коррекцией фонового (неатомного) поглощения резонансного излучения [4].

С целью исследования были выбраны виды рыб, которые имеют широкое распространение по всему району исследования и являются преобладающими видами ихтиофауны изучаемого водоема: лещ (*Abramis brama*), карась обыкновенный (*Carassius carassius*), карп (*Cyprinus carpio carpio*) (Н.А. Руднева, 2001).

Материал для исследования был собран с реки Белой. Проведена предварительная влажная минерализация проб в концентрированной азотной кислоте с последующим термическим разложением по методике ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02. Все концентрации металлов в рыбах рассчитаны в мкг/кг сухой массы [5].

Выбор металлов определялся следующими соображениями: Cu и Zn относятся к биогенным элементам, но при высоких концентрациях могут оказывать негативное воздействие на живые организмы. Кроме того, Cu и Zn являются трассерами антропогенного

воздействия. Соединения Cd, Hg и Pb были выбраны потому, что они свидетельствуют об антропогенном характере воздействия на окружающую среду.

Нами была проведена оценка качества воды реки Белой. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели воды р. Белая в районе г. Бирск

№№ Пп	Ингредиенты	ПДК	Выше города, мг/л	Ниже города, мг/л
1.	рН	6,5-8,5	7,6	7,8
2.	Взвеш. в-ва	10	16,150	16,170
3.	ХПК	Не норм-ся	13,475	14,925
4.	БПК полное	4	5,450	5,450
5.	Ион аммония	1,5	0,750	0,825
6.	Нитрат-ион	4,5	3,550	3,675
7.	Нитрит-ион	3,3	0,076	0,080
8.	Фосфат-ион	1,14	0,187	0,203
9.	Сульфат-ион	500	212,000	214,100
10.	Хлорид-ион	300	103,515	101,800
11.	Нефтепродукты	0,5	0,173	0,179
12.	СПАВ	0,10	0,028	0,033
13.	Железо	0,1	0,546	0,567
14.	Хром <sup>3-вален.</sup>	0,075	0,008	0,008
15.	Хром <sup>6-вален.</sup>	0,05	0,008	0,008
16.	Медь	0,1	0,001	0,001
17.	Цинк	1	Не обнаружено	Не обнаружено
18.	Никель	0,02	0,01	0,01
19.	Свинец	0,005	Не обнаружено	Не обнаружено
20.	Кадмий	0,1	Не обнаружено	Не обнаружено
21.	Марганец	0,1	0,01	0,01
22.	Алюминий	0,2	0,018	0,018
23.	Фенолы	0,001	0,004	0,004
24.	Сухой остаток	1000	400,050	398,750
25.	Жиры	Не норм-ся	0,121	0,234

26.	Растворенный кислород	Не менее 4	7,5	7,49
-----	-----------------------	------------	-----	------

Из приведенных данных, представленных в таблице 1, видно, что пробы воды р. Белой, взятые выше и ниже города Бирска несколько отличаются. Например, заметное превышение за пределами города нами выявлено по таким показателям, как жиры (почти в 2 раза), СПАВ (17%), ХПК (1,7%), фосфат-ион (8,5%), нефтепродукты (3,46%) и pH (2,6%), незначительное увеличение наблюдается по содержанию хлорид-, сульфат-ионов, растворенного кислорода. Содержание таких тяжелых металлов, как хром, медь, никель, марганец и алюминий, не меняется в зависимости от их места взятия. Нами в воде не было обнаружено цинка, свинца и кадмия.

Таким образом, нами выявлено значительное превышение отдельных тяжелых металлов и других веществ в воде в нижнем течении р. Белой. Все они не превышают предельно допустимую концентрацию.

В наш век широко используются металлы, постоянный контакт человека с различными макро- и микроэлементами резко увеличивается, не исключается возможность избыточного накопления их в организме и опасность проявления побочного и даже токсического действия. С другой стороны, в организме имеются барьерные механизмы, препятствующие проникновению избыточного количества макро- и микроэлементов и тяжелых металлов. В связи с этим в качестве биоиндикаторов нами были выбраны представители ихтиофауны исследуемых водоемов.

