

УДК 550.42:551.4.911.2

Г. Б. ГРИГОРЯН

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЛАНДШАФТОВ ЛОРИЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ

По своеобразию геохимических особенностей в Лорийской котловине выделяются межгорно-равнинные степные, среднегорно-степные, среднегорно-лесные и высокогорно-луговые типы ландшафтов.

Межгорные равнинные степные геокомплексы в основном имеют мезофильный характер, особенно в западной и юго-западной частях котловины, где грунтовые воды залегают ближе к поверхности. Здесь слабовогнутая форма рельефа и мощная толща пролювиальных отложений способствуют наносной циркуляции поверхностных вод и формированию супераквальных, гидроморфных комплексов. В геохимическом отношении эти геокомплексы подчинены вышерасположенным горно-луговым ландшафтам. Здесь хорошо выделяются водородные ряды фации, и, несмотря на степной тип почвообразования, в гумусовых веществах относительно повышаются содержания фульвокислоты.

В восточной части межгорной равнины преобладающими являются геокомплексы, образованные на лавовых породах. Несмотря на межгорное расчленение, степные геокомплексы здесь развиваются как автономные. Последнее объясняется тем, что речные долины, вырубленные в лавах, представлены типичными каньонами, создающими в пределах генетически единой территории отдельные изолированные участки, с элювиальным циклом развития. Трещиноватость пород в этой части равнины способствует хорошему дренажу вод и поэтому упомянутые участки сравнительно ксероморфны. Отличительной чертой межгорно-равнинных степных геосистем, в восточной части, могут являться: маломощность почвенного покрова, слабая дифференциация по генетическим горизонтам, отсутствие сформированной рыхлой коры выветривания, наличие дефляционных явлений, обнажения почти неизменных подстилающих пород.

Слабо выщелоченные маломощные черноземы этих ландшафтов в своем химическом составе четко отражают химизм залегающих лавовых пород, поэтому они относительно бедны молибденом, стронцием, свинцом и цинком, богаты медью. Минерализация природных вод выше, чем в западной части равнины, но ниже, чем в вышестоящих среднегорно-степных комплексах. Это объясняется быстрым дренажом (вернее коротким циклом дренажа) вод через трудно разлагающиеся эффузивные породы.

Геокомплексы, сформированные на предгорных шлейфах, имеют трансэлювиально-аккумулятивный характер, с наличием бокового привноса вещества из вышерасположенных геосистем. Здесь коренные по-

роды не играют роли в ландшафтообразовании, так как над ними имеется мощная толща переотложенной коры выветривания (делювиально-пролювиальных стложений). В этих условиях сформированы мощные черноземы с тяжелым механическим составом.

В северо-западной части Лорийской котловины почвы представлены выщелоченным подтипом, на востоке—типичным черноземом. Последний, скорее всего, имеет послелесной характер. Минерализация вод в типичных черноземах выше, чем в остальных подтипах и типах почв. В этих почвах сравнительно повышено содержание свинца, цинка и бария. Кора выветривания здесь представлена карбонатной стадией, сиаллитно-насыщенным типом. Предгорья Мокрых гор представлены структурными террасами вулканического генезиса, на которых сформированы лугово-степные ландшафты элювиального характера со слабой мощностью почв и корой выветривания. Упомянутые почвы выщелоченные, маломощные, но многогумусны и заметно задернованы. Химизм почв копирует первичный химический состав залегающих пород, с той разницей, что с почвенного профиля происходит вымывание таких легкоподвижных элементов, как стронций, кальций, магний и другие. Эти почвы также отличаются некоторым дефицитом молибдена, свинца и цинка.

С геохимической точки зрения межгорно-равнинные геокомплексы приближаются к предгорно-шлейфовым наклонным равнинам, с той разницей, что здесь внутрипочвенный снос вещества слабый. Кроме того, меридиональное протяжение и замкнутое месторасположение долин способствует проявлению «эффекта» котловинности, что и дает этим ландшафтам сравнительно ксероморфный характер.

