

УДК 550.47

**ПРИРОДНЫЕ БИОМИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ГОР АТАМАЖИ И АЛОУС
КАК ОБЪЕКТЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЕОФАГИИ КОПЫТНЫХ
НА ТЕРРИТОРИИ КАВКАЗСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

© ¹Григорьева И.Ю., ²Трепет С.А., ¹Митина Е.И., ¹Подчасова Т.А.

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва

²Институт экологии горных территорий имени А.К. Темботова, г. Нальчик

Исходя из существующих представлений о причинах проявления животными геофагального инстинкта, приводятся результаты определения минерального и химического состава, а также генезиса горных пород, потребляемых копытными на территории Кавказского заповедника. Сделаны выводы о возможных причинах возникновения геофагии копытных в Кавказском заповеднике.

***Ключевые слова:** природный биоминеральный комплекс; геофагия (литофагия); копытные животные; Кавказский заповедник.*

Введение. В 2017 году заповедная система России отметила свой вековой юбилей. Природные заповедники и другие особо охраняемые территории являются наиболее эффективной формой природоохранной деятельности, позволяющей частично сохранить биологическое и ландшафтное разнообразие территории России. Кроме того, государственные природные заповедники являются научно-исследовательскими учреждениями, в задачи которых входит изучение естественного хода природных процессов и явлений [18]. На сегодняшний день одним из малоизученных вопросов

является влияние вещественного состава и медико-биологических свойств горных пород и минералов (природных биоминеральных комплексов), поедаемых дикими животными, на биорегуляторные функции живых организмов. Это явление, получившее в научной литературе название литофагии или геофагии (*geophagy*), широко развито среди копытных, в том числе на территории Кавказского заповедника.

Феномен геофагии объясняется существованием в мире животных древнейшего инстинкта, нацеленного на корректировку вещественного состава и функций различных систем в организме. В случае их рассогласования под воздействием неблагоприятных средовых стресс-факторов животные корректируют свой иммунный статус с помощью *природных биоминеральных комплексов* (ПБК). Поедаемые минеральные (литогенные) вещества обладают набором полезных свойств и способны расширять адаптивные способности организма животных для выживания в среде с неблагоприятными экологическими факторами. Познание (как с теоретической, так и с практической точки зрения) механизма регуляции позволит расширить представления о биоминеральных взаимодействиях и связи животных с геологическими компонентами природной среды. Кроме того, высшие млекопитающие проявляют сходные с человеком физиологические реакции на особенности биогеохимических условий среды обитания [8], в силу чего полученные в ходе настоящего исследования результаты могут, на наш взгляд, представлять определенный интерес при решении прикладных аспектов, связанных с вопросами охраны окружающей среды, экологии человека. Следует отметить, что познание экологической роли и геологическое обоснование причин проявления животными (и людьми) геофагического инстинкта находится в начальной стадии изучения.

Геологические особенности территории распространения биоминеральных комплексов влияют не только на условия образования самих пород ПБК, они определяют и состав произрастающей на них растительности. Некоторые геологические факторы могут оказывать непосредственное влияние и на физическое состояние животных, однако изучение этого аспекта находится в компетенции биологических наук, и в данном случае рассматриваться не будет.

Переходя к рассмотрению природных минеральных комплексов на территории Кавказского заповедника, отметим, что в данном научном исследовании под природным биоминеральным комплексом понимается компонент природного ландшафта, в пределах которого на поверхность выходят горные породы, потребляемые животными в пищу в целях восстановления гомеостаза организма в периоды стресса.

Краткая характеристика природных условий исследуемой территории

Рельеф и климат. Территория Кавказского государственного представляет собой типичный горный ландшафт с абсолютными отметками от 260 до 3346 м над ур. моря. Горы Атамажи и Алоус располагаются на северном макросклоне Главного Кавказского хребта. Абсолютные отметки данных вершин составляют: г. Атамажи – 2660 м, г. Алоус – 2970 м. По широтной зональности горы располагаются в пределах умеренного климата. По высотной зональности данная территория относится к альпийским лугам, здесь отмечается короткое и прохладное лето (средняя температура июля +10 °С) и продолжительная многоснежная зима (средняя температура января –10 °С). Для таких высот характерны обильные осадки (до 1200 мм в год), большее количество которых приходится на весенний и осенний периоды. Для территории исследуемых гор характерны примитивные горно-луговые альпийские почвы [2].

