

Зарипова Ф.Ф.<sup>1</sup>, Файзулин А.И.<sup>2</sup>, Юмагулова Г.Р.<sup>3</sup><sup>1</sup>Сибайский филиал Башкирского государственного университета, г. Сибай<sup>2</sup>Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти<sup>3</sup>Башкирский государственный университет, г. Уфа

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЕЧЕНИ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ *RANA RIDIBUNDA PALLAS*, 1771 БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ

**Анализ содержания тяжелых металлов в печени озерной лягушки выявил прямую зависимость накопления цинка от содержания в воде. Наиболее опасным токсикантом в районе исследования является кадмий, содержание его в печени большинства особей превышает ПДК в 1,16–12,66 раза, а ПДУ – в 1,23–3,61 раза.**

**Ключевые слова:** биоаккумуляция, водная среда, тяжелые металлы, озерная лягушка, химическое загрязнение.

В настоящее время тяжелые металлы (ТМ) являются одними из основных загрязнителей природных экосистем. Биогенные (медь, цинк) и токсические (кадмий, свинец) микроэлементы мигрируют в среде, проникая и накапливаясь в живых организмах. При этом наибольшая аккумуляция ТМ отмечается у донных гидробионтов, водных и наземных хищников. В этой связи озерная лягушка *Rana ridibunda* Pallas, 1771, ведущая как околоводный, так и придонный образ жизни, является уникальным объектом для мониторинга накопления ТМ. Данный вид накапливает ТМ диффузно через кожу, при дыхании, а также питания как наземными, так и водными кормами [2].

На территории Башкирского Зауралья ТМ являются основными загрязнителями водоемов и почвы региона. Исследования по накоплению ТМ амфибиями в изучаемом регионе ранее не проводились. Цель нашей работы – проанализировать степень накопления печенью озерной лягушки биогенных и токсичных микроэлементов в водоемах Башкирского Зауралья.

Статистический анализ проведен по принятой методике [1]. Использованы предельно допустимые концентрации (ПДК) в организме и предельно допустимый уровень содержания в печени (ПДУ), установленные для рыб [3]. В июле-августе 2008 г. исследованы выборки озерных лягушек из местообитаний с критическим и высоким содержанием ТМ. Для пруда р. Таналык в черте г. Баймак отмечено превышение ПДК цинка в 165, меди в 35 раз; для пруда на р. Худолаз окрестности г. Сибай превышение ПДК цинка – в 3, меди – в 7 раз (ПДК взяты для рыбохозяйственных водоемов). Количественный химический анализ на содержание ТМ (кадмия, свинца, меди и цинка) в печени проведен ин-

версионно-вольтамперометрическим методом (ИВА) определения массовых концентраций элементов в растворе подготовленной пробы на анализаторе СТА.

Расчет концентраций металлов в органах проведен по стандартной методике [2] в мг/кг сухой массы (таблица).

Кадмий. Весь диапазон содержаний кадмия в печени сильно варьирует, при этом выделяются особи с высоким (4,12–13,92 мг/кг) и более низким (2,26–3,01 мг/кг) содержанием кадмия в печени. В окрестностях г. Сибай обнаружены особи с высоким (12,94 мг/кг), средним (4,74–6,36 мг/кг) и низким (менее 1,28 мг/кг) содержанием этого металла. Высокое накопление кадмия в организме озерной лягушки связано с образом жизни. В период активности озерная лягушка затаивается, добывает корм, а вне его зимует на дне водоема, закопавшись в ил, который обладает большой сорбционной способностью, аккумулируя кадмий.

Свинец. В г. Баймак повышенное содержание свинца наблюдалось у половины исследованных особей *R. ridibunda* (от 1,69 до 3,66 мг/кг), остальные представители имели более низкие показатели концентрации этого металла 0,74–0,30 мг/кг (n=4). В г. Сибай максимальная концентрация свинца (1,18 мг/кг) обнаружена только у одной особи, у остальных этот показатель низкий – менее 0,71 мг/кг (n=7). При этом содержание свинца в печени особей озерных лягушек из г. Баймак статистически достоверно выше (p<0,05).