Ртуть относится к наиболее опасным тяжелым металлам (I класс опасности), поступая в поверхностные воды, она попадает в органы и ткани водных живых объектов, может вступать в биохимические реакции со многими белками крови и тканей и независимо от видовой принадлежности накапливается в организме. Полученные нами результаты по накоплению ртути в органах и тканях рыб представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание ртути в органах и тканях рыб р. Белая, мг/кг (ПДК=0,5 мг/кг)

Ткани и органы	Виды рыб	
	Лещ	Карась
Печень	Не обнаруж.	Не обнаруж.
Мышцы	Не обнаруж.	Не обнаруж.
Жабры	Не обнаруж.	Не обнаруж.
Кровь	Не обнаруж.	Не обнаруж.

Селезенка	Не обнаруж.	Не обнаруж.
-----------	-------------	-------------

Из данных, приведенных в таблице 2, мы видим, что у исследуемых рыб в р. Белая в органах и тканях нами не было обнаружено ртути.

Свинец относится к I классу опасности. Особенности его нахождения в природных водах и миграция объясняются тем, что он сравнительно легко вступает в реакции с водными примесями, образуя малорастворимые соединения. Его концентрация в воде невелика и не превышает 10 мкг/л. Водные растения также способны хорошо аккумулировать свинец. Как отмечает А.С. Ваганов (2012), в органах и тканях свинец накапливается незначительно, поэтому для человека в этом звене трофической цепи является относительно неопасным. По мнению многих отечественных ученых, метилированные соединения свинца в рыбе незагрязненных водоемов обнаруживаются относительно редко. В регионах с промышленными выбросами накопление тетраметилсвинца в тканях рыб протекает эффективно и быстро, поэтому острое и хроническое воздействие свинца наступает при уровне загрязненности 0,1-0,5 мкг/л. Результаты накопления свинца в органах и тканях рыб реки Белая представлены в таблице 3.

Таблица 3

Динамика содержания свинца в некоторых органах и тканях рыб р. Белая, мг/кг  
(ПДК= 1,0 мг/кг)

Ткани и органы	Виды рыб	
	Лещ	Карась
Печень	0,025	0,0052
Мышцы	0,019	0,014
Жабры	0,011	0,0061
Кровь	0,0082	0,0087
Селезенка	0,036	0,020

Проведенный нами анализ таблицы показал, что караси, выловленные в р. Белая, имеют большее содержание в селезенке, мышцах, а у леща – в печени (80%), в мышцах (35%) и селезенке (8%).

Медь относится ко II классу опасности. Основным источником поступления меди в природные воды являются стоки предприятий химической промышленности, альдегидные реагенты, используемые для уничтожения водорослей. Медь появляется в результате коррозии медных трубопроводов и других сооружений, используемых в системах

водоснабжения. Результаты исследования по содержанию меди в органах и тканях рыб р. Белая представлены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание меди в органах и тканях рыб р. Белая, мг/кг (ПДК= 10 мг/кг)

Ткани и органы	Виды рыб	
	Лещ	Карась
Печень	0,052	0,070
Мышцы	0,047	0,072
Жабры	0,049	0,038
Кровь	0,039	0,058
Селезенка	0,029	0,0062

Из данных, приведенных в таблице 4, видно, что у образцов с р. Белая нами выявлено большее содержание меди в печени, мышцах, крови и селезенке карася, тогда как в жабрах леща, наоборот, ее содержание на 28% больше, чем у карася.

Кадмий является одним из токсичных тяжелых металлов. Он проявляет меньшую токсичность по отношению к растениям, нежели метилртуть. Для живых организмов опасен тем, что может замещать цинк в ферментах, которые содержат в своих активных центрах металлы, что приводит к резкому нарушению в функционировании ферментативных процессов. Этот металл накапливается водными растениями и тканями внутренних органов рыб. Порог острой токсичности кадмия варьирует в пределах от 0,09 до 105 мкг/л для пресноводных рыб. По мнению многих отечественных ученых, увеличение жесткости воды повышает степень защиты организма от отравления кадмием. Результаты концентраций кадмия в органах и тканях изучаемых рыб представлены в таблице 5.

