

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ АГРОЦЕНОЗОВ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

Улигова Т.С., Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик, Россия
Гедгафова Ф.В., Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик, Россия
Чапаев А.Х., Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик, Россия
Бестемьянова Л.А., ФГУ «Центр госсанэпиднадзора», Майкоп, Россия

The data on the content of Mo, Cu, Zn, Cd, Pb in liver, kidneys, muscles and skeleton of *Apodemus uralensis* Pal., *Apodemus agrarius* Pal., *Mus musculus* L. and *Cricetulus migratorius* Pal. from agrocenosis of the village Psynadakha, Zol'skiy region of Kabardino-Balkaria are presented. The peculiarities of bioaccumulation and character of metals distribution in organs and tissues of small mammals, efficiency of pollutants accumulation, testifying to species specificity in their content, are considered.

Проблема мониторинга химического загрязнения агроценозов чрезвычайно актуальна в связи с опасностью получения экологически «загрязненных» продуктов питания и кормов для животных. Известно, что в общем негативном воздействии на агроландшафты большую роль играют пестициды, минеральные удобрения, сточные воды для орошения полей, загрязняющие среду токсичными веществами, в том числе тяжелыми металлами – кадмием (Cd), мышьяком (As), медью (Cu), свинцом (Pb), ртутью (Hg), цинком (Zn), молибденом (Mo) и т.д. (Глазовская, 1988; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). Для оценки степени антропогенной нагрузки экосистем, необходимо, прежде всего, проводить исследования по определению содержания загрязняющих веществ в организмах животных. Мелкие млекопитающие широко используются для оценки качества среды обитания благодаря особому положению в наземных биоценозах (Безель, 1983; Криволицкий, 1988; Воронова, 1988).

Наиболее изучены особенности биоаккумуляции тяжелых металлов (в большей степени Pb и Zn) в органах и тканях различных видов мелких млекопитающих (полевки – серая, рыжая, кустарниковая, красная, обыкновенная, мыши – полевая, лесная, домовая, желтогорлая, бурозубки, суслики) из природных и техногенно загрязненных экосистем (Сюзюмова, 1986; Безель, 1987; Султанов, 1988; Марков, 1994; Лукьянова, 1998; Мухачева, 2001; Ковальчук, 2002). Подробно исследована специфика накопления Mo, Cu, W, Fe в организме малой лесной мыши в условиях предгорья Кабардино-Балкарии (район расположения Нальчикского гидрометаллургического завода) (Гедгафова, Улигова и др., 1999, 2003).

Значительно меньше данных по накоплению токсических элементов мелкими млекопитающими агроценозов. Так, в организмах мышевидных грызунов (полевые мыши, рыжие полевки, пашенные полевки) из сельхозугодий, подвергавшихся постоянной обработке ядохимикатами, отмечены повышенные уровни содержания Hg, Cd, Zn и Cu (Безель, 1986). Сведения по аккумуляции и характеру распределения Mo, Cu, Zn, Cd, Pb в организмах таких видов мелких млекопитающих из агроценозов как серые хомячки, домовые мыши, малые лесные мыши в доступных авторам публикациях не найдены.

В связи с изложенным, представляется важным проведение экологических исследований агроландшафтов Кабардино-Балкарии, являющейся преимущественно аграрной республикой, основная часть территории которой занята под выращивание сельскохозяйственных культур.

Целью данной работы явилось изучение особенностей биоаккумуляции, характера распределения концентраций Mo, Cu, Zn, Cd, Pb в органах и тканях различных видов мелких млекопитающих из агроценозов Кабардино-Балкарии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Отлов мышевидных грызунов проводился в сельхозугодьях с. Псынадаха Зольского района (предгорные степи Центрального Кавказа, 700 м н.у.м.) в летний сезон 2002 г. по краю пшеничного поля (территория бывшего фруктового сада) недалеко от автомагистрали (200 м). Для анализа использовались самцы в количестве 33 экземпляров: 19 – малой лесной мыши (*Apodemus uralensis* Pal., 1811), доминантный вид исследуемого района, 8 – полевой мыши (*Apodemus agrarius* Pal., 1778), 3 – домовая мышь (*Mus musculus* L., 1758) и 3 – серого хомячка (*Cricetulus migratorius* Pal., 1770). Из исследованных местообитаний также отбирались образцы растительности (разнотравье) для определения содержания в них тех же металлов.

Мышцы, скелет, печень и почки животных после высушивания при температуре 105°C, а также доведенные до воздушно-сухого состояния пробы растений подвергались сухой минерализации по ГОСТу 26929-86. Зола органов и тканей обрабатывали азотной кислотой (марки ОСЧ), растений – соляной кислотой (1:3) (Ягодин, 1987). В полученных минерализатах в лаборатории Центра Госсанэпиднадзора Республики Адыгея проведено количественное определение Mo, Cu, Zn, Cd, Pb методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре «Квант-Z.ЭТА» с электротермическим атомизатором и Зеемановской коррекцией фона, обеспечивающих особо высокую чувствительность анализов (в пределах 10^{-6} – 10^{-9} мкг/л). Измерения проводились в 3-х кратной повторности. Относительная ошибка анализов лежит в пределах 0,01-3%. Статистическая обработка данных осуществлена с помощью «Excel», определены ошибка средней арифметической, коэффициенты вариации. При подсчете коэффициентов накопления (КН) использовались концентрации элементов в растительных образцах и основных органах депонирования (медь и кадмий – в почках, цинк и свинец – в скелете, молибден – в печени животных).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные по физико-химическому анализу содержания Mo, Cu, Zn, Cd, Pb в органах и тканях животных показали следующее.

