

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ ПИЯВОК, ОБИТАЮЩИХ В ОЗЕРАХ ЮЖНОГО УРАЛА

**В статье проводится сравнительный анализ аккумуляции тяжелых металлов хищными и кровососущими пиявками, обитающими в водоемах Ильменского заповедника и на прилегающих к нему территориях. Исследования показали видоспецифичность в накоплении тяжелых металлов тканями пиявок.**

**Ключевые слова:** пиявки, тяжелые металлы, биоаккумуляция.

### Введение

Высокая антропогенная нагрузка на природные комплексы, возрастающие масштабы техногенных выбросов в атмосферу, рост числа сбросов неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод экологически опасных производств ведут к возрастанию токсического загрязнения, экологического риска и деградации водных экосистем.

В настоящее время одной из наиболее опасных групп токсикантов считаются тяжелые металлы (ТМ). Обладая высокой способностью к биоаккумуляции, ТМ быстро включаются в пищевые цепи и накапливаются в тканях и органах животных, находящихся на высоких трофических уровнях. В водных экосистемах депонирующей средой различных веществ органического и неорганического происхождения, осаждающихся из толщи воды, являются донные отложения, которые служат биотопом для зообентоса – чрезвычайно важной экологической группы гидробионтов. Кровососущие и хищные пиявки, входящие в состав зообентоса пресноводных водоемов, по отношению к ТМ обладают высокой кумулятивной способностью [6].

В связи с этим остаются приоритетными исследования, направленные на изучение процессов миграции, распределения и концентрации химических элементов как в живых организмах, так и в среде их обитания. И в этом аспекте однозначный интерес представляют исследования, проводимые на сохраненных заповедных территориях.

Цель данного исследования – изучить особенности аккумуляции тяжелых металлов хищными и кровососущими пиявками, обитающими в водоемах с различной степенью антропогенной нагрузки.

### Материалы и методы

Исследования проводили на пиявках, отловленных в июле 2005 года в водоемах, расположенных на западной территории Ильменского государственного заповедника (озера Большое Миассово и Таткуль) и на южной окраине города Миасса (озеро Ильменское).

Ильменский заповедник расположен в Челябинской области, протяженность с севера на юг составляет 60 км, ширина – 6–18 км. Общая площадь – 50 200 га. Ильмены – это типичная горно-озерная страна. Она включает Ильменский хребет на всем его протяжении, на западе отделенный от общей системы гор Южного Урала долиной реки Миасс, и восточные предгорья Урала со сложным рельефом. Заповедник расположен на границе леса и лесостепи. Большая часть заповедника покрыта лесами (78% общей площади), 15,1% занимают озера [2].

Город Миасс расположен на восточном склоне Южного Урала, у подножия Ильменских гор, на реке Миасс. Миасс – довольно крупный индустриальный центр. Пограничное положение заповедника с г. Миассом на протяжении 40 км западной границы, а также расположение в его буферной зоне коллективных садов и баз отдыха требуют особого внимания к системе его охраны [1].

В эксперименте использованы половозрелые особи пяти видов пиявок: хищники мелких беспозвоночных *Haemopis sanguisuga* (L., 1758), *Erpobdella octoculata* (L., 1758) и *Erpobdella nigricollis* (Brandes, 1900) и кровососы моллюсков *Glossiphonia complanata* (L., 1758) и *Glossiphonia concolor* (Apathy, 1888).

Пиявок вручную собирали в прибрежной части водоемов на глубине до 1 м и доставляли в лабораторию в день их вылова. Через 12 часов после опорожнения ими кишечника их об-

сушивали бумажными фильтрами и доводили при 50–60 °С в термостате до постоянного веса. Пробы донных отложений (ДО) отбирали из верхнего 10-см слоя дна на участках, где толщина водного слоя составляла 50–100 см, высушивали до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре 105 °С, после чего измельчали в фарфоровой ступке до порошкообразного состояния. Содержание ТМ в тканях пиявок и в ДО исследовали методом атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрофотометре ААС-3 в пламени пропан-бутан после обработки проб методом «мокрого» озоления в смеси азотной и хлорной кислот [5, 3].