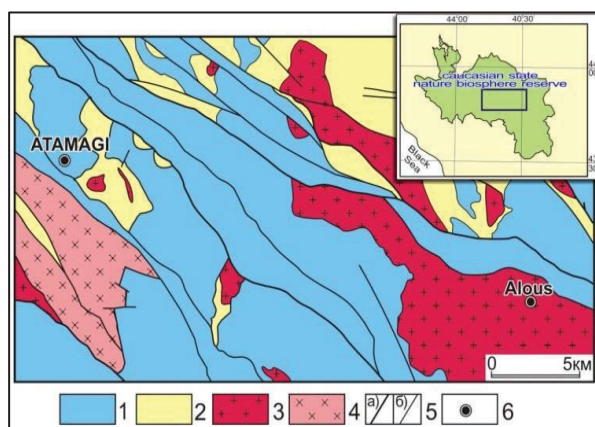
Геологическое строение. Территория заповедника имеет сложное геологическое строение, характеризующееся радиальным распределением горных пород разного возраста и состава. В его осевой части на поверхность выходят самые древние кристаллические породы и их последовательно окаймляют более поздние по происхождению толщи известняков, песчаников и глинистых сланцев [6]. Гора Алоус (рис. 1) относится к Белореченскому комплексу (гранитовому, плутоническому). Данный комплекс ($\gamma\delta PZ_2b$) представлен диоритами крупнозернистыми, до порфирировых,

гранитами и огнейсованными их разновидностями. Жильные образования характеризуются пегматито-аплитовым составом. Граниты слагают крупные массивы, вытянутые в общекавказском направлении более чем на 30 км, включающие многочисленные ксенолиты амфиболитов, гнейсов и сланцев. Горные породы, слагающие г. Атамажи (см. рис. 1), относятся к нижнему и среднему отделу юрской системы – Лаурской свите, первой и второй нерасчлененной подсвите (J_1lr_{1-2}), согласно залегающей на правопсеашхинской свите, и венчающей разрез Псеашхинской зоны. В тектоническом плане [7] г. Атамажи относится к Архыз-Гузерицкой депрессионной зоне, а гора Алоус к Софийскому поднятию.

Растительность. Для Кавказского заповедника и территории исследуемых гор характерна растительность зон субальпийских и альпийских лугов, а также наличие древних видов и представителей, имеющих ограниченное распространение. Каждое пятое растение заповедника является эндемиком или реликтом [14].

Животный мир. Кавказский природный биосферный заповедник богат не только растительными видами, но и многообразием животного мира. Из крупных животных встречаются: зубр, благородный олень, бурый медведь, западно-кавказский тур, серна, рысь, косуля и кабан, барсук, кавказская норка, выдра и другие. Среди птиц преобладают представители отрядов воробьинообразных и соколообразных. В данной работе особое внимание уделяется сернам (*Rupicapra rupicapra caucasica*) и турам (*Capra caucasica*), так как они являются основными потребителями минеральных веществ на склонах исследуемых гор.

Зимой серны обитают в скалистых участках лесного пояса, преимущественно в зоне пихтовых лесов, где пищей им служат побеги и молодые ветви деревьев и кустарников, и поэтому острого недостатка в пище они не испытывают [10, 17]. Летом же серны уходят на высокогорные пастбища, поднимаясь до высоты 2500–3000 метров над ур. моря. Днем серны пасутся мало, но часто выходят на снежники. Туры обычно вообще избегают мест с более спокойным рельефом, особенно в высокогорных областях. Питаются они вечером, спускаясь на альпийские пастбища. Во второй половине лета, когда на южных склонах трава часто выгорает от солнца, туры пасутся на северных склонах, где только недавно сошел снег и где они находят свежую сочную зелень. В отличие от других крупных млекопитающих животных, и в том числе серн, на зиму туры из высокогорных областей обычно не уходят. В это время они собираются в определенных местах зимовок, расположенных на крутых южных склонах, где по условиям рельефа не скапливается большого количества снега. Пищей им служит прошлогодняя трава, которую они достают, разгребая копытами снег. В особенно суровые и многоснежные зимы туры иногда уходят в скалистые участки верхней полосы лесного пояса.



1 – осадочные породы юрско-триасового возраста, преимущественно нерасчлененные, с преобладанием юрских флишoidных образований (переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов); 2 – осадочные породы палеозойского возраста (преимущественно конгломераты, песчаники, алевролиты, филлиты); 3 – гранитоиды палеозойского возраста; 4 – метаморфические породы протерозойского возраста (гнейсы, мигматиты, кварц-сланцевые сланцы); 5 – тектонические разломы: трансрегиональные (а) и локальные (б); 6 – местоположение ПБК в привершинной части гор Алоус и Атамажи. На врезке местоположение района исследований в пределах территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника.

Рис. 1. Геологическая схема района исследований

Материалы и методы исследований

Исходя из особенностей распространения животных на данной территории, в качестве объекта исследования были выбраны локализованные участки на склонах гор Алоус и Атамажи, в пределах которых копытные активно употребляют в пищу минеральные вещества. Эти участки представляют собой лишённые почвенного покрова вытопанные площадки на склонах гор, подвергающиеся процессам активного физико-химического и биологического выветривания. Диаметры таких площадок могут колебаться от единиц до нескольких десятков метров. В ходе полевых исследований было обследовано 8 площадок, с которых отобрано 40 образцов, потребляемых животными минеральных веществ. Также в пределах исследуемых гор было выбрано 5 фоновых площадок, с которых отобрано 25 образцов. Фоновые площадки располагаются в удалении на несколько десятков метров от площадок, на которых животные активно употребляют в пищу горные породы. Схема отбора образцов приведена на рис. 2 и 3.

