

Наиболее экстремальный гидротермический режим создаётся в дождевой тени экранирующих хребтов. Это юго-западные части Хемчикской и Убсу-Нурской котловин, где сумма осадков достигает 80–150 мм в год. С другой стороны, создаются оптимальные условия на наиболее удалённых от магистральных хребтов, горных возвышениях, где транзитные воздушные потоки верхнего яруса тропосферы оставляют большую часть своей влаги. Особенