

19. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. – М.: Наука, 1980. – 192 с.
20. Палкин С.Т. Вопросы земледелия в Горном Алтае. – Барнаул: Алтайское книжное издательство, 1967. – 64 с.
21. Пинский Д.Л. Ионнообменные процессы в почвах. – Пушино, 1997. – 166 с.
22. Попова М. Г. Флора Средней Сибири, Т. 1 – М., 1957. – 555 с.
23. Почвенный справочник. – Смоленск: Ойкумена, 2000. – 288 с.
24. Протасова Н.А. Микроэлементы: биологическая роль, распределение в почвах, влияние на распространение заболеваний человека и животных // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 12. – С. 32-37.
25. Пузанов А.В., Бабошкина С.В., Мальгин М.А. Содержание и некоторые закономерности распределения мышьяка в горно-лесных почвах Алтая // География и природопользование Сибири. Выпуск 6. – Барнаул: АлтГУ, 2003. – С. 203-214.
26. Разрез новейших отложений Алтая. – М.: МГУ, 1977. – 208 с.
27. Рамане Х.К., Фрейберга Г.Я. Регулирование минерального состава растений путём компенсации влияния свойств почвы на поступление макро- и микроэлементов // Микроэлементы в комплексе минерального питания растений: Сборник статей. – Рига: Зинатне, 1975. – С. 29-46.
28. Салтыков А.В. Экология и свойства дерново-подзолистых почв отрогов Кузнецкого Алатау // Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета Сборник тезисов. 2001. – № 4 – С. 283-284.
29. Танзыбаев М.Г. Почвы Хакасии. – Новосибирск: Наука, 1993. – 256 с.
30. Таранов С. А. К характеристике почвенного покрова Горной Шории // Конференция почвоведов Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докладов. – Горно-Алтайск, 1962. – С. 100-101.
31. Типы лесов Сибири. – М: СО АН СССР, 1963. – 224 с.
32. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Наука, 1975, – 299 с.
33. Фалалеев Э.Н. Пихтовые леса Сибири и их комплексное использование. – М: Лесная промышленность, 1964. – 165 с.
34. Хмелёв В.А. Особенности почвообразования в бассейне реки Иши Шории // Конференция почвоведов Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докладов. – Горно-Алтайск, 1962. – С. 87-88.
35. Шипов А. В., Мунатова Г. В. Геолого-географические особенности и заболеваемость населения Республики Алтай // Природные ресурсы Горного Алтая: Сборник научных статей. – Горно-Алтайск: Изд-во ГАГУ, 1997. – С. 172-179.

ОСОБЕННОСТИ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ЛАНДШАФТАХ АЛТАЯ

И.А. Архипов, А.В. Пузанов

Выявлены закономерности геохимического поведения ряда микроэлементов в фоновых почвах Алтая, залегающих на разных почвообразующих породах и в различных геоморфологических условиях.

ВВЕДЕНИЕ

Ландшафтно-геохимические и почвенно-геохимические исследования в системе высотных поясов Алтая являются приоритетными задачами региональной экологии. В рассматриваемой группе тяжелых металлов свинец и цинк относится к I классу опасности; медь, хром, никель и кобальт - ко II классу [1]. Различия в содержании микроэлементов, обусловленные возрастом и составом пород, определенным образом влияют на геохимические особенности всех составных компонентов рассматриваемых ландшафтов, особенно четко это проявляется в почвенном покрове.

На территории алтая рассмотрены особенности геохимического поведения микроэлементов в границах следующих ландшафт-

ных комплексов: 1) высокогорных альпийских и субальпийских луговых на останцово-холмисто-увалистых пенеппенизированных высокогорьях с маломощным суглинисто-щебнистым покровом с альпийскими и субальпийскими низкотравными и высокотравными лугами на горно-луговых почвах, 2) среднегорных лесных с лиственничными и березово-лиственничными лесами на горно-лесных черноземовидных почвах, 3) межгорно-котловинных степных в полого-увалистых днищах котловин, сложенных щебнисто-суглинистыми и суглинистыми пролювиальными, аллювиальными и озерными отложениями, с ковыльными разнотравно-злаковыми степями на черноземах обыкновенных и южных, 4) днищах котловин, сложенных галеч-

никами, суглинисто-щебнистыми и суглинистыми ледниковыми, делювиальными и аллювиальными отложениями, с лапчатково-полынно-мелкодерновинно-злаковыми степями на каштановых почвах.