Площадки, рассредоточенные на склонах г.Алоус, представляют собой участки выветривания горных пород различных размеров (диаметром от 3 до 15 м). На площадках наблюдаются ниши выедания (до 30 см в диаметре), а также следы жизнедеятельности животных (копролиты, остатки шерсти, многочисленные следы копытных). Породы представлены элювием, т.е. дисперсными отложениями верхней части коры выветривания, с включениями древесных и щебнистых частиц коренных пород (гранитов). В результате полевых наблюдений был сделан вывод о том, что наиболее активно животные употребляют в пищу прикорневой слой, вследствие чего в нем образуются хорошо заметные ниши выедания. Так же во время маршрутов, на южном склоне горы было замечено стадо горных туров, численностью около 13–15 особей, активно употреблявших дисперсные отложения.

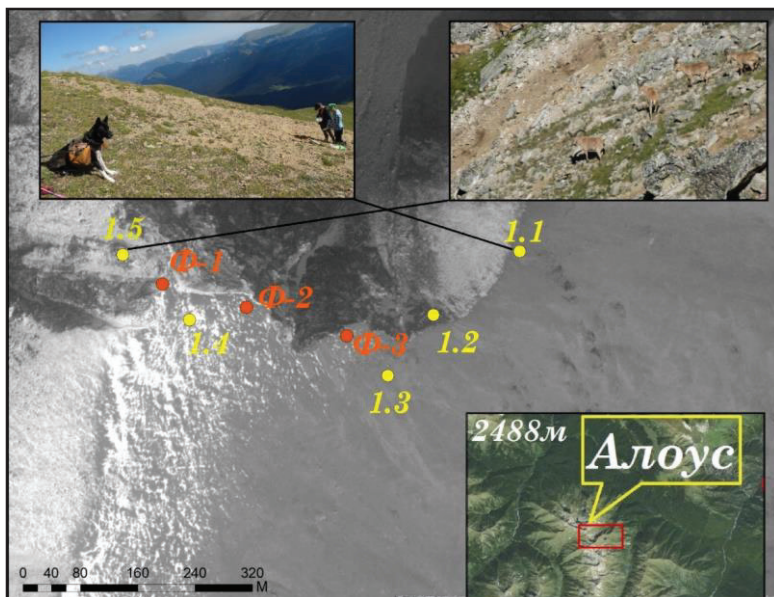


Рис. 2. Схема расположения площадок отбора проб, гора Алоус

Площадки, рассредоточенные на склонах г. Атамажи, также представляют собой участки выветривания горных пород, но гораздо большего диаметра – от 5 до 20 м и более. По краям площадок наблюдаются крупные ниши выедания горных пород, а также многочисленные следы жизнедеятельности животных. Потребляемые породы представлены элювиальными образованиями по коренным породам – рассланцованным аргиллитами с тонкими прослоями алевролитов.

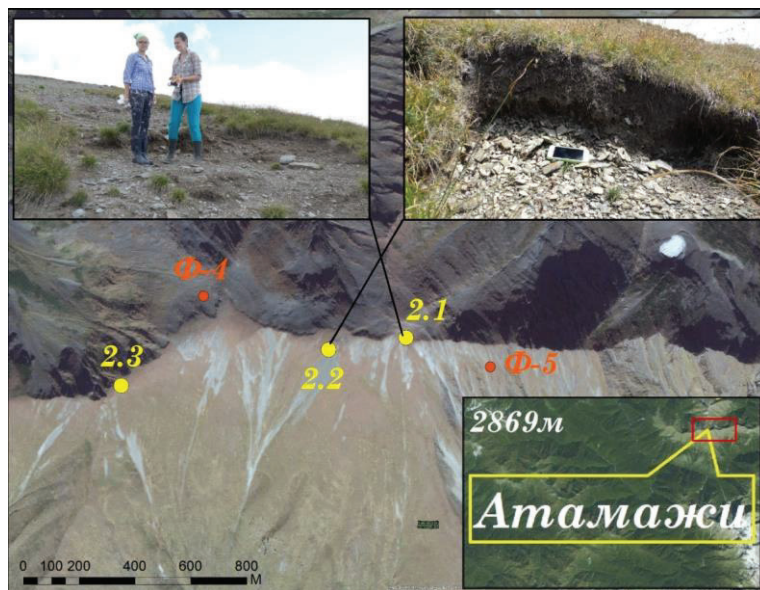


Рис. 3. Схема расположения площадок отбора проб, гора Атамажи

Кроме того на всей площади склонов гор и в непосредственной близости от изучаемых природных биоминеральных комплексов был произведен отбор травянистых растений семейств камнеломки, колокольчиковых, горечавковых и осоковых, которые являются типичными представителями флоры для территорий гор Атамажи и Алоус и используются сернами и турами в качестве традиционного источника питания.