Таблица 5

Концентрация кадмия в органах и тканях рыб р. Белая, мг/кг (ПДК= 0,1 мг/кг)

Ткани и органы	Виды рыб	
	Лещ	Карась
Печень	Менее 0,005	Менее 0,005
Мышцы	Менее 0,005	Менее 0,005
Жабры	Менее 0,005	Менее 0,005
Кровь	Менее 0,005	Менее 0,005
Селезенка	Менее 0,005	Менее 0,005

Из приведенных данных в таблице 5 видно, что концентрация кадмия независимо от видовой принадлежности рыб в их организме содержится в ничтожно малых количествах и не превышает ПДК.

Цинк широко применяется в технике, занимает 4-е место вслед за сталью, алюминием и медью, а по содержанию в поверхностных водах – находится на 2-м месте после марганца. Соединения цинка в водоемы попадают вместе со сточными водами, вымываются из оцинкованных труб и иных коммуникаций, могут накапливаться и поступать в воду из ионообменных фильтров. Данные по накоплению цинка в тканях и органах рыб представлены в таблице 6.

Таблица 6

Накопление цинка в отдельных органах и тканях рыб в р. Белая, мг/кг (ПДК = 40 мг/кг)

Ткани и органы	Виды рыб	
	Лещ	Карась
Печень	Менее 0,005	Менее 0,005
Мышцы	Менее 0,005	Менее 0,005
Жабры	Менее 0,005	Менее 0,005
Кровь	Менее 0,005	Менее 0,005
Селезенка	Менее 0,005	Менее 0,005

Приведенные данные таблицы 6 свидетельствуют о том, что у всех изучаемых видов рыб цинк содержится в очень малом количестве и не превышает ПДК.

Таким образом, по гидрохимическому составу река Белая является экологически неблагополучной. Такие показатели, как железо, БПК и взвешенные вещества, в воде реки превышают предельно допустимые концентрации этих веществ. При изучении содержания тяжелых металлов в органах и тканях рыб выявлено следующее:

- накопление ртути во всех исследуемых рыбах обнаружено не было;
- наибольшее содержание свинца нами было выявлено в селезенке леща, данный элемент не превышает 0,036 мг/кг. Наименьшее количество свинца в крови леща обнаружено в р. Белой (0,0082 мг/кг);
- содержание меди в органах и тканях исследуемых рыб показало, что наименьшее ее содержание у карася, обитающего в р. Белой (0,0062 мг/кг);
- концентрация кадмия и цинка свидетельствует о том, что в изучаемых нами видах рыб эти металлы содержатся в очень малых количествах (менее 0,005 мг/кг).

В целом лабораторные исследования показали, что уровень содержания тяжелых

металлов в органах и тканях исследуемых рыб находится в пределах нормы и не превышает ПДК.

### Список литературы

1. Виноградов Г.Д., Чулкин Р.В., Виноградов Я.Г. Мониторинг биоресурсов р. Белой на территории Бирского района // Сборник науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. «Современные тенденции в биологических науках», 2010. – Уфа. – С. 78-80.
2. Курамшина Н.Г., Курамшин Э.М., Николаева С.В. Биоаккумуляция ТМ в рыбе водных объектов РБ // Сборник науч. тр. междун. науч.-практ. конф. «Экологическая безопасность и охрана природной среды» в рамках экологического форума и специализированной выставки «Уралэкология. Промышленная безопасность», 2012. – Уфа, 2012. – С. 91-94.
3. Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг. Загрязнение морских вод тяжелыми металлами. - СПб.: Наука, 1989. - 192 с.
4. Беляева А.А., Пурина Е.С. Выбросы с предприятия «Полиэф» в реку Белая // Сборник науч.-практ. конф. «Опыт, проблемы, перспективы», 2015. – Бирск, 2015. – С. 101-103.
5. Попова Н.В., Маркова Л.Н. Комплексная оценка качества воды Нижней Лены и содержание тяжелых металлов в мышечной ткани промысловых рыб // Роль аграрной науки в развитии сельскохозяйственного производства Якутии: сб. мат. науч.-произв. конф. – Новосибирск: Агрос, 2007. – С. 225-228.