Изучаемые ландшафтные комплексы существенно отличаются по составу четвертичных отложений. В связи с этим большое внимание уделено исследованию различных по генезису почвообразующих пород - аллювиальных, элювиальных, элювио-делювиальных, делювиальных, пролювиальных и озерно-аллювиальных отложений, которые существенно отличаются по химическому и минералогическому составу.

На рассматриваемой территории нами изучены следующие типы и подтипы почв: горно-луговые альпийские и субальпийские, горно-лесные черноземовидные, горно-лесные бурые, черноземы обыкновенные, черноземы южные, каштановые почвы.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Рассмотреть степень влияния природных (биогеохимических, литологических и др.) условий на распределение элементов в почвах различных типов.

2. Выявить закономерности распределения комплекса микроэлементов по профилям различных почв.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При выполнении полевых работ использованы сравнительно-географический и сравнительно-генетический методы [2]. Полнопрофильные почвенные разрезы закладывали в системе геохимически сопряженных ландшафтов. Пробы почв отбирали по генетическим горизонтам. Их физико-химические свойства определяли общепринятыми в почвоведении методами. Содержание микроэлементов определяли методом количественного плазменно - спектрального анализа в лаборатории биогеохимии почв ИПА СО РАН. Геохимические профили почв были построены на основе элювиально-аккумулятивных коэффициентов [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В пределах горных стран различные структуры почвенного покрова обычно контролируются разнообразием форм рельефа. Как следствие, возникает определенная последовательность высотных почвенных поясов с ярко выраженными типами почв и характерными физическими, химическими и биогеохимическими признаками [4].

Часть водоразделов Центрального Алтая представлена высокогорными альпийскими и субальпийскими горно-луговыми формациями с преобладанием в почвенном покрове горно-луговых и лугово-степных почв, которые формируются в пределах исследуемых ландшафтов на высотах до 2000 м. Локальные орографические условия здесь не играют существенной дифференцирующей роли.

Почвы элювиальных ландшафтов

высокогорных субальпийских и альпийских лугов в основном маломощные. Генетическая дифференциация профилей горнолуговых почв слабо выражена, вместе с тем, почвы отличаются мощным грубогумусным горизонтом, с содержанием гумуса от 5 до 14,5 %. Реакция среды почв - кислая (рН 5). В таблице 1 приведены геохимические формулы интегрированного профиля горно-луговых почв. Характер распределения элементов в профиле практически не меняется. Значения элювиально-аккумулятивных коэффициентов показывают, что элементы: Zn; Pb; Ni; Cr, активно накапливаются в гумусовом горизонте.

Несмотря на то, что гумусовый горизонт почв горно-луговых ландшафтов обогащен рядом микроэлементов, профиль в конечном итоге обедняется ими, поскольку элементы подвижны в горно-луговых условиях и удаляются из ландшафта. В качестве иллюстрации распределения микроэлементов в профиле горно-луговых почв приведены геохимические формулы этих почв, составленные на основании величин элювиально-аккумулятивных коэффициентов. Для всех рассмотренных микроэлементов величина этого коэффициента ≥ 1 (табл. 1).