Собранный материал был подвергнут комплексному изучению в лабораторных условиях на базе геологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, а также Дальневосточного исследовательского института ДВГИ ДВО РАН. На базе геологического факультета МГУ лабораторные исследования выполнялись с использованием оборудования, приобретенного за счет средств Программы развития Московского университета. Количественный минеральный состав определялся рентгенодифракционным методом на рентгеновском дифрактометре ULTIMA-IV фирмы Rigaku (Япония). Количественная диагностика проводилась в программном пакете PDXL, расчет выполнен по методу Ритвельда в программе BGMN. Анализ химического состава пород проводился как в твердых пробах, так и в водных вытяжках пород. В твердых пробах определение суммы ППП (потери при прокаливании) и SiO_2 выполнено методом гравиметрии; FeO – методом титриметрии; определение остальных главных элементов, а также микроэлементов, выполнено методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (спектрометр iCAP 6500Duo Thermo Scientific Corporation, США. Пробоподготовка – сплавление с металлом лития. Определение содержания ионов в водных пробах выполнено методом ионной хроматографии на жидкостном хроматографе LC-20 (Shimadzu, Япония). Определение содержания микроэлементов в водных пробах выполнено методом масспектрометрии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре Agilent 7700x (Agilent Techn., США). Составление петрографического описания пород, подготовка водной вытяжки и определение плотного остатка [5], общего содержания органического вещества методом мокрого сжигания [3], а также определение общей численности микроорганизмов [12], проводилось по стандартным методикам, изложенным в соответствующих документах. Кроме того проводился химический анализ отобранных образцов растительности, для чего была использована модификация метода мокрого озоления по К.Е. Гинзбургу. Полученный раствор анализировался на приборе ICP-MS (Inductively coupled plasma mass-spectrometry).

Результаты и их обсуждение

Петрографическое изучение шлифов коренных горных пород (рис. 4) показало, что гора Алоус сложена биотитовыми гранит-порфирами ($\gamma\delta PZ_2b$), образующими крупные массивы, которые включают многочисленные ксенолиты амфиболитов, гнейсов и сланцев. Гора Атамажи сложена аргиллитами (J_1lr_{1-2}) рассланцованными с тонкими (1-3 мм) алевролитами (до 5%) и редкими пиритовыми конкрециями. Данные отложения согласно перекрываются чередованием туфов, туфобрекчий и лав риолитов.

При анализе данных минерального состава продуктов выветривания коренных пород (табл. 1) было выявлено, что для всех исследуемых пород характерно преобладание в составе глинистых минералов (иллит-сметтит, каолинит, хлорит), их содержание в отдельных образцах с горы Алоус достигает 72% (обр. с площадки 1.2), с горы Атамажи – 62% (обр. Ф-4). Сравнение минерального состава потребляемых животными минеральных комплексов с фоновыми образцами не выявило принципиальных отличий. Обобщение данных минерального состава показало, что для всех исследованных образцов отмечается относительно высокое содержание кварца (до 30 %). В остальном, породы состоят из полевых шпатов (до 20%) с примесью карбонатов (1-2%).

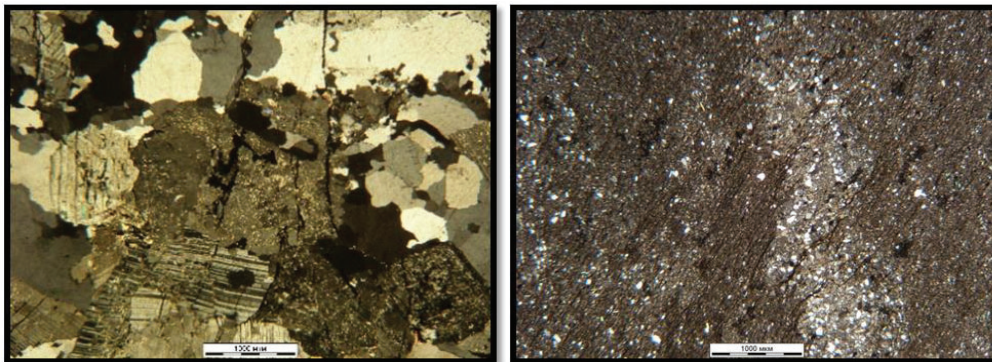


Рис. 4. Изображения шлифов образцов коренной породы г. Алоус (слева, биотитовый гранит-порфир), г. Атамажи (справа, плагиориолит – порфирит), масштаб 1000 мкм

