**РЕФЕРАТ**

**ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРНЫХ ПОЧВ ТЕБЕРДИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

Сутормина Э.Н., Дегтярева Т.В.

Природные экологические системы (экосистемы) принято рассматривать как природно-территориальные комплексы, состоящие из двух основных частей: абиотической среды и биоты, между которыми совершается внешний и внутренний круговорот вещества и энергии [11]. Их пространственная дифференциация предопределенна факторами распределения важнейших параметров среды [1].

Почва также может выступать в качестве биоцентрической (с живым в центре) природно-саморегулирующейся экологической системы, поскольку в ней биотические и абиотические компоненты связаны потоками вещества и энергии. В то же время почва как целостность (естественно-историческое почвенное тело) сама взаимодействует с окружающей абиотической (воздух, воды, горные породы, климат и др.) и биотической (например, растения) средой, обмениваясь в целом веществом, энергией и информацией с этой средой [4]. Трактование почв в качестве экологических систем характерно для нового, оформляющегося сейчас научного направления – экологии почв (Л.И.Прасолов, В.Р.Волобуев, И.А.Соколов, М.И. Дергачева и др.). В рамках экологии почв ландшафтно-экологический подход позволяет исследовать обусловленность структурно-функциональной организации и распределения почв в частном реальном экологическом пространстве [7], образованном частью существующих в настоящее время факторов среды или их характеристиками.

Имеется большое количество работ, характеризовавших свойства почв и освещавших разные аспекты взаимоотношений почв с окружающей средой. На базе Тебердинского государственного биосферного заповедника давно ведется изучение основных показателей климата и их влияния на гидротермические режимы почв высотно-экологического профиля хребта Малая Хатипара (В.А. Шальнев, Т.Н.Багрова и др.). Изучение на геохимическом уровне соотношений между почвами заповедника и средой их формирования дает возможность анализировать изменения геохимических параметров горных почв в зависимости от различных экологических условий.

Детальные почвенно-геохимические исследования проводились летом 2006 г. на опорных участках стационарного высотно-экологического профиля, охватывающего весь спектр геоботанических поясов ландшафтов хребта Малая Хатипара [9]. В орографическом отношении хребет является северным отрогом Бокового хребта, образует в пределах Тебердинского заповедника часть левого склона долины реки Теберды [6]. Значительные колебания высот в пределах профиля (свыше 1,5 километров по вертикали) обусловили вертикальные различия в проявлении основных экологических факторов и формирование определенных экосистем. Так, на днище троговой долины р.Теберды на высоте 1330 м. над ур. моря радиационный баланс (R) имеет значения 37-38 ккал/см2, среднегодовая температура (t) составляет 6,3°С, среднегодовое количество осадков (r) находиться в пределах от 760 до 850 мм, что позволяет произрастать не только хвойным породам, но и буку [10]. У подножия склона на высоких террасах р. Теберды чередуются буково-пихтовые и сосновые лесные экосистемы с луговыми ассоциациями на горных аллювиальных почвах.

На склонах трогов до высоты 2000—2100 м экологически формируются хвойные леса и идет образование бурых горно-лесных почв. Показатели метеоэлементов изменяются: R = 37-31,5 ккал/см2, t = 6,0-3,0°С, r = 850-1250 мм, при этом на склонах южной экспозиции произрастают сосновые леса, а на склонах северной экспозиции – пихтовые. Выше 2100 м над ур. моря распространены сосновые и пихтово-сосновые редколесья на грубоскелетных бурых лесных почвах, березовые криволесья на горно-кустарниковых почвах и луговые ассоциации на горно-луговых почвах.

На высоте 2400-2700 м над ур. моря в пределах высокогорных субальпийских лугов радиационный баланс имеет значение 30,5 ккал/см2. Средняя годовая температура близка к 0°С, годовое количество осадков 1500 мм. С последующим повышением абсолютной высоты создаются экологические условия размещения пояса альпийских лугов на светло-бурых горно-луговых почвах. Показатели его основных метеоэлементов: R = 28 ккал/см2, t = – 0,7°С, r = 1600 мм. Причем по склонам юго-восточной экспозиции поднимаются пестрокостровые луга, на склонах северо-восточной экспозиции произрастают колокольчиково-ветреницевые луга. При дальнейшем увеличении абсолютной высоты формируется разорванный маломощный растительный покров экосистем субнивального пояса.