Таблица 1

Геохимические формулы горно-луговых почв

Почва	Геохимические формулы	
Альпийские и субальпийские горно-луговые	A	$\frac{Zn Pb Ni Cr}{-----} Co V$
	B	$\frac{Cr Ni Pb}{-----} V Co Zn$

Примечание. В числитель поставлены микроэлементы имеющие значение элювиально-аккумулятивного коэффициента больше 1, в знаменателе – меньше 1, в сторке – примерно равное 1

ОСОБЕННОСТИ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ЛАНДШАФТАХ АЛТАЯ

Таким образом, в почвах горно-луговых ландшафтов наблюдается обогащение гумусовых горизонтов микроэлементами с высоким коэффициентом биологического поглощения, что свидетельствует о значительной роли растений в перераспределении микроэлементов в горно-луговых ландшафтах.

Горно-лесные ландшафты существенно отличаются от горно-луговых особенностями процессов перераспределения химических элементов. Почвенный покров здесь сравнительно мощный, дифференцированный, представлен горно-лесными черноземовидными и бурыми лесными почвами. Ареал распространения горно-лесных черноземовидных почв ограничивается среднегорными районами, а внутри этих районов – поверхностями пологих склонов, конусов реч-

ных выносов, котловин и наклонных террас долин рек Катунь, Кокса, Абай а также их притоков. Исследуемые почвы развиты под парковыми лиственными лесами. Почвообразующими породами являются делювиальные, элювиоделювиальные и аллювиальные отложения, лессовидные карбонатные отложения щебнисто-суглинистого и песчаного состава. Почвенный профиль имеет следующее строение: $A_0 - A (A_d - A_1) - AB - B - BC - C$.

Содержание микроэлементов в этих почвах так же зависит от состава подстилающих пород. Но наряду с этим под влиянием почвообразовательных процессов происходит заметное перераспределение микроэлементов в профиле горно-лесных почв (табл. 2).

Таблица 2

Геохимические формулы горно-лесных почв

Почвы	Геохимические формулы	
Горно-лесные черноземовидные	A	$\frac{Mn\ Be\ Mo}{Ni\ Co\ Cu\ Pb} \quad Ti\ Ba\ Sr\ Zn\ V$
	B	$\frac{Ti\ Mn\ Ba\ Zn\ Be\ Mo}{V\ Pb} \quad Sr\ Ni\ Co\ Cu$
Горно-лесные бурые	A	$\frac{Be\ Mo\ Ba}{V\ Ni\ Co\ Cu\ Pb} \quad Ti\ Sr\ Zn\ Mn$
	B	$\frac{Ti\ Mn\ Ba\ Co\ Zn\ Be}{Sr\ Pb} \quad Ni\ Cu\ Mo\ V$

Горно-лесные бурые почвы формируются в средней, наиболее увлажненной части лесного пояса и занимают значительные площади у верхней границы леса [5]. Процессы почвообразования осуществляются под влиянием различных формаций бореальной тайги. Почвы развиты на элювио-делювии и элювии хлоритово-серицитовых сланцев и песчаниках интрузивных пород. Дифференциация на генетические горизонты слабая. Гумус равномерно распределен по профилю. В составе гумуса отмечается преобладание фульво-кислот над гуминовыми кислотами. Профиль горно-лесных бурых почв насыщен основаниями. Максимальное содержание подвижных оксидов железа приурочено к гумусовому горизонту. Гранулометрический состав средне и тяжелосуглинистый. Горно-лесные бурые почвы имеют кислую реакцию среды, и характеризуются высоким содержанием подвижного железа. Профиль построен следующей системой генетических горизонтов: $A_0 - A_d - A_1(AB) - B_1 - BC - C$.

Нижние ярусы склонов среднегорий и предгорий характеризуются как крутосклон-

ные среднерасчлененные, местами с маломощным щебнисто-суглинистым покровом с разнотравно-ковыльными и типчаково-ковыльными степями на черноземах обыкновенных и горно-степных черноземовидных почвах. Почвенный покров среднегорных котловин и речных долин сформирован почвами черноземного типа. Естественная растительность представлена преимущественно разнотравно-злаковыми и разнотравными луговыми степями. Почвообразующими породами являются маломощные скелетные часто карбонатные покровные суглинки делювиального, пролювиального и аллювиального происхождения. На них развиты черноземы типичные, обыкновенные и южные [5].