Равнинно-долинные степные геокомплексы отличаются мощными почвами, пермацидным водным режимом, вымывающим карбонаты, насыщенностью поглощенного комплекса и высоким содержанием гумуса. Химизм почв по генетическим горизонтам почти не меняется (за исключением некоторых подвижных элементов). Большинство элементов в выщелоченных черноземах в количественном отношении сходны с уровнем их первичных содержаний в почвообразующих породах.

По нашим анализам минерализация атмосферных осадков на равнинной части Лорийской котловины составляет около 10% от всей суммы минерализации поверхностных вод, а около 30—35% всей минерализации равнинные воды получают от вышерасположенных горнонаклонных геосистем.

Относительно высокое содержание хлора и сульфат-иона в водах, циркулирующих в наносных образованиях западной части равнины, объясняется непосредственным влиянием сопряженных с равниной горно-луговых ландшафтов.

Таким образом, несмотря на различие в деталях (количества гумуса, степени насыщенности, мощности почв и отдельных генетических горизонтов, содержания отдельных элементов, величины коэффициентов их миграции и т. д.), все разновидности геосистем Лорийской меж-

горной равнины характеризуются единым типом гипергенеза. Отличительными геохимическими особенностями межгорно-равнинных степных ландшафтов Лорийской котловины являются: слабая минерализация вод, насыщенность почв щелочными элементами, выщелоченность общего профиля от легкорастворимых хлоридов, сульфатов и карбонатов, нейтральная реакция природных вод и почвенных растворов, высокое содержание гумуса, с преобладанием гуминовых кислот, узкое соотношение кремнезема и полуторных окислов, однородное распределение большинства химических элементов в профиле почв, подвижность стронция, серебра, молибдена, цинка, активное биологическое накопление марганца, молибдена, цинка, свинца и ряда других элементов в верхнем горизонте почв, заметный дефицит в почвах и подстилающих породах молибдена.

Среднегорно-степные геокомплексы имеют сравнительно жсеро-морфный характер. Почвы сравнительно эродированы, маломощны, кора выветривания представлена обломочно-мелкоземлистым составом, находясь в сналлитно-насыщенной стадии.

В среднегорно-степных геосистемах минерализация поверхностных вод почти в два раза превышает минерализацию вод межгорно-равнинных степей. Но в водах этого типа геосистем относительно снижаются содержания кремнезема, хлора и сульфат-иона, увеличиваются карбонаты и щелочные элементы.

Отличительной чертой геохимии среднегорно-степных геосистем является: накопление карбонатов в средней части профиля почв и в коре выветривания, белый цвет иллювиального горизонта, слабо щелочная реакция водных вытяжек из коры выветривания, сравнительное увеличение содержания кальция, натрия и магния в средней части профиля, уменьшение стронция во всем профиле и т. д.

Несмотря на заметное геохимическое различие, в исследуемых степных геосистемах наблюдается сходство ведущих (доминирующих) процессов гипергенеза. Отмечается равномерное распределение химических элементов в профиле почв, насыщенность почв и коры выветривания щелочными элементами, подвижность стронция, серебра, молибдена, щелочных металлов. Со стороны растительного покрова наблюдается активный биологический захват марганца, молибдена, цинка, свинца и аномальные накопления меди, бария и ряда других элементов.

Горно-лесные ландшафты в Лорийской котловине представлены в трансэлювиальном виде, с пермацидным режимом и лесным бурым типом почв. Кора выветривания и почвенный покров маломощны, легкорастворимые соединения вымыты, поглощающий комплекс не насыщен, реакция почв слабокислая.

Отличительной чертой почв лесных ландшафтов является сравнительное обогащение иллювиального горизонта полуторными окислами, коллоидами и частицами тонкой фракции.

В отличие от горно-степных комплексов в горно-лесных ландшафтах происходит биологическая аккумуляция *Mn, Cu, Mo, Zn, Ni, Pb* в верхнем горизонте и интенсивное вымывание *Cl, P, S, Na, Ca, Mg, Sr, Co* из иллювиального горизонта. Здесь сравнительно увеличивается степень подвижности микроэлементов в природных водах, особенно *Sr, Ag, Zn, Mo* и *Cu*.

Несмотря на то, что содержание элементов в почвах и растениях в основном определяется химизмом ландшафтообразующих пород, в изучаемых горно-лесных ландшафтах (особенно в почвенном покрове) происходит значительная дифференциация в распределении вещества.