Концентрации ТМ в пробах выражали в мкг/г сухой массы. Рассчитывали коэффициент накопления  $KH = KНб / KНд$ , где  $KНб$  и  $KНд$  – концентрации металла соответственно в биопробе (мкг/г) и в донных отложениях (мкг/г).

Для определения содержания ТМ в ДО проанализировано 45 проб; в кожно-мышечной ткани пиявок – 135 проб. Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием прикладных программ STATISTICA с последующей оценкой различий при  $p \leq 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Концентрации практически всех изучаемых ТМ (исключение составило железо) в ДО Ильменского озера, расположенного в черте города, достоверно превышают содержание этих металлов в ДО заповедных озер ( $p \leq 0,05$ ) (табл. 1).

При этом концентрации меди, железа и свинца в ДО всех трех исследованных озер не превышают фоновые значения этих элементов. Содержание кадмия в исследованных водоемах соответствует концентрациям этого токсиканта в слабозагрязненных водоемах России [4]. Значительно превышают фоновые значения концентрации никеля во всех водоемах; в мень-

шей степени – концентрации цинка в озерах Таткуль и Ильменское и марганца в Ильменском озере (табл. 1).

При анализе содержания микроэлементов в тканях пяти видов пиявок обнаружены как межвидовые, так и межпопуляционные различия по способности к накоплению ТМ. Так максимальные концентрации всех исследуемых ТМ (за исключением биофильного цинка) пиявки накапливают в озере Ильменском: медь – хищная *E. octoculata*, кадмий и свинец – кровососущая *G. complanata*, марганец и железо – кровосос *G. concolor*. Больше всего цинка содержат ткани хищной *H. sanguisuga* из озера Таткуль (табл. 2).

Показано, что содержание меди и марганца в тканях всех исследуемых видов пиявок (а также железа у хищников) из всех озер соответствует фоновым концентрациям. В то же время выявленные концентрации цинка, кадмия и свинца в тканях и кровососущих, и хищных пиявок (а также железа у кровососов) превышают фоновые значения, что свидетельствует о высокой кумулятивной активности этих гидробионтов к данным ТМ.

Используя значения коэффициента накопления ( $KH$ ), рассчитанные по отношению к концентрации ТМ в донных отложениях, гидробионтов можно подразделить на три следующие группы: макроконцентраторы ( $KH > 2$ ), микроконцентраторы ( $KH$  от 1 до 2) и деконцентраторы ( $KH < 1$ ) [4].

Интересно, что все изученные виды пиявок во всех исследованных озерах являются макроконцентраторами цинка и деконцентраторами марганца и железа; хищные пиявки относятся к микроконцентраторам меди, а оба вида кровососущих пиявок – ее деконцентраторами (табл. 3). Данные ТМ являются биофильными элементами, что, скорее всего, и обеспечивает сходство процессов аккумуляции у разных видов пиявок.

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях озер Южного Урала

озеро	Cu	Zn	Mn	Fe	Cd	Pb	Ni
Б, Миассово	17,1±0,86	45,2±1,05	259,0±21,4	3608,0±112,8	1,36±0,08	8,2±1,02	35,3±2,19
Таткуль	20,9±1,15	69,0±6,54	238,0±27,3	6210,0±128,3	1,65±0,06	8,1±1,14	45,0±3,34
Ильменское	26,5±1,07*	83,2±2,13*	405,2±38,1*	6543,1±207,9	1,75±0,07*	9,2±0,83*	48,6±4,11*
Фоновые водоемы [4]	4,0-50,0	8,0-60,0	70,0-400,0	3000-18000	0,1-1,2	5,0-18,0	0,9-15,0

\*  $p \leq 0,05$

По отношению к ксенобиотикам кадмию и свинцу пиявки могут быть в зависимости от места обитания и видовой принадлежности и микро-, и макро-, и деконцентратора. Самыми высокими значениями КН вышеупомянутых токсикантов обладает кровосос моллюсков *G. complanata* из Ильменского озера (табл. 3). Следует отметить, что помимо трофических различий выбранные нами виды пиявок-кровососов отличаются от хищных своей малоподвиж-

ностью и неспособностью к плаванию, что, вероятно, также определяет видоспецифичность аккумуляции ТМ этими гидробионтами.