Преобладающая часть территории занята среднечеткими обыкновенными черноземами [6]. Строение профиля: $A_d - A - A_1A_2 - A_2B - B_i - BC - C$.

Для южных черноземов, вследствие окисленности профиля, снижается подвижность микроэлементов. Строение профиля: $A_d - A_1 - AB^k - B^k - BC^k - C^k (CD^k)$.

Таблица 3

Геохимические формулы черноземов котловин		
Почвы	Геохимические формулы	
Черноземы обыкновенные	A	$\frac{\text{Mn Ba Be Mo V}}{\text{Ti Sr Ni Co Pb Cu}} \text{ Zn}$
	B	$\frac{\text{Pb Be Mo}}{\text{Mn Sr V Ni Co}} \text{ Ti Ba Cu Zn}$
Черноземы южные	A	$\frac{\text{Mn Ba Ni Pb V Zn}}{\text{Sr Mo}} \text{ Ti Co Cu Be}$
	B	$\frac{\text{Ti Cu}}{\text{Mo Be Pb Mn Ba Sr V}} \text{ Zn Ni Co}$

Бескарбонатная, верхняя часть профиля черноземов, отличается нейтральной реакцией среды, а нижняя, обогащенная карбонатами, щелочной.

Природная обстановка (незначительное количество осадков, нейтральная среда почвенного раствора, наличие карбонатного горизонта в профиле) не способствуют миграции элементов по профилю почвы, так и за пределы пояса. Водная миграция элементов, вследствие сухости климата котловин и выравнинности поверхностей практически исключена.

Степные котловины и речные долины – характерный элемент рельефа Алтая. По схеме структурно-геоморфологического районирования они относятся к внутригорным эрозионно-тектоническим впадинам и располагаются на высотах 900-2500 м [7]. Различия

в климатическом режиме разных гипсометрических уровней определяют формирование разнообразных по свойствам и признакам каштановых почв. В условиях сухих котловин и речных долин наиболее четко границы различий проявляются на высоте 900-1000 м, 1200-1500 м и более.

Плакорные участки Чуйской и Курайской котловин и террасы Чуи покрывают **опустыненные злаковые степи**, которые по окраинам котловин и шлейфам гор переходят в настоящие мелко-дерновинные злаковые степи [8, 9, 10]. Почвенный покров представлен тремя подтипами *каштановых почв*. Почвы карбонатные, со щелочной реакцией среды. В аккумулятивных участках наблюдается засоление. Геохимические формулы горно-каштановых почв показаны в таблице 4.

Таблица 4

Геохимические формулы горно-каштановых почв		
Почвы	Геохимические формулы	
Темно-каштановые Речных долин	A	$\frac{\text{Ti Mn Ba Sr Cu Pb Be}}{\text{V Ni Co Zn Mo}}$
	B	$\frac{\text{Sr}}{\text{V Be Mo}} \text{ Ti Ba Mn Ni Co Cu Pb Zn}$
Каштановые котловин	A	$\frac{\text{Zn Ti V Mn Ba Co}}{\text{Sr Mo}} \text{ Ni Cu Be Pb}$
	B	$\frac{\text{Mn Sr V}}{\text{Pb Zn}} \text{ Ni Ba Ni Co Cu Be Mo}$

Уровень содержания, аспекты миграции, аккумуляции и биологического поглощения микроэлементов в каштановых почвах котловин определяет ряд факторов: непромывной водный режим, осложняющий водную миграцию и способствующий накоплению элементов в верхних горизонтах; окислительная обстановка, предполагающая увеличение содержания подвижных форм; сорбционный и испарительный геохимические барьеры, обуславливающие концентрацию микроэлементов при широком интервале pH; низкое содержание органического вещества; наличие мощных карбонатных горизонтов [11]. В каштановых почвах можно наблюдать карбонатно-сульфидную аккумуляцию микроэлементов

в некоторых горизонтах почв и пород, чему способствует и испарительная концентрация.