Таблица 1

Минеральный состав исследуемых горных пород

Место отбора образцов	Номер площадки	Среднее содержание минерала, %									
		кварц	микроклин	альбит	кальцит	доломит	нахколит	иллит*	сметтит	каолинит	хлорит
г. Алоус	1.1	6,8	6,8	18	0	0	3,8	53,6	2,5	3,6	4,9
	1.2	21,4	5,0	1,6	0	0,2	0	64,8	3,5	1,5	1,9
	1.3	25,9	10,6	14,8	0	0	1,7	32,5	0	4,1	10,3
	1.4	23,7	10	7,8	0	0,4	2	38,2	0	5,4	12,7
	1.5	14,9	9,8	18,4	0	0	4,3	45,7	0	2,8	4,1
	Ф-1	8,3	7,4	7,5	0	0,4	0	69,9	4,3	2,3	0
	Ф-2	17,0	7,5	7,4	0	1,0	5,5	51,1	0	2,4	8,1
Ф-3	16,5	7,4	7,5	0	0,5	0	60,4	0	2,4	0	
г. Атамажи	2.1	27,1	5,6	6,1	0,4	0,9	0,4	32,7	0	7,3	19,4
	2.2	30,8	6,2	6,4	0	1,1	0	34,9	8,8	7,5	4,4
	2.3	25,4	7,0	7,2	0	1,4	1,0	39,0	4,2	11,5	3,2
	Ф-4	24,7	5,2	7,2	0,5	1,0	0	42,3	0	8,5	10,7
	Ф-5	23,5	5,0	7,5	0,3	1,0	0	40,5	0	7,9	10,4

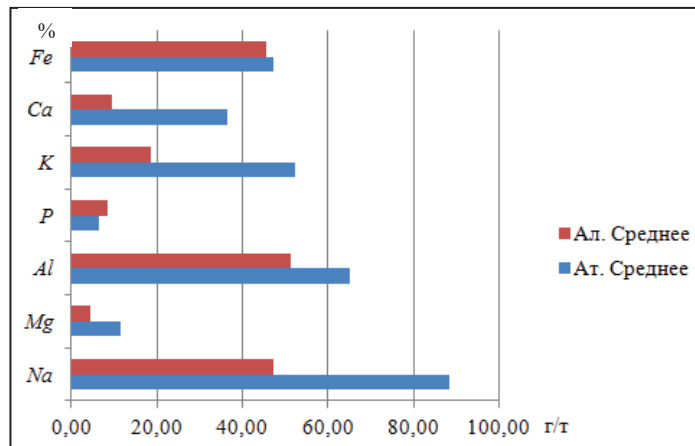


Рис. 5. Среднее содержание макроэлементов в растворах водных вытяжек исследуемых пород гор Алоус (Ал.) и Атамажи (Ат.)

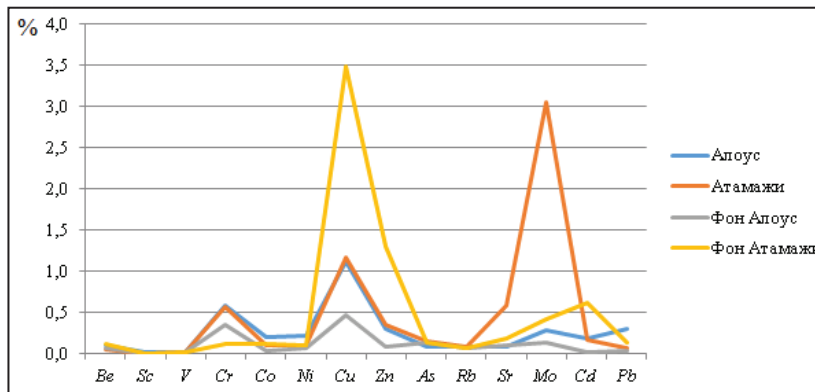


Рис. 6. Процент переход микроэлемента из породы в водную вытяжку

Анализ элементного состава водных вытяжек позволяет отметить, что из макроэлементов наиболее высокие содержания при переходе в водорастворимую форму имеют алюминий, натрий, калий и железо (рис. 5). Среди микроэлементов наиболее высокие значения в водном растворе соответствуют барию, цинку, меди, хрому, титану и рубидию. Наиболее высокий процент перехода микроэлементов из породы в водную вытяжку наблюдаются у таких элементов как *Cr* и *Cu* (рис. 6).

При детальном анализе микроэлементного состава образцов горных пород можно выявить, что содержание лишь некоторых микроэлементов превышают кларковые значения. К таким элементам относятся *Zn*, *Rb*, *Cd*, *Sn*, *Cs*, *Pb*. Также у ряда микроэлементов (*Cr*, *Co*, *Ni*, *Cu*, *Sr*) наблюдаются пониженные содержания в породах исследуемых минеральных комплексов относительно кларковых значений (рис. 7). Эти микроэлементы (вместе с такими макроэлементами как алюминий и железо) являются основой для металлоферментов и металлоферментных комплексов, при участии которых происходят различные процессы метаболизма в организме животных [9]. Разумно предположить, что это обстоятельство определенным образом влияет на привлекательность данных пород для животных. По полученным данным элементного состава фоновые образцы незначительно отличаются от употребляемых на исследуемых площадках (см. рис. 7).