Расчлененность рельефа, сравнительно малая минерализованность вод и высокая подвижность ряда элементов способствуют применению гидрогеохимического метода поисков рудных месторождений в условиях лесных ландшафтов.

В Лорийской котловине сомкнуто-лесные ландшафты с буковыми насаждениями имеют высокий темп синтеза органических веществ и круговорота химических элементов. Гумификационные процессы здесь идут с большой скоростью, поэтому и опад в этих ландшафтах почти отсутствует. Пермацидный гидрологический режим не способствует накоплению продуктов минерализации, они в основном вымываются за пределы ландшафта. Поэтому древесные формы растений приобретают очень интенсивный темп биологического захвата основных биогенных элементов [1].

Преобладание в составе гумуса фульвокислоты дает природным водам кислую реакцию, что способствует увеличению подвижности ряда элементов, передвижению коллоидов, особенно железа. Слабый серый оттенок собственно гумусового горизонта бурых лесных почв указывает на сравнительное увеличение содержания кремнезема, а бурый цвет иллювиального горизонта—на присутствие новообразований железа. Что касается поверхностных вод лесных ландшафтов, то они занимают промежуточное положение между водами горно-степных и горно-луговых ландшафтов, имея сравнительно большую, чем последние, минерализацию. В водах лесных ландшафтов особенно заметно увеличение содержания сульфат-иона и гидрокарбонатов. Соотношение сульфат-иона и хлора в лесных ландшафтах может послужить критерием изменения геохимической обстановки в ландшафте.

Глубокая расчлененность и сложная морфология местности способствуют активному применению геохимических методов в поисковых работах, особенно гидрохимическое опробование. Показателен также биогеохимический метод.

В горных странах средних широт высокогорье чаще всего ограничено горно-луговым поясом, не имеющим своего аналога в других широтах.

Геосистемы этого типа на территории Армянской ССР обычно формируются на отметках выше 2300—2500 м над уровнем моря. Только в Лорийской котловине нижняя граница горных лугов опускается до

1900 м. Причиной тому является барьерное расположение территории котловины к влагоносщим воздушным течениям.

Горно-луговые геокомплексы изучаемой котловины отличаются друг от друга в основном почвами. Здесь только почвы могут указать на принадлежность горно-луговых геосистем к альпийскому или субальпийскому подтипам.

Рассмотрим вкратце геохимические особенности горно-луговых геосистем, особенно альпийских, имеющих в исследуемой котловине значительное распространение. Характерной особенностью альпийских ландшафтов является господство физического выветривания над биохимическим, что ведет к образованию обломочного делювия. Горно-луговые альпийские геосистемы с дерново-торфянистыми почвами формируются выше 2600—2700 м. Здесь наблюдается интенсивное накопление полуразложившихся растительных остатков, которые в условиях низкой температуры и короткого вегетационного периода разлагаются очень медленно. Благодаря этому, в почвах создаются условия для формирования дерново-торфянистого слоя. Как общая мощность, так и торфянистый слой почвы находятся в зависимости от условий рельефа. Последний, в пределах Лорийской котловины, имеет сглаженный, слабо наклонный характер.

В горно-луговых дерново-торфянистых почвах Лорийской котловины наблюдается заметное увеличение  $SiO_2$  в верхней части профиля, с незначительным обеднением  $Al_2O_3$ . Последний относительно накапливается в средней части профиля. Со всего профиля горно-луговых почв происходит выщелачивание  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $Na$ ,  $Cl$ ,  $S$ , а в распределении  $K$  и  $P$  явно играет роль биогенная аккумуляция, приводящая к возрастанию их количества в верхнем горизонте. В илстой фракции этих почв увеличивается содержание  $Mg$ ,  $Fe$  и  $Al$ , а  $Si$ —наоборот, уменьшается. В сумме обменных оснований преобладает водород, составляющий больше половины поглощенных катионов.

Обменная кислотность сравнительно высокая, что обусловлено водородом и алюминием. Сравнительно высокое содержание  $Al$  в поглощающем комплексе является специфическим признаком горно-луговых почв.