Концентрации меди в почках, основном депоненте элемента, колеблются в пределах 3,178-10,459 мкг/кг (малая лесная мышь), 3,68-6,411 мкг/кг (полевая мышь), 5,264-12,017 мкг/кг (домовая мышь), 4,819-6,842 мкг/кг (серый хомячок). Коэффициенты вариации соответственно 49,188%, 17,361%, 38,631%, 17,329%. Максимальные средние значения отмечены в почках домовой мыши, несколько ниже у малой лесной мыши. Показатели серого хомячка и полевой мыши минимальны и имеют сравнимые величины (табл.1).

В печени и скелете домовых и малых лесных мышей также выявлены более высокие средние концентрации элемента по сравнению с другими видами грызунов. В печени содержание меди варьирует в пределах 4,576 мкг/кг-8,099 мкг/кг (домовая мышь), 2,697 мкг/кг-12,2 мкг/кг (малая лесная мышь), 2,095 мкг/кг-7,843 мкг/кг (полевая мышь), 3,19 мкг/кг-3,985 мкг/кг (серый хомячок). Как показано в таблице 1, средние содержания меди в скелете незначительно различаются у полевой мыши и серого хомячка и практически совпадают у домовой и малой лесной мыши. Вариабельность концентраций металла в печени грызунов (49,188 %-51,736%) выше, чем в скелете (8,085%-13,001%).

Таблица 1 ⁹

Содержание тяжелых металлов в организмах мелких млекопитающих из агроценоза с. Псынадаха (мг/кг сырой массы)

Вид	Органы и ткани	Металл					
		Медь (M±m)	Цинк (M±m)	Молибден (M±m)	Кадмий (M±m)	Свинец (M±m)	
Малая лесная мышь	Печень	5,510±0,700	39,165±3,622	0,414±0,050	0,025±0,004		
	Почки	6,632±0,506	64,400±6,876	0,387±0,040	0,070±0,011		
	Мышцы	2,537±0,150	24,628±1,265	0,040±0,003	0,010±0,002		
	Скелет	3,406±0,429	101,220±7,242	0,197±0,018	0,019±0,004	0,522±0,120	
Полевая мышь	Печень	4,481±0,759	41,618±5,737	0,640±0,239			
	Почки	5,277±0,346	62,635±8,671	0,300±0,017	0,182±0,051		
	Мышцы	2,012±0,066	25,446±1,89	0,040±0,005			
	Скелет	2,578±0,117	76,176±3,889	0,182±0,023		0,394±0,088	
Домовая мышь	Печень	5,872±1,370	58,027±5,970	0,741±0,301			
	Почки	8,756±2,392	92,129±23,850	0,210±0,077	0,178±0,041		
	Мышцы	2,046±0,254	29,448±2,502	0,055±0,014			
	Скелет	3,273±0,301	124,159±4,563	0,361±0,039		0,749±0,290	
Серый хомячок	Печень	3,673±0,300	35,229±3,161	0,878			
	Почки	5,840±0,716	62,686±13,853	0,428±0,011	0,179±0,096		
	Мышцы	1,918±0,136	25,484±2,923	0,066±0,028			
	Скелет	2,449±0,140	79,314±19,298	0,189±0,096		1,063±0,266	

Уровни содержания металла в мышечной ткани исследованных животных колеблются в пределах 1,547 мг/кг-4,036 мг/кг, средние показатели сравнимы. Коэффициенты вариации невысокие 9,891%-23,689%.

В наибольшей степени цинк накапливается в скелете, причем, максимальные уровни отмечены у домового мыши (пределы 118,727 мг/кг-131,290мг/кг). Несколько ниже варьирование концентраций у малой лесной мыши, а минимальные уровни наблюдали у полевой мыши и серого хомячка (60,455 мг/кг-110,603мг/кг). У домового мыши отмечены более высокие средние концентрации цинка также в почках, печени и мышцах. Средние содержания элемента в мышечной ткани других видов мышевидных грызунов характеризуются близкими значениями.

В целом, почки и печень характеризуются большей вариабельностью в уровнях накопления цинка (31,248%-42,709%), чем мышцы и скелет (5,196%-25,797%).