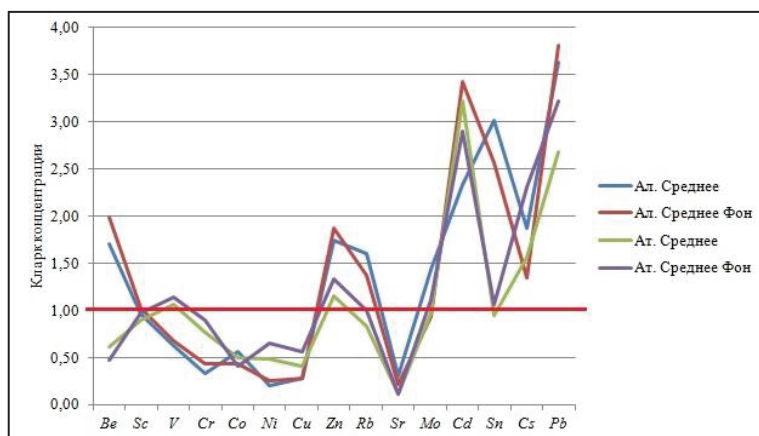


Рис. 7. Кларки концентраций по микроэлементам пород гор Атамажи и Алоус

Сравнивая полученные данные по микроэлементному составу растительности и пород гор Атамажи и Алоус (рис. 8 и 9), можно заметить, что растения намного больше обогащены такими элементами как рубидий, медь, цинк (для г. Атамажи) и никель (для г. Алоус). Наиболее яркая ситуация складывается для стронция. Его содержания в растительности на горе Алоус достигают 2225 г/т, на горе Атамажи 709 г/т, при среднем содержании в породах 44 г/т (г. Атамажи), 93 г/т (г. Алоус). Однако, в основном, в растительности наблюдается меньшее содержание микроэлементов, чем в породах природных биоминеральных комплексов. Подобная ситуация характерна для таких элементов, как *Be, Sc, V, Cr, Mo, Cd, Sn, Cs, Pb*. Сильнее всего выражен пик у ванадия. Таким образом, для некоторых элементов (*Rb, Cu, Zn, Ni, Sr*) растительность является концентратором. Другие же элементы (*Be, Sc, V, Cr, Mo, Cd, Sn, Cs, Pb*) не накапливаются в растительности. При этом при сравнении полученных концентраций с значениями максимально-допустимого уровня (МДУ) содержания химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных [1] обнаруживается превышение на десятые мг/кг для *Cr, Co, Mo, Cd* и превышение в 3–10 раз для *Pb*.

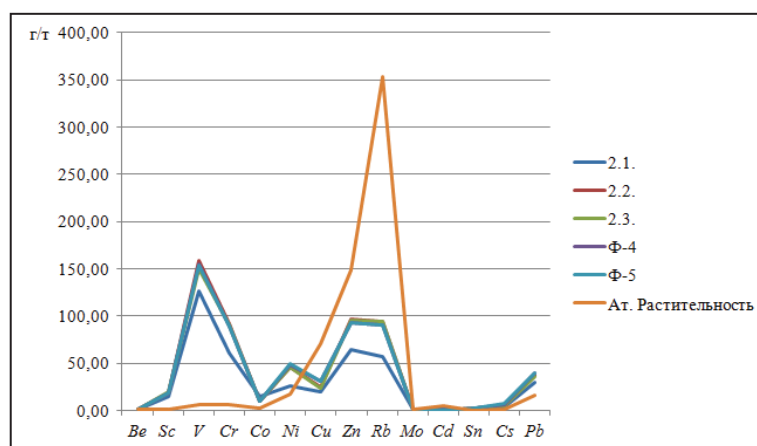


Рис. 8. Содержание микроэлементов в горных породах на г. Атамажи и в отобранных образцах растительности (г/т)

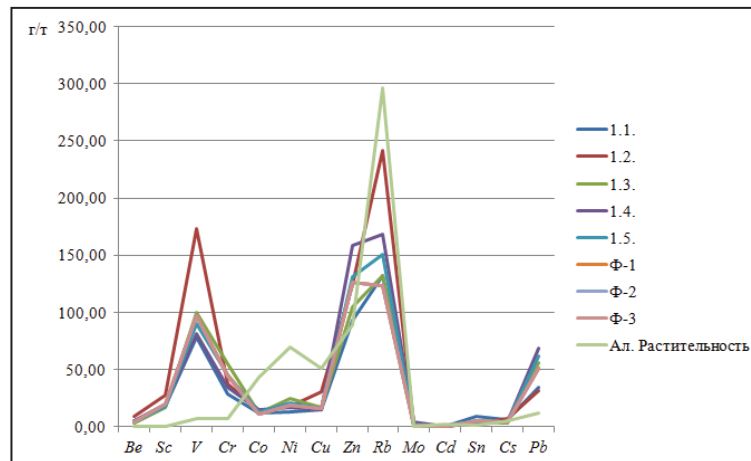


Рис. 9. Содержание микроэлементов в горных породах на г. Алоус и в отобранных образцах растительности (г/т)

Интервал значений *pH* водных вытяжек изучаемых пород составляет 5,3–6,9, что соответствует слабокислой среде. Это может объясняться тем, что в процессе выветривания при контакте с атмосферными осадками из пород постепенно вымываются присутствующие щелочные основания, щелочная реакция растворов сменяется на нейтральную, а потом и на более кислую. Так как природные биоминеральные комплексы (как форма выветривания) на горе Атамажи и Алоус развиты на кислых породах, бедных основаниями, то смена щелочной стадии на кислую уже произошла. Также для отобранных образцов горных пород было выполнено определение отдельных показателей микробиологического и химического состава (табл. 2).