Линейное простирание профиля, гребень, четко выраженные северо-восточные и юго-восточные склоны определили экспозиционные различия гидротермических условий почвообразования. Влияние экспозиции склонов гор при их широтном простирании хорошо известно [8]. Крутизна и экспозиция склонов оказывает значительное влияние на годовую величину радиации, ее распределение в течение года, температурный режим. Так, например, на одинаковой высоте 2400 м над ур. моря, в пределах субальпийских лугов приход суммарной радиации за полный день на южных склонах составляет 777 кал/см2, а годовая величина радиационного баланса 42,67 ккал/см2, в то время, как на склонах северной экспозиции те же показатели гораздо ниже – приход суммарной радиации за полный день 519,5 кал/см2, а годовая величина радиационного баланса равна 31,0 ккал/см2 [10]. Отличается и характер увлажнения склонов: северо-восточный более влажный, юго-восточный более засушливый. В свою очередь, различия гидротермических условий определили дифференциацию растительности. На юго-восточных склонах распространены более ксероморфные разнотравно-злаковые ассоциации, на северо-восточных склонах – более мезоморфные злаково-разнотравные.

В целом высотно-экологический профиль представляет собой целостную сопряженную систему элементарных ландшафтов (элементарных экогеосистем) от вершины к подножию при господстве крутых выпукло-вогнутых склонов. Такие элементарные эколого-геохимические системы характеризуются единством почвы и растительного сообщества в пределах элементарной формы рельефа, где сохраняются одни и те же основные условия жизнедеятельности биоты (общие условия инсоляции и энергобаланса) [2]. За счет перемещения твердого материала и растворенных веществ сверху вниз по склону создается геохимическая контрастность почв элювиальных, трансэлювиальных, трансаккумулятивных и транссупераквальных элементарных экогеосистем, к которым приурочены опорные участки с заложенными почвенными разрезами.

Местные геохимические особенности горных пород определяют во многом главные черты геохимии почв региона. В геологическом отношении высотно-экологический профиль является однородным и монолитным – горными породами служат калиевые верхнепалеозойские гранитоиды. В сравнении с литосферным кларком в этих породах концентрируется свинец и рассеиваются медь, цинк, кадмий [3].

Характер миграции элементов в почвах определяется щелочно-кислотными и окислительно-востановительными условиями. По щелочно-кислотным условиям почвы профиля можно объединить в 2 основных класса: с кислой реакцией (pH=4,5-6,0) и слабокислой реакцией среды (pH=6,0-6,5), которые в целом отражают вертикальную смену процессов почвообразования от субнивального пояса к смешанным лесам. Горно-луговые почвы верхних автономных элювиальных позиций имеют кислую реакцию среды гумусового горизонта (pH=4,7-4,9) с ослаблением кислотности вглубь почвенного профиля. Горно-луговые и горно-лесные почвы нижних транссупераквальных и трансаккумулятивных позиций отличаются слабокислой реакцией в гумусовом горизонте (pH=6,15-6,4) с некоторым повышением кислотности вглубь профиля. Наши данные совпадают с исследованиями В.В.Дъяченко [5], который указывает, что для почв высокогорных ландшафтов Западного Кавказа характерен кислый класс водной миграции, обусловленный химизмом атмосферных осадков и особенностями БИКа. В этих условиях зольность и насыщенность растений основаниями снижены, активно развивается кислое выщелачивание почв, приводящее к выносу многих микроэлементов.

Свободный внутрипочвенный дренаж почвенной толщи при высокой величине поверхностного стока создает преобладание окислительных условий в почвах практически по всему высотно-экологическому профилю. Только для транссупераквальных ландшафтов характерна восстановительная глеевая обстановка с развитием горно-луговых аллювиальных глеевых почв, в формировании которых участвуют как почвенно-поверхностные, так и почвенно-грунтовые очень слабо минерализованные воды [5].