Максимальные концентрации молибдена выявлены в печени животных. У серого хомячка и домового мыши отмечены более высокие уровни содержания металла (пределы 0,298 мг/кг-1,147 мг/кг), чем у полевой и малой лесной мыши (0,156 мг/кг-0,901 мг/кг). Коэффициенты вариации домового и, в особенности, полевой мыши отличаются высокими значениями (57,471% и 83,625% соответственно). Содержание молибдена в почках грызунов варьирует от 0,127 мг/кг до 0,440 мг/кг уровни. У мышей р. *Arpodemus* выявлены близкие средние концентрации элемента, тогда как у серого хомячка и домового мыши соответствующие показатели заметно различаются. Данные по молибдену в почках серых хомячков характеризуются наименьшим разбросом (3,62%).

Средние уровни содержания молибдена в скелете грызунов имеют сравнимые величины, за исключением домового мыши (0,361 мг/кг). В мышечной ткани обнаружены минимальные концентрации элемента в пределах 0,023 мг/кг-0,110 мг/кг, причем у серого хомячка и домового мыши показатели несколько выше, чем у грызунов р. *Arpodemus*. Уровни содержания молибдена в мышцах и скелете серых хомячков отличаются высокой вариабельностью – 59,668% и 71,701%.

Максимальные концентрации кадмия выявлены в почках грызунов (пределы 0,072мг/кг-0,363мг/кг), причем средние содержания металла практически совпадают у исследованных видов, за исключением малой лесной мыши, у которой накопление металла минимально. О незначительной аккумуляции элемента малой лесной мышью свидетельствуют также данные по средним уровням содержания в печени, скелете и мышцах (табл.). Вариабельность кадмия во всех органах и тканях (61,224% -76,260%) высокая.

Свинец в наибольшей степени аккумулируется в скелете серого хомячка и домового мыши (пределы 0,764 мг/кг-1,485 мг/кг и 0,430 мг/кг-1,211 мг/кг соответственно), у грызунов р. *Arpodemus* концентрации металла ниже – от 0,149 мг/кг до 0,799мг/кг. Коэффициенты вариации лежат в пределах 35,379%-54,735%.

Коэффициенты накопления свинца (0,056-0,151) свидетельствуют о незначительной аккумуляции токсиканта в организмах животных, несмотря на близость автомагистрали. Еще ниже КН молибдена (0,044-0,093). Большую степень в концентрировании, чем Мо и Рb, показывают коэффициенты накопления меди грызунами (0,631-0,792), в особенности, домового мыши (1,046).

По количественному содержанию цинк является элементом преимущественного накопления по сравнению с другими металлами. Выявленные коэффициенты накопления цинка в скелете мелких млекопитающих в целом варьируют в пределах 2,779-3,693, за исключением домового мыши, у которой КН=3,31 выше.

Кадмий характеризуется наименьшими концентрациями в организмах животных, в то же время коэффициенты его накопления имеют максимальные из выявленных значений: у малой лесной мыши 6,364, у других видов практически совпадают (16,182-

16,545). Возможной причиной высоких КН является занижение данных по концентрациям элемента за счет потери кадмия при сухой минерализации растительных образцов (Цыпленков, 1997).

ЛИТЕРАТУРА

Безель В.С., Егорова Т.С., Плотко Э.Г. Критические уровни тяжелых металлов в организме грызунов и оценка состояния популяции. «Количественные методы в экологии позвоночных». Свердловск, 1983. С. 61-72.

Безель В.С., Попов В.Б., Садыков О.Ф., Грошева Е.И., Хантемиров Р.М. Мелкие млекопитающие в системе регионального экологического мониторинга // Сб. научных трудов «Техногенные элементы и животный организм» (полевые наблюдения и эксперимент). Свердловск, 1986. С.3-13.

Блакберн А.А. Накопление и миграция микроэлементов в трофических цепях экосистем Чаткальского биосферного заповедника (Западный Тянь-Шань, Узбекистан). Экология, 2003. С. 72-76.

Воронова Л.Д., Денисова А.В., Пушкарь И.Г. Мониторинг загрязненности фауны природных экосистем на основе принципов биоиндикации // Сб. «Экотоксикология и охрана природы» под ред. Д.А. Кривоуцкого. М.: Наука, 1988. С.126-135.

Воронова Л.Д., Денисова А.В., Пушкарь И.Г. Использование диких животных в мониторинге загрязнения природных экосистем // Сб. научных трудов «Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем», под ред. Израэля Ю.А. 1984. Т.7. С.51-59.

Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 327 с.

ГОСТ 26929-86. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. М.: Изд-во стандартов, 1985. С.1-5.

Зырин Н.Г., Малахов С.Г. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнений окружающей среды металлами. М.: Гидрометеиздат, 1981. 107с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

Степанов А.М. Методология биоиндикации и фоновый мониторинг экосистем суши // Сб. научных трудов «Экотоксикология и охрана природы», отв. редактор Кривоуцкий Д.А. М.: Наука, 1989. 256 с.

Темботов А.К. Определитель млекопитающих Северного Кавказа. Нальчик, 1965. 88 с.

Цыпленков В.П., Федоров А.С., Банкина Т.А., Федорова Н.Н. Определение химического состава растительных материалов. Изд-во С.-Петербургского университета, 1997. 151с.

Ягодин Б.А. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1987. 511 с.