Медь. В зоне критического загрязнения медью (г. Баймак) отмечены особи с повышенным содержанием меди в печени (182,14–372,34 мг/кг) (n = 5) и с более низким (менее 66,58 мг/кг) содержанием данного металла (n=5). Не-

Таблица 1. Содержание ТМ в печени озерной лягушки (мг/кг сухой массы) и воде (мг/дм<sup>3</sup>) Башкирского Зауралья

Параметры		Медь	Свинец	Цинк	Кадмий
г. Баймак, пруд р. Таналык (n=10)					
В печени	M ± S <sub>m</sub>	167,85±43,83	1,31±0,39	879,17±151,67	6,05±1,02
	S	138,61	1,24	479,64	3,23
	min-max	34,16–372,34	0,18–3,66	314,32–1695,41	2,26–13,93
В воде (мг/дм <sup>3</sup> )		0,035	Ниже ПДК	1,65	Ниже ПДК
окр. г. Сибай, пруд на р. Худолаз (n=8)					
В печени	M ± S <sub>m</sub>	190,31±41,54	0,64±0,09	652,54±108,45	4,55±1,50
	S	117,50	0,25	306,74	4,25
	min-max	14,05–343,27	0,38–1,18	399,00–1171,15	0,07–12,94
В воде (мг/дм <sup>3</sup> )		0,007	Ниже ПДК	0,03	0,001

смотря на низкое содержание меди в р. Худолаз, наблюдается накопление этого металла в печени озерных лягушек данного биотопа. Так, здесь встречаются особи *R. ridibunda* с высокой (253,01–343,26 мг/кг, n=4), средней (93,49–128,24 мг/кг, n=3) и низкой (14,05 мг/кг, n=1) степенью аккумуляции этого металла.

Цинк. Этот элемент отличается наибольшими концентрациями по сравнению с другими металлами. Максимальное его количество обнаружено в печени озерной лягушки в зоне наибольшей концентрации, в пруду р. Таналык г. Баймак, где отмечено в высоких (953,57–1695,41 мг/кг) (n=5) и более низких концентрациях (314,32–673,21 мг/кг) (n=5). Для пруда р. Худолаз накопление достигает 834,93–1171,15 мг/кг (n=3), у остальных особей концентрация цинка ниже 399–541,93 мг/кг (n=5). По данным таблицы видно, что концентрация этого металла в воде пропорциональна аккумуляции его в печени озерной лягушки.

Таким образом, наиболее высокие усредненные показатели ( $M \pm S_m$ ) цинка, кадмия, свинца наблюдались в печени у озерных лягушек, обитающих на территории г. Баймак, меди – для окрестностей г. Сибай. Ряд распределения концентраций металлов в печени озерной лягушки имеет вид: Zn>Cu>Cd>Pb. Он несколько отличается от аналогичных рядов содержания металлов в печени озерной лягушки Приднепровья [2], где имеет

вид: Zn>Cu>Pb>Cd в зоне контроля и Cu>Zn>Pb>Cd в зоне загрязнения тяжелыми металлами.

В процессе высушивания масса печени озерной лягушки уменьшается в 6,5–4,5 раза. Пересчет концентраций металлов с сухого на сырое вещество произведен делением на коэффициент 5,5. Для токсичных микроэлементов выявлено превышение ПДК в 2,06–12,66 раза по кадмию для всех особей из пруда р. Таналык и в 1,16–11,76 раза 75% особей р. Худолаз. Превышение предельно допустимого уровня для кадмия в 1,25–3,61 раза и 1,23–3,36 раза, установленного для печени рыб [3], составило для этих выборок 80% и 62,5% соответственно.

Для биогенных элементов превышение ПДК меди в 1,21–6,76 раза выявлено у 60% особей, обитающих в г. Баймак, и выше ПДК в 1,70–6,24 раза у 87,5% особей *R. ridibunda*, обитающих в окрестностях г. Сибая. У всех особей выявлено превышение ПДК цинка в 1,42–7,71 раза для популяций из г. Баймак и 1,81–5,32 раза для особей р. Худолаз. Высокие содержания цинка и меди в организме амфибий связаны с высоким загрязнением водоемов. При этом содержание кадмия в водоемах не превышало ПДК, однако высокая аккумуляция в печени озерной лягушки показала, что данный микроэлемент является основным токсикантом на исследованной территории Башкирского Зауралья.

**Список использованной литературы:**

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.
2. Мисюра А. Н., Марченковская А. А., Чернышенко С. В. Характеристика показателей накопления микроэлементов в организме амфибий из биотопов, находящихся под влиянием отходов предприятий различных видов промышленности // Праці Українського герпетологічного товариства, 2008. №1. С. 47–54.
3. Санитарные правила и нормы (СанПиН). М., 1997.