Важным показателем сложившихся экологических условий и регулятором миграции микроэлементов в почвах горных территорий является почвенный гумус. Высокогорная специфика гумуса состоит в его фульватном составе и очень высоком содержании гумусовых веществ. Профильное распределение гумуса убывающее, верхние горизонты почв сильно гумусированны. Среднее содержание гумуса в гумусовом горизонте горно-луговых почв высотно-экологического профиля составляет 12,2%, в горно-лесных - 11,4 %. Самые максимальные уровни накопления гумуса (до 17,2 %) выявлены для горно-кустарниковых почв под березняками.

Некий максимум распределения гумуса в горно-луговых почвах наблюдается на высоте 2590 м в пределах субальпийских лугов. Причем заметно влияние экспозиции склонов на интенсивность гумусонакопления. Так, на одинаковой высоте склоны северо-восточной экспозиции с более мезофитным субальпийским высокотравьем имеют содержание гумуса в горизонте А равное 16 %, что почти в 2 раза превышает содержание гумусовых веществ в почвах субальпийских лугов юго-восточной экспозиции (8,8 %). Более сильное увлажнение почв северо-восточных склонов вызывает развитие здесь мощного дерновинного слоя, что сказывается на высокой степени гумусированности.

В значительно меньшей степени перераспределение тепла и влаги в зависимости от экспозиции склона влияет на уровень гумусонакопления в экогеосистемах с горно-лесными почвами. Среднее содержание гумуса в почвах склонов северо-восточной экспозиции, только на несколько процентов выше содержания гумуса в почвах юго-восточных склонов (13,3% и 10,9 % соответственно). На этом примере видно, что лесные ПТК с хорошо развитой растительностью обладают способностью нивелировать экспозиционные различия в гумусонакоплении.

Содержание гумуса и глубина гумификации в заложенных почвенных разрезах различна. Характерным является их увеличение от почв элювиальных к почвам трансаккумулятивных и транссупераквальных луговых и лесных элементарных экогеосистем. Это можно связать с изменением общего уровня биохимической активности почв в нижних частях профиля. Большая скорость разложения органических веществ и большее количество водных мигрантов, вовлекаемых в биологический круговорот, определяют здесь высокие уровни гумусонакопления по профилю.

Высокая гумусность почв обеспечивает повышенную емкость биогеохимического барьера в почве [2]. Связь повышенного содержания гумуса со значительным накоплением элемента проявляется для меди и цинка в луговых и лесных фациях по северо-восточному склону, для меди и свинца - по юго-восточному. Можно предположить, что микроэлементы в этих условиях активно мигрируют в адсорбированном состоянии на гумусовых частицах.

Особенности распределения микроэлементов в почвенном профиле горно-луговых и горно-лесных почв при монолитном литогеохимическом фоне можно объяснить совокупностью процессов биогенеза, гидрогенеза и ландшафтно-геохимического сопряжения. Наряду с биогенной аккумуляцией химических элементов, направленной снизу вверх, в почвах наблюдается и нисходящая миграция водных растворов. Поэтому реальное распределение элементов в почвах водоразделов и склонов определяется не только биогенной аккумуляцией, но и выщелачиванием (табл.1,2). Соотношение этих двух процессов по-разному проявляется в почвах высотно-экологического профиля и можно отметить его зависимость от экспозиции склонов. Радиальное биогенное накопление микроэлементов больше преобладает в почвах северо-восточной экспозиции (за исключением кадмия). В то же время на южных склонах иногда выщелачивание химических элементов идет сильнее, чем биогенное накопление (для свинца, меди).

Таблица 1

Некоторые параметры горно-лесных почв юго-восточных сосновых склонов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементарный ландшафт | Опорный участок | Горизонт | Глубина, см | рН | Гумус, % | Микроэлементы, мг/кг | | | |
| Pb | Cd | Cu | Zn |
| Трансаккумуля-тивный | Сосна 1 | А0 | 0-8 | 5,81 | 13,0 | 14,1 | 0,02 | 9,9 | 25,2 |
| А | 8-17 | 5,73 | 12,3 | 13,8 | 0,03 | 8,1 | 24,1 |
| В | 17-43 | 5,64 | 4,0 | 22,7 | 0,033 | 2,5 | 20,2 |
| Трансэлювиаль-ный | Сосна 2 | А | 6-24 | 5,98 | 11,2 | 9,6 | 0,10 | 4,04 | 28,5 |
| В | 24-54 | 6,75 | 5,42 | 29,8 | 0,12 | 4,96 | 10,0 |
| Трансэлювиаль-ный | Сосна 3 | А0 | 0-10 | 6,15 | 8,82 | 7,88 | 0,07 | 4,11 | 27,0 |
| А | 10-28 | 6,10 | 11,3 | 6,27 | 0,04 | 3,94 | 34,0 |
| В | 28-50 | 6,23 | 3,80 | 11,3 | 0,003 | 2,07 | 22,8 |

