

В.В. Куровская
V.V. Kyrovskaya

**Проблемная научно-исследовательская лаборатория
гидрогеохимии Инженерной школы природных ресурсов
Томского политехнического университета
Problem Research Laboratory of Hydrogeochemistry of the
Engineering School of Natural Resources
of Tomsk Polytechnic University**

**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ВИСМУТА
В ОРГАНИЗМАХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ
ТЕРРИТОРИИ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЕОФАГИИ
FEATURES OF BISMUTH ACCUMULATION IN MAMMALS
TERRITORIES OF MANIFESTATION OF GEOPHAGY**

Аннотация. Исследованы объекты окружающей среды, органы и ткани млекопитающих проживающих на территории Республики Алтай, получены данные о содержании в них висмута.

Ключевые слова: геофагия, висмут, кудуры, техногенез.

Abstract. Environmental objects and organs and tissues of mammals living on the territory of the Altai Republic were studied and data on the content of bismuth in them were obtained.

Key words: geophagy, bismuth, kudury, technogenesis.

В настоящее время задачи геохимии требуют понимания характера поведения, особенностей миграции и накопления химических элементов в различных компонентах биосферы в естественных и нарушенных деятельностью человека условиях. Такие исследования наиболее актуальны для установления работы биогеохимических барьеров, определяющих патологические геохимически обусловленные состояния в живых организмах.

Для понимания процесса необходимо получить количественную информацию о поступлении химических элементов из наиболее распространенных типов коренных горных пород в зоне их выветривания в природных водах, почвы, кормовые виды растительности, а также внутрь организма млекопитающих (растительноядные и всеядные виды, в том числе физиологически близкие к человеку), а также о закономерностях их

концентрирования с оценкой предельно низкого и предельно высокого уровней содержаний компонентов, определяющих патологические состояния в организмах [Очерки геохимии..., 2015].

Проследить направление миграции химических элементов в биосфере и установить биологический барьер можно изучив явление геофагии. В результате поедания горных пород происходит восполнение макро- и микро- компонентного состава организмом.

В качестве маркеров могут использоваться редкие и рассеянные элементы, которые включаются в геохимический цикл за счет технофильности. К таким компонентам относится висмут [Хвощевская А.А., 2003]. Его поступление в окружающую среду чаще всего связано с техногенезом. Несмотря на то, что висмут не зарегистрирован в качестве природного элемента, имеющего глобальное экологическое значение, тем не менее, он определяет региональное и локальное состояние различных экологических сред [Иванов В.В., 1996].

В качестве объектов исследования были изучены почвы, воды, горные породы и растения заповедной территории Республики Алтай, а также органы и ткани млекопитающих животных свиньи домашней (*Sus scrofa domestica*), кабана (*Sus scrofa*) и марала (*Cervus elaphus sibiricus*), обитающих на этой территории. Всего на содержание висмута исследовано 350 образцов, отобранных в верховьях р. Малая Сумульта местах распространения кудур.

Начальная стадия определения висмута заключалась в проведении пробоподготовки исследуемых объектов. Пробы воды, в объеме 50 мл, подкисленные азотной кислотой, подвергались анализу сразу. Образцы органов и тканей млекопитающих предварительно высушивались по стандартной методике в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С до постоянной массы в лаборатории геохимии Тихоокеанского института географии ДВО РАН под руководством Макаревич Р.А. Пробы почв, растительного опада и растений высушивались при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния и измельчались. Далее навеска образца массой 200 мг подвергалась кислотному разложению сверхчистой HNO₃, в течение 15 мин. при температуре 190 °С с использованием системы микроволновой пробоподготовки SPEEDWAVE (Германия) [Руководство

пользователя...]. Определение висмута в исследуемых образцах проводилось автором методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на масс-спектрометре NexION 300D (PerkinElmer, США) с ячейкой устранения фона UCT в стандартном коллизионном режиме (используемый газ – гелий). Анализ выполнялся в Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Томского политехнического университета.