Наши фаунистические исследования показали, что в озерах Ильменского заповедника обитают 11 видов пиявок (Черная, Ковальчук, 2007а), в то время как в Ильменском озере обнаружено 8 видов с более низкой численностью особей. Очевидно, что повышенные концентрации ТМ в сочетании с антропогенной нагруз-

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов (мкг/г) в тканях пиявок, обитающих в озерах Южного Урала

Вид	озеро	Cu	Zn	Mn	Fe	Cd	Pb
<i>E. octoculata</i>	Б. Миассово	33,9±6,32	469,6±23,5	42,9±3,42	962,5±103,2	3,04±0,23	23,2±2,81
	Таткуль	28,8±4,86	271,3±17,6	16,3±2,91	548,8±32,4	2,13±0,08	13,3±3,49
	Ильменское	<b>40,6±5,21</b>	771,2±106,3	23,2±1,94	943,5±158,4	2,46±0,12	15,9±2,73
<i>E. nigricollis</i>	Б. Миассово	32,9±3,05	473,6±83,2	30,8±1,65	785,7±94,3	0,66±0,02	13,2±1,64
	Таткуль	23,0±1,27	399,1±49,4	17,0±3,21	273,1±93,2	2,01±0,13	10,3±2,33
	Ильменское	35,2±2,96	377,5±29,4	10,1±2,01	325,6±74,1	1,75±0,07	20,2±2,07
<i>H. sanguisuga</i>	Б. Миассово	25,4±1,05	433,1±21,5	9,23±1,81	1086,0±156,4	1,77±0,02	16,9±4,01
	Таткуль	27,3±1,85	<b>970,1±115,3</b>	26,4±2,07	1335,5±201,3	2,91±0,51	15,5±3,01
<i>G. complanata</i>	Б. Миассово	12,4±1,58	403,7±36,1	14,8±0,25	1603,7±158,2	1,48±0,08	18,5±1,96
	Таткуль	20,5±1,9	666,7±81,3	15,4±1,32	2005,1±241,6	3,59±0,34	10,3±2,01
	Ильменское	25,1±1,85	856,3±28,1	43,8±2,02	2103,1±93,7	<b>4,44±1,01</b>	<b>28,1±2,68</b>
<i>G. concolor</i>	Таткуль	15,0±1,25	468,1±87,3	48,0±1,99	2066,0±106,1	1,91±0,23	9,30±3,07
	Ильменское	13,2±0,86	828,5±69,2	<b>71,3±8,11</b>	<b>2256,1±101,8</b>	3,30±0,04	12,1±2,58
Фоновые концентрации ТМ [4].		10,1-51,3	123-575	30,5-108	210-1300	0,06-0,54	3,4-7,3

Таблица 3. Коэффициенты накопления тяжелых металлов у пиявок из озер Южного Урала

Вид пиявки	озеро	Cu	Zn	Mn	Fe	Cd	Pb
<i>E. octoculata</i>	Б. Миассово	1,99	10,4	0,17	0,27	2,23	2,83
	Таткуль	1,69	3,93	0,07	0,09	1,29	2,01
	Ильменское	1,53	9,27	0,06	0,14	1,41	1,73
<i>E. nigricollis</i>	Б. Миассово	1,94	10,5	0,12	0,22	0,49	1,61
	Таткуль	1,10	5,78	0,07	0,04	1,21	1,23
	Ильменское	1,32	4,54	0,02	0,05	1,00	2,17
<i>H. sanguisuga</i>	Б. Миассово	1,49	9,60	0,04	0,30	1,30	2,06
	Таткуль	1,30	14,06	0,11	0,21	1,76	1,91
<i>G. complanata</i>	Б. Миассово	0,73	8,97	0,06	0,44	1,09	2,26
	Таткуль	0,98	9,66	0,06	0,39	2,18	1,27
	Ильменское	0,94	10,2	0,11	0,32	4,8	3,05
<i>G. concolor</i>	Таткуль	0,72	6,78	0,20	0,33	1,15	1,11
	Ильменское	0,53	9,95	0,17	0,34	1,88	1,30

кой оказывают негативное влияние на количественный и качественный состав пиявок данного городского водоема.