Таблица 2

Усреднённые значения показателей микробиологического и химического состава исследуемых пород

Шифр образцов	Место отбора	Общая численность микроорганизмов, КОЕ/1г	Содержание органического вещества, %	Плотный остаток водной вытяжки, %
Ал.	г. Алоус	$5,5 \cdot 10^5$	0,49	0,11
Ал-фон		$3,0 \cdot 10^5$	5,60	0,05
Ат.	г. Атамажи		1,40	0,12
Ат-фон			6,30	0,03

Так, количество микроорганизмов в образцах на склоне горы Алоус, отобранных непосредственно с площадки поедаемых животными минеральных комплексов, в 1,8 раз превышает аналогичные значения для фоновых образцов (Ал-фон). Вместе с тем, обращает на себя внимание тот факт, что по данным проведённого анализа, фоновые образцы содержат в 2–4 раза больше органического вещества, чем образцы с площадок, на которых употребляются минеральные вещества. Процентное содержание растворимых солей в породах минеральных комплексов на 0,06–0,09% выше, чем в фоновых. При этом по классификации засоленности [4] все исследованные породы относятся к незасоленным.

Таким образом, потребляемые животными породы на исследуемых представляют собой дисперсные отложения, минеральный состав которых характерен для кор выветривания (кварц, глинистые минералы, полевои шпат). Содержание

глинистых минералов (иллит, смектит, каолинит) в некоторых образцах достигает 75%, содержание кварца - 30%. Есть основание предположить, что при поедании этих пород копытными глинистые минералы действуют как природные сорбенты. Они активно поглощают и выводят избыточно-токсические концентрации некоторых химических элементов из организма животных, распространенных на конкретной территории их местообитания. Вполне очевидно, что избыточные концентрации элементов, поступающие в организм вместе с растительным кормом, могут иметь связь с различными биогеохимическими эндемиями, связанными с геологическим строением изучаемой территории.

С другой стороны слабокислые условия среды в водных вытяжках пород, отобранных на исследуемых площадках, свидетельствуют о том, что у растений, произрастающих на исследуемой территории высокогорья, вероятно, нарушен механизм потребления минеральных веществ из почв. Обеднение растений микроэлементами, также может являться одной из причин употребления животными в пищу пород изучаемых минеральных комплексов.

Исходя из полученных результатов, гипотеза об особом микроэлементном составе пород, употребляемых в пищу, находит для исследуемой части территории Кавказского биосферного заповедника большее подтверждение. Помимо непосредственно состава исследуемых пород, важны полученные значения состава их водных вытяжек, в которых обнаружено повышенное содержание относительно других, элементов, влияющих на обмен веществ в живых организмах. Относительно высокие содержания, при переходе в водорастворимую форму, показали натрий (максимум 92 г/т, в образце 2.1), алюминий (максимум 106 г/т, в образце 1.1) и калий (максимум 71 г/т, в образце 2.2). Однако, данные концентрации элементов, не являются аномально высокими для территории Кавказского заповедника. Предположение о недостатке железа, высказанное в своё время А.А. Насимовичем [13], остаётся открытым и требует дальнейшего исследования на основе сравнения результатов по солянокислым вытяжкам и анализа элементного состава биосубстратов копытных. Наиболее перспективным в этом отношении, на наш взгляд, является исследование шерсти диких животных.

Микробиологические исследования образцов с горы Алоус показали незначительные превышения по общей численности микроорганизмов в употребляемых животными породах по сравнению с фоновыми образцами (в 1,8 раза). Это указывает на возможную связь причин геофагии с особыми микроорганизмами, развивающимися на поверхности минеральных частиц, а также продуктами их жизнедеятельности. В этой связи в дальнейшем необходимо провести изучение видового состава микробиоты, обратив внимание на наличие актиномицет (*Actinomyces*) и особенно в отношении актиномицет вида *Mycobacterium vaccae* [19].

По величине плотного остатка водной вытяжки, изучаемые породы относятся к ряду незасоленных (содержание легкорастворимых солей менее 0,3%). Эти результаты полностью подтверждают некорректность применения для природных минеральных комплексов Кавказского заповедника термина «зверовые солонцы» и несостоятельность среди причин их поедания животными «натриевой гипотезы». В тоже время содержание в потребляемых образцах органического вещества незначительно (до 1,4%), и относительно фоновых образцов заметно ниже. Данное обстоятельство может являться свидетельством того, что обилие остатков органических веществ не делает их более привлекательными с позиции проявления геофагии у копытных животных.