Следовательно, аридные условия, щелочная реакция, импермацидный гидрорежим (как следствие восходящая миграция влаги и солей), высокая зольность растительных остатков способствуют обогащению горно-каштановых почв некоторыми микроэлементами: Zn, Ti, V, Mn, Ba, Co.

ВЫВОДЫ

Ландшафты исследуемой территории различаются как по уровню содержания, так и по характеру распределения микроэлементов.

ОСОБЕННОСТИ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ЛАНДШАФТАХ АЛТАЯ

Валовые содержания микроэлементов в почвах обусловлены их первичным содержанием в почвообразующих субстратах, однако характер распределения этих элементов в ландшафте обусловлен рядом внешних природных условий (гидрорежимом, особенностями биологического поглощения, степенью гумификации растительных остатков, особенностями местных геохимических барьеров).

Наблюдается накопление элементов в почвах, когда содержание их в почвообразующих породах невелико (Zn, Ti, V, Mn, Ba, Co в каштановых почвах).

Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ 06-06-18007е и интеграционного проекта ОНЗ-3.1

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими элементами. – М.: Минздрав СССР, 1987. – 25 с.
2. Роде А.А. Система методов исследований в почвоведении / А.А. Роде. – Новосибирск: Наука, 1971. – 92 с.

3. Микроэлементы в почвах Советского Союза. – М. 1973.
4. Мальгин М.А. Биогеохимия микроэлементов в Горном Алтае. – Новосибирск: Наука, 1978. – 272 с.
5. Почвы Горно-Алтайской автономной области / Под ред. Р.В. Ковалева. – Новосибирск: Наука, 1973. – 352 с.
6. Хмелев В.А. Черноземы Горно-Алтайской Автономной области. – Новосибирск: Наука, 1968. – 115 с.
7. Ерофеев В.С. Геологическая история южной периферии Алтая в палеогене и неогене / В.С. Ерофеев. – Алма-Ата, 1969. – 147 с.
8. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. – М.: Наука, 1980. – 189 с.
9. Ревушкин А.С. Высокогорная флора Алтая. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1988. – 319 с.
10. Седельников В.П. Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука, 1988. – 222 с.
11. Касимов Н.С. Латеральная миграция микроэлементов в степных и пустынных ландшафтах // Вестник МГУ. – 1981. – № 5. – Серия география. – С. 69-74

РАДИОНУКЛИДЫ В ГОРНО-ЛЕСНЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ГОРНОГО АЛТАЯ

С.Н. Балыкин, А.В. Пузанов

Выявлены закономерности внутрипрофильного распределения естественных радионуклидов (уран-238, торий-232, калий-40) и цезия-137 в горно-лесных дерново-подзолистых почвах Горного Алтая. Определена степень влияния физико-химических свойств почв на уровень концентрации радионуклидов.

Горно-лесные дерново-подзолистые почвы широко распространены на Бие-Катунском холмисто-увалистом низкогорном междуречье. Развита они также на правобережье р. Бия и в верхней части бассейна р. Кокса. Общая площадь дерново-подзолистых почв составляет около 440 тыс. га.

Горно-лесные дерново-подзолистые почвы развиваются в условиях обильного атмосферного увлажнения, расчлененного рельефа и периодически возникающего переувлажнения. Естественная растительность здесь представлена черневой тайгой.

Почвообразующей породой служит обычно довольно мощный (до 20—30 м) плащ делювиальных тяжелых суглинков или глин, плохо водопроницаемых.

Эти почвы характеризуются большой общей мощностью мелкоземистого профиля. Аккумулятивный горизонт А выражен нечетко и имеет мощность всего лишь 4 — 7, до 10 см. Элювиальный горизонт обособлен ясно и простирается до 55—60 см от поверхности, а нередко и глубже. Он более или менее резко сменяется плотным бурым иллювиальным горизонтом В значительной мощности, постепенно переходящим в горизонт С