Проявления экспозиционных различий содержания элементов в зависимости от абсолютной высоты по профилю неодинаковы. Так, почвы пихтовых склонов содержат больше меди, чем почвы сосновых склонов. Причем эти различия в содержании одинаковы и в верхних частях профиля (в 4 раза) и в нижних частях профиля (тоже приблизительно в 4 раза). Только в средней части профиля в условиях очень крутых склонов (определяющих интенсивный вынос элемента) экспозиция склона на содержание меди не влияет. Несколько иная картина характерна для высотно-экспозиционного распределения свинца в горно-лесных почвах. В верхних трансэлювиальных ландшафтах почвы юго-восточных и северо-восточных склонов отличаются по содержанию свинца в 3 раза, в тоже время в средних и нижних частях склонов разница в содержании элемента по экспозиции сглаживается.

Таблица 2

Некоторые параметры горно-лесных почв северо-восточных пихтовых склонов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементарный ландшафт | Опорный участок | Горизонт | Глубина, см | рН | Гумус, % | Микроэлементы, мг/кг | | | |
| Pb | Cd | Cu | Zn |
| Трансаккумулятивный | Пихта 1 | А0 | 0-8 | 6,4 | 15,7 | 11,1 | 0,9 | 37,2 | 55,2 |
| А | 8-21 | 4,9 | 7,53 | 10,1 | 0,09 | 7,89 | 27,6 |
| В | 23-53 | 5,3 | 1,94 | 5,07 | 0,08 | 4,49 | 18,7 |
| Трансэлювиальный | Пихта 2 | А0 | 0-11 | 5,3 | 11,0 | 9,17 | 0,03 | 5,15 | 23,0 |
| А | 11-17 | 4,8 | 10,7 | 8,76 | 0,05 | 2,84 | 21,4 |
| В | 17-41 | 4,9 | 4,63 | 5,04 | 0,41 | 2,51 | 7,89 |
| Трансэлювиальный | Пихта 3 | А0 | 0-10 | 4,9 | 13,17 | 18,7 | 0,6 | 15,9 | 17,1 |
| А | 10-20 | 4,5 | 11,04 | 20,0 | 1,36 | 12,1 | 14,0 |
| В | 20-39 | 5,0 | 8,06 | 17,6 | 0,74 | 11,0 | 4,02 |

Латеральная дифференциация химических элементов в почвенном покрове в соответствии с ландшафтно-геохимическим сопряжением для большинства рассматриваемых элементов проявляется слабо. Это связано с тем, что участие каждого микроэлемента в геохимическом сопряжении очень индивидуализировано и зависит от свойств их миграционных форм и конкретных ландшафтно-геохимических условий [2]. На процессы латерального перераспределения микроэлементов также оказывает влияние перемещение гравитационного материала, которое изменяет геохимическую контрастность различных частей склона. Отличия в концентрации кадмия, обусловленные латеральными ландшафтно-геохимическими процессами, мало значительны и проявляются только в почвах под березняками. Увеличение содержания цинка в трансаккумулятивных ландшафтах наблюдается только в горно-лесных почвах северо-восточной экспозиции и незначительно в горно-луговых почвах.

Наиболее четкую связь с ландшафтно-геохимическими процессами выноса и накопления вещества имеет латеральная миграция меди в горно-лесных и, в несколько меньшей степени, в горно-луговых почвах (табл.3). Это говорит о том, что медь достаточно активно мигрирует в водных растворах по ландшафтно-геохимическому профилю.