В геохимически нормальных условиях, для верхних горизонтов почв активно накапливающимися элементами являются:  $Si$ ,  $P$ ,  $Na$ ,  $Ca$ ,  $S$ ,  $Cu$ ,  $Mo$ ,  $Co$ ,  $Ba$  и ряд других. Со среднего и нижнего слоев почв вымываются  $Cl$ ,  $S$ ,  $Na$ ,  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $Sr$ ,  $Ag$ ,  $Co$ , а  $Ti$ ,  $Zr$ — инертные и не претерпевают количественных изменений в профиле почв [2].

По содержанию микроэлементов исследуемые почвы неоднородны, что обусловлено гетерогенностью почвообразующих пород. Прямая корреляция между химизмом пород и почв обусловлена молодостью и маломощностью горно-луговых почв. Этим и объясняется низкое содержание молибдена и свинца (ниже кларка) в почвах Лорийской котловины, сформированных на молодых долеритовых базальтах.

Природные воды горно-луговых геосистем маломинерализованы, сухой остаток составляет 0,08—0,12 г/л, тип химизма гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевый. Более 20—30% солей являются результатом первичной минерализации атмосферных осадков.

Наиболее подвижными элементами в водах изучаемого пояса являются хлор и сера (коэффициент водной миграции больше 100), подвижны также натрий, кальций, марганец, железо (коэффициент миграции больше 10). В горно-луговом поясе следует считать подвижным также кремний и алюминий.

Кислая реакция почв и вод, преобладание в гумусовом составе фульвокислот, ортоэлювиальная стадия выветривания пород, малая минерализация вод и почвенных растворов и ряд других особенностей обуславливают подвижность, наряду с указанными макроэлементами многочисленных микроэлементов.

Химический анализ вод и водных вытяжек почв показывает, что в горно-луговых условиях наиболее подвижными из микроэлементов являются стронций и серебро (коэффициент миграции больше 10). Сравнительно подвижны цинк, медь, молибден, литий (коэффициент больше 1,5).

Содержание химических элементов в растениях горно-лугового пояса неоднородно: изменяется как по видовым различиям трав, так и по местообитаниям. Но общее поведение элементов в растениях однотипно: во всех проанализированных пробах растений *Mo, Cu, Zn, Pb, Ag, Sr, Ba, Ni, Co, Mn* имеют высокий коэффициент биологического поглощения, а элементы *Ti, Zr, Be, Li, Cr* и ряд других—инертные (их содержание в растениях меньше, чем в почвах).

В горно-луговом поясе наблюдается активный захват растениями кремния и, частично, алюминия, что не наблюдается в других геосистемах.

Дискретность величин показателей коэффициентов: элювиальной аккумуляции, аномальности, водной миграции, биологического накопления позволили нам выявить геохимическую особенность каждого типа природных ландшафтов Лорийской котловины. Основные геохимические различия указанных показателей, по типам ландшафтов, имеют следующую форму выражения (табл. 1).

Для всех типов ландшафтов котловины характерна некоторая общность в содержании микроэлементов: выше кларка *Cu, Co, Li, Mn*; дефицитен молибден; подвижны соединения хлора, сульфаты и карбонаты, а также стронций, молибден и серебро.

По своим геохимическим особенностям выделяются горно-луговые ландшафты, в которых почти все элементы сравнительно подвижны. Самый распространенный элемент—кремний—проявляет себя как типоморфный для данной обстановки, накапливаясь биогенным путем в верхних горизонтах почв, а другой элемент высокого кларка—алюминий, вступая в поглощающий комплекс коллоидов, способствует подвижности железа и ряда микроэлементов.