Исследование органов и тканей животных проведено для всех систем организма и включало: внутренние органы, покровные и мышечные ткани, костную, нервную, дыхательную, сердечно-сосудистую, мочеполовую и кровеносную системы. Растительность исследуемой территории представлена видами, которые выступают кормовой базой для животных. Распространенность висмута в природных водах заповедной зоны исследовано на примере поверхностных вод.

Как показывают исследования, наиболее обогащены висмутом почва и горные породы исследуемой территории. Что естественно, так как источником элементов является горная порода. Растительность менее обогащена висмутом по сравнению с почвой и его содержание в подстилке и лишайниках меньше на порядок, а в листовой части папоротника и лобазника находится на уровне тысячной доли мг/кг. Наименьшее содержание элемента 0,00048 мг/кг и 0,0008 мг/кг установлено в полыне и осоке соответственно. Результаты определения висмута в указанных объектах представлены в таблице 1.

Табл. 1

Содержание висмута в объектах окружающей среды территории Республика Алтай

Объект исследования	Содержание, мг/кг	Количество проб
Почва	0,18	71
Растительный опад	0,053	21
Папоротник	0,0039	7
Лабазник	0,0038	6
Осока	0,00080	37
Лишайник	0,023	8
Полынь	0,00048	29

Анализ полученных данных показал, что содержание висмута в поверхностных водах исследуемой территории очень мало и в среднем составляет 0,0000029 мг/дм³.

Распределение содержания висмута в органах и тканях изученных животных более наглядно можно проследить на рис. 1.

Данные по исследованию млекопитающих показали, что содержание висмута колеблется в широком диапазоне значений от 0,00005 до 0,006 мг/кг, а в ряде органов пищеварительной системы и шерсти наблюдается возрастание концентрации элемента и достигает 0,014 мг/кг.