Выводы и рекомендации

Данное исследование подтвердило предположения предыдущих авторов [11, 15, 16, 20, 21], а также расширило знания в области геофагии копытных Кавказского заповедника. На основе проделанной работы можно выделить **три основных гипотезы** употребления животными пород на исследуемой территории: 1) адсорбционная; 2) микро-/макроэлементная (в отношении алюминия, железа, хрома, меди); 3) микробиологическая.

Образование минерального вещества, привлекающего копытных на горы Алоус и Атамажи, связано с преобразованиями коренных пород в процессе физико-химического и биологического выветривания. Состав коренных пород, т.е. геологическое строение и климат территории исследования, во многом определяют конечный минеральный состав потребляемых пород и, соответственно, степень их привлекательности для животных. Растительность, наиболее пригодная животным в пищу по питательным показателям, является токсичной по содержанию ряда химических элементов. В этом случае породы ПБК играют роль сорбционного агента, восстанавливающего внутренний баланс организма.

Поскольку результаты исследования касаются редких видов животных, то они могут быть полезными при планировании мероприятий по их охране. Полученные в ходе данного экспериментального исследования результаты также могут быть в дальнейшем в определённой степени учтены при разработке, с одной стороны, научно-обоснованного, с другой стороны, предопределённого самой природой (т.е. естественного), способа профилактики и лечения нарушений минерального обмена не только у домашних животных, но и у человека в схожих с рассматриваемыми природно-климатических и геологических условиях.

Литература

1. Временный максимально допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках, утв. Главным ветеринарным управлением Госагропрома СССР. № 123-4/281. 1987
2. Горчарук Л.Г. Изучение и систематика почв Кавказского заповедника // Труды Кавказского государственного заповедника. Краснодар, 1965. Вып. 8. С. 26–32.
3. ГОСТ 23740-79 Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ. М.: Издательство стандартов, 1987. 23 с.
4. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. М.: МНТКС, 2013. 42 с.
5. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. М.: Стандартинформ, 2011. 5 с.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Кавказская. Лист К-37-V (Красная поляна). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2002. 213 с.
7. Государственная тектоническая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-е. Серия кавказская. Лист К-37-V (Красная поляна). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2002. 213 с.
8. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных. М.: Наука, 2008. 315 с.
9. Ковальский В.В. Геохимическая среда и жизнь. М.: Наука, 1982. 76 с.
10. Леценко Б.В. По Западному Кавказу. Краснодар: Краснодарское книжное изд-во, 1955. 104 с.
11. Ливеровский Ю.А. Зверовые солонцы Сихотэ-Алиня // Ученые записки МГУ. Биогеография, 1959. Вып. 189. С. 66–77.
12. МР ФЦ/4022 Методы микробиологического контроля почвы/ КонсультантПлюс. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=367479#0> (дата обращения 20.06.2018).
13. Насимович А.А. К познанию минерального питания диких животных Кавказского заповедника // Труды Кавказского заповедника, 1938. Вып. 1. С. 103–150.
14. Орехов С.Я., Молодкин П.Ф., Дугуян Д.К. По Северо-Западному Кавказу. Ростов: Издательство ростовского университета, 1968. 38 с.
15. Паничев А.М. Литофагия. Геологические, экологические и биомедицинские аспекты. М.: Наука, 2011. 149 с.
16. Паничев А.М.; Третет С.А.; Чекрыжов И.Ю.; Крупская В.В. О причинах литофагии среди копытных животных в горах Кавказа // Успехи наук о жизни. 2014. № 6. С. 13–14.
17. Третет С.А., Ескина Т.Г. Влияние факторов среды на динамику численности и пространственную структуру популяции серны (*Rupicapra rupicapra caucasica*) // Зоологический журнал, 2012. том 91. № 12. С. 1510–1519.
18. Федеральный Закон «Об особо охраняемых природных территориях» (с изменениями на 28 декабря 2016 года). URL: <http://docs.cntd.ru/document/9010833> (дата обращения 22.06.2018)

19. *Ketch L.A., Malloch D., Mahaney W.C., Huffman M.A.* Comparative microbial analysis and clay mineralogy of soils eaten by chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurhii*) in Tanzania // *Soil Biology and Biochemistry*. 2001. Vol. 33. № 2. P. 199–203.
20. *Rice, Clifford G.* Mineral lick visitation by Mountain Goats, *Oreamnos americanus* // *Canadian Field-Naturalist* // Vol. 124(3). 2010. P. 225–237.
21. *Stockstad D.S., Morris M.S., Lory E.C.* Chemical characteristics of natural licks used by big game animals in western Montana // *Trans. N. Amer. Wildlife Conf.* 1953. Vol. 18. P. 247–257.