Таблица 3

Некоторые параметры горно-луговых почв

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементарный ландшафт | Опорный участок | Горизонт | Глубина, см | рН | Гумус, % | Микроэлементы, мг/кг | | | |
| Pb | Cd | Cu | Zn |
| Транссупер-аквальный | Луг 1 | А | 0-19 | 6,15 | 15,1 | 4,7 | 0,04 | 14,6 | 35,0 |
| В | 19-39 | 5,69 | 2,37 | 4,8 | 0,09 | 12,5 | 31,5 |
| Трансаккумуля-тивный | Луг 2 | А | 0-23 | 5,21 | 13,3 | 26,2 | 2,04 | 8,5 | 27,3 |
| В | 23-52 | 5,24 | 5,16 | 23,2 | 1,99 | 2,1 | 16,5 |
| Трансэлювиальный (юго-восточной субальпики) | Луг 3 | А | 0-27 | 6,12 | 8,74 | 31,1 | 0,02 | 7,0 | 21,8 |
| В | 27-47 | 5,7 | 6,27 | 13,1 | 0,08 | 7,7 | 16,3 |
| Трансэлювиальный (северо-восточной субальпики) | Луг 4 | А | 0-22 | 5,09 | 16,1 | 40,7 | 0,02 | 13,1 | 23,8 |
| В | 22-47 | 5,3 | 4,9 | 10,7 | 0,01 | 12,1 | 15,0 |
| Трансэлювиальный (альпики) | Луг 5 | А | 0-24 | 4,9 | 8,81 | 23,2 | 0,1 | 11,5 | 26,4 |
| В | 24-43 | 5,33 | 1,4 | 17,7 | 0,15 | 9,3 | 19,1 |
| Элювиальный (субнивальный) | Луг 6 | А | 0-19 | 4,7 | 10,8 | 12,7 | 0,76 | 15,1 | 34,0 |
| В | 19-27 | 5,26 | 5,0 | 14,8 | 0,77 | 11,6 | 28,8 |

**Выводы:**

1. В горных системах наблюдается экспозиционная комплексность экосистем, обусловленная неравномерным распределением тепла и влаги. Экспозиционные различия экологических условий в почвах проявляются в особенностях гумусонакопления, качественном и количественном проявлении радиальных процессов миграции микроэлементов. На южных склонах в силу более сильного иссушения и наличия ксерофитной растительности в некоторых случаях ослабляется биогенный захват почвой элементов, которые интенсивнее вовлекаются в водную миграцию.

2. Смена экологических условий по абсолютной высоте в пределах профиля также приводит к дифференциации почвенных геохимических характеристик. Интенсивность гумусонакопления и щелочно-кислотные условия во многом определяются изменением гидротермических условий произрастания растительности по вертикали. При этом глубоко расчлененный рельеф горных территорий сильно усложняет степень разнообразия миграции химических элементов.

Литература

1. Гунин П.Д., Востокова Е.А. Ландшафтная экология.- М.: Биоинформсервис, 2000.- 232 с.
2. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400с.
3. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. -М.: Мысль, 1983.-269 с.
4. Дергачева М. И. Экология почв: итоги, проблемы, перспективы / М. И. Дергачева // Известия Уральского государственного университета. – 2002. – № 23. – С. 53-61.
5. Дьяченко В.В. Региональные ландшафтно-геохимические исследования горной части Северного Кавказа. // Экология: Опыт. Проблемы. Поиск. Новороссийск. 1991. С. 96-100.
6. Салпагаров Д. С. Тебердинский государственный биосферный заповедник в Карачаево-Черкесии // Труды Тебердинского государственного биосферного заповедника. Вып. 19. – Ставрополь: Ставропольская краевая типография, 2000. – 332 с.
7. Соколов И.А. Об основных закономерностях экологии почв // Почвоведение. 1990. № 7. С.117-128.
8. Шальнев В. А. Оценка роли экспозиции склонов в формировании фаций горных стран // Известия всесоюзного географического общества. – Т. 103. – 1971в. – № 3. С. 216–222.
9. Шальнев В. А. Ландшафты хребта Малая Хатипара // Северный Кавказ. Вып. 2. Вопросы физической и исторической географии. – Ставрополь, 1973. С. 55–66.
10. Шальнев В. А., Чикалин А.Н. Радиационный режим луговых ассоциаций хребта М.Хатипара // Тр. Тебердинского заповедника. Вып. 8.- Ставрополь, 1972. С.35-53.
11. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms // Ecology. 1935. V.16. № 3. p.248-307.