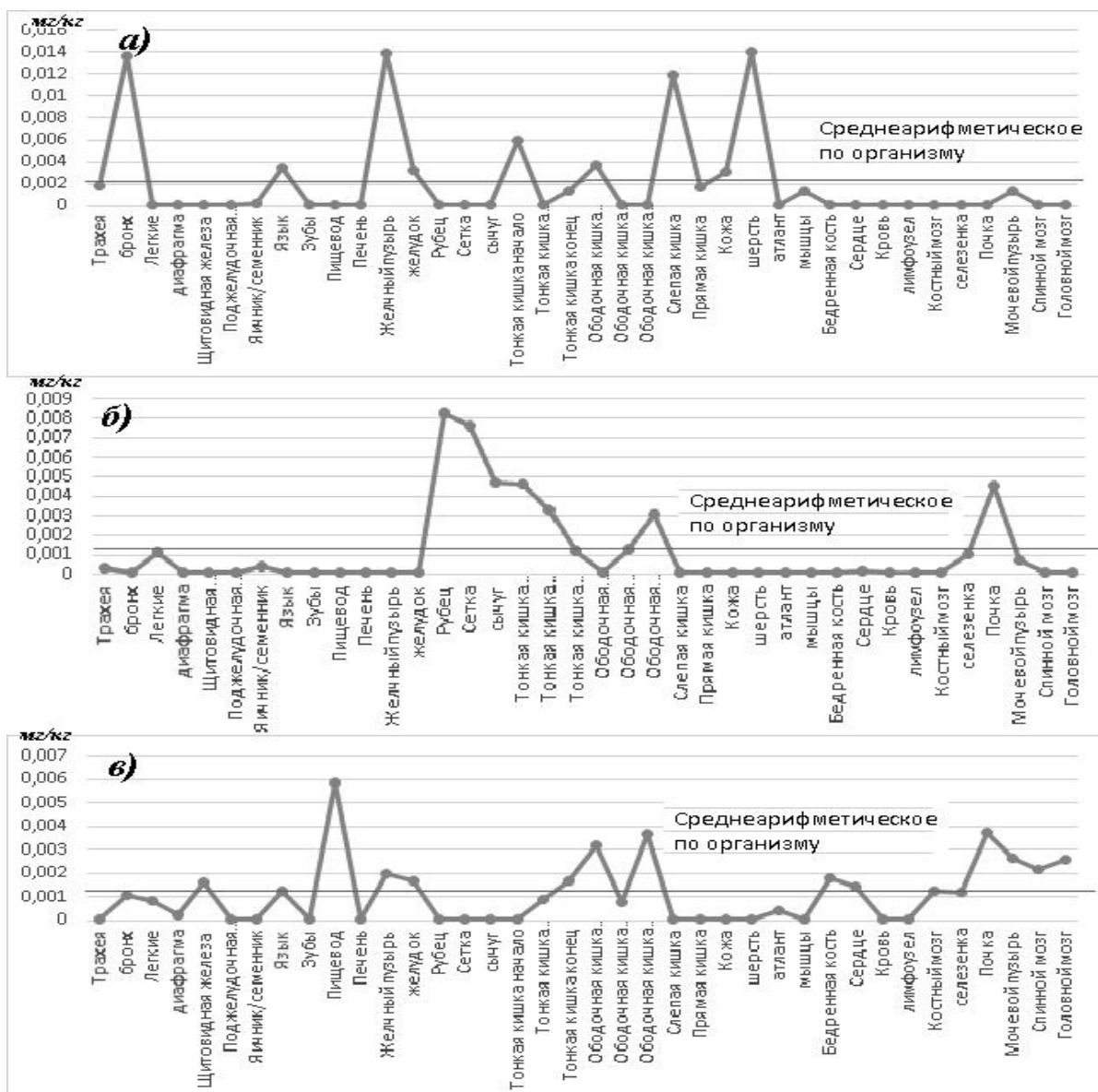


Рис. 1. Характер распределения висмута в органах и тканях млекопитающих Республики Алтай: а) кабана (*Sus scrofa*), б) марала (*Cervus elaphus sibiricus*) и в) свиньи домашней (*Sus scrofa domesticus*)

О неоднородном распределении висмута по организмам животных свидетельствует и хаотичное распределение значений на графике. У всех исследованных животных высокие концентрации наблюдаются в тканях пищеварительной, покровной, мочевыделительной системах. Аномальные содержания висмута у кабана замечены в бронхах, желчном пузыре, слепой кишке и шерсти животного, в свою очередь у свиньи домашней и марала в аналогичных органах повышения не наблюдалось. Самое большое среднее содержание висмута наблюдается в организме кабана 0,0022 мг/кг.

Таким образом, анализ приведенного материала свидетельствует о том, что минимальное содержание висмута в живом организме находится на уровне 0,0000n мг/кг, а максимальное значение в 1 000 раз выше такового и составляет 0,0n мг/кг. Висмут концентрируется в покровных тканях, отделах ЖКТ и мочеполовой системе. Характер распределения элемента по органам и тканям у млекопитающих различен. Это может быть связано с разнообразным типом питания животных.

Список использованных источников

1. Очерки геохимии человека / Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Т.Н. Игнатова [и др.]. Томск, 2015.

2. Хвощевская А.А. Геохимия висмута в природных водах Западной Сибири. Томск, 2003.

3. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов / Под ред. Э.К. Буренкова. М., 1996.

4. Руководство пользователя. SPEEDWAVE Микроволновая система пробоподготовки со встроенными бесконтактными датчиками температуры и давления. Версия 1.0.

Данная работа выполнена в рамках гранта РФФИ (№. 20-67-47005; №20-64-47021) «Влияние литолого-геохимической специфики Горных ландшафтов Сибири и Дальнего Востока на формирование элементного состава организма млекопитающих». Руководитель Барановская Н.В., Паничев А.М.).