Таблица 1

## Геохимическая матрица основных типов ландшафтов Лорийской котловины

Геохимические ассоциации элементов	Межгорно-равнинные, степные		Среднегорно-степные	Среднегорно-лесные	Высокогорно-луговые
	гидроморфные	литоморфные			
Аномальные (выше кларка)	<i>Cu, Co, V, Li</i>	<i>Cu, Mo, Co, Li, Cr</i>	<i>Cu, Mo, Co, Li</i>	<i>Cu, Co, Li, Mn, V, Ba</i>	<i>Cu, Li, Co, Mn, Y, Ti</i>
Дефицитные (ниже кларка)	<i>Mo, Pb, Sr</i>	<i>Mo, Sr, Pb</i>	<i>Mo</i>	<i>Mo, Sr, Ca</i>	<i>Ca, Sr, Mo (Pb)</i>
Аккумулярующие (Кэа > 1)	<i>Mn, V, Cr, Pb, Be</i>	<i>Mn, Pb, Cu, Zn, Co, Ni, Ba</i>	<i>Ca, Mu, Co, Pb, Mo, Ni, Zn, Li, Cu</i>	—	<i>Al, Fe, Si</i>
Подвижные (Квм > 1)	<i>Cl, S, Na, Mg, Ca, Sr, Ag, Zn, Co, Mo, Fe</i>	<i>Cl, S, Na, Ca, Sr, Ag, Mo, Mg</i>	<i>Cl, S, Na, Mo, Ag, Sr</i>	<i>Cl, S, Na, Ca, Mg, Sr, Ag, Mo, Zn, Ba, Co, Ni, Mn, Fe, Pb</i>	<i>Cl, S, Na, Ca, Mg, Sr, Ag, Mo, Cu, Zn, Co, Pb, Li, Fe, Al, Ba, Mn</i>
Инертные (Кэа ≈ 0,5—1,0)	<i>Cr, Zr, Be, Ti, Si, Al</i>	<i>Cr, Zr, Be, Ti, Si, Al, Fe, Y</i>	<i>Cr, Zr, Be, Ti, Ba, Si, Al, Fe, V</i>	<i>Cr, Zr, Be, Ti, Al, V, Si</i>	<i>Ti, Zr, Cr, Be, Y</i>
Типоморфные	<i>H—Ca</i>	<i>Ca</i>	<i>Ca</i>	<i>Ca</i>	<i>H=Si</i>
Нуждающиеся в мелиорации	<i>Mo, N, P, K</i>	<i>Mo, P, N</i>	<i>Mo, N, P</i>	<i>Mo</i>	<i>Mo, N, P, K</i>

В заключение отметим, что составленная, на основе статистически обработанных количественных показателей, ландшафтно-геохимическая матрица основных типов ландшафтов может быть использована при организации поисковых работ геохимическими методами и при геохимической мелиорации сельскохозяйственных угодий на территории Лорийской котловины.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 11.IV.1975

Գ. Ր. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

### ԼՈՌԻԱԿԱ ԳՈԴԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԼԱՆԴՇԱՓՏԱՑՄԱՆ ՏԻՊԵՐԻ ԳԵՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

#### Ա մ փ ո փ ու մ

Լոռվա զոդավորությունում առանձնացվում են բազմաթիվ լանդշաֆտային տիպեր՝ տափաստանային, անտառային, մարգագետնա-տափաստանային, մարգագետնային և այլն, որոնք իրարից տարբերվում են հիպերգեն պրոցեսների կազմով ու բնույթով: Վերջիններս էլ պայմանավորում են տիպերի երկրաքիմիական առանձնահատկությունները:

Լանդշաֆտային տիպերի համար կազմված է երկրաքիմիական մատրիցա (աղյուսակ 1), ուր առանձնացված են քիմիական տարրերի հետևյալ խմբավորումները՝ անումալ, պակասորդ, կուտակվող, դյուրաշարժ, իներտ, տիպոմորֆ և մելիորացիայի կարիք զգացող տարրերի խմբեր: Արված է հետևություն՝ ելնելով լանդշաֆտա-երկրաքիմիական առանձնահատկություններից դիֆերենցել ուսումնասիրվող տարածքի սահմաններում օգտակար հանածոների որոնման մեթոդիկական և քիմիական մելիորացիայի բնույթը:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Григорян Г. Б. Содержание и распределение микроэлементов в растениях лесного пояса Базумского хребта. Биологич. журнал Армении, № 10, 1972.
2. Григорян Г. Б. Некоторые геохимические особенности горно-луговых геосистем Лорийской котловины Арм. ССР. «Мат. экспериментальных исследований АН СССР», Иркутск, 1973.