Проведенные нами исследования показали, что уровни концентрации ТМ в тканях пиявок зависят от их видовых особенностей, влияющих на

процессы поступления, распределения, накопления и выведения ТМ из организма. Показано, что хищные пиявки по сравнению с кровососущими видами накапливают в большей степени медь. Пиявки-гематофаги отличаются высокой кумулятивной активностью к марганцу, железу и свинцу.

25.08.2009

**Список литературы:**

1. Дубинин А.Е. Состояние охраны природного комплекса Ильменского государственного заповедника [Текст] // Исследования эталонных природных комплексов Урала. Мат-лы науч. конф., Екатеринбург: Екатеринбург, 2001. С. 37-39.
2. Ильменский заповедник [Текст] / сост., Л.А. Буторина, В.О. Поляков: Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1991. 156 с.
3. Никаноров А.М. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах [Текст] / Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Д. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 144 с.
4. Никаноров А.М. Тяжелые металлы в организмах ветлендов России [Текст] / Никаноров А.М., Жулидов А.В., Емец В.М. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 294 с.
5. Хавезов И. Атомно-абсорбционный анализ [Текст]: пер. с болг. Г.А. Шейниной под ред. С.З. Яковлевой / Хавезов И., Цалев Д. Л.: Химия, 1983. 144 с.
6. Черная Л.В., Ковальчук Л.А. Пиявки как индикаторы загрязнения водных объектов Свердловской области тяжелыми металлами [Текст] // Водное хозяйство России, №3, 2007. С. 85-92.
7. Черная Л.В., Ковальчук Л.А. Фауна пиявок озер Ильменского заповедника [Текст] // Известия Челябинского научного центра, вып. 1(35), 2007а. С. 123-124.

Сведения об авторах:

**Черная Людмила Владимировна**, Институт экологии растений и животных УрО РАН  
кандидат биологических наук

**Ковальчук Людмила Ахметовна**, Институт экологии растений и животных УрО РАН  
доктор биологических наук, доцент

620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202, тел. (343)2608255, e-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru

Chernaya L.V., Kovalchuk L.A.

THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE TISSUES OF THE LEECHES, THAT DWELL IN THE SOUTH URAL LAKES

The article carried out the comparative analysis of the accumulation of heavy metals by the predatory and blood-sucking leeches, that dwell in the reservoirs of Ilmen national park and in the adjacent to it territories. Studies showed species specificity in the accumulation of heavy metals by the tissues of leeches.

Key words: leech, heavy metals, bioaccumulation.

References:

1. Dubinin, AE The state of protection of the natural complex Ilmenski State Reserve [Text]: Studies of reference of natural complexes of the Urals. Proceedings of Sci. Conf. Yekaterinburg: Yekaterinburg, 2001. S. 37-39.
2. Ilmensky Reserve [Text] / Comp., LA Butorina, VO Poles: Chelyabinsk: Yuzh.-Ural. book. Publishing House, 1991. 156.
3. Nikanorov AM Biomonitoring of heavy metals in freshwater ecosystems [Text] Nikanorov AM, Zhulidov AV, Pokarzhevsky AD L.: Gidrometeoizdat, 1985. 144 pp.
4. Nikanorov AM Heavy metals in organisms vetlendov Russia [Text] Nikanorov AM, Zhulidov AV, VM Yemets SPb.: Gidrometeoizdat, 1993. 294.
5. Havezov I. Atomic Absorption Analysis [Text]: Per. of Bulg. GA Scheinin, ed. SZ Yakovleva / Havezov I. Tsalev DL: Chemistry, 1983. 144 pp.
6. Black LV Kovalchuk, LA Leeches as indicators of water pollution of the Sverdlovsk region with heavy metals [text] // Water economy of Russia, № 3, 2007. S. 85-92.
7. Black LV Kovalchuk, LA Fauna of leeches Lakes Ilmensky reserve [text] // Proceedings of the Chelyabinsk Scientific Center, Vol. 1 (35), 2007a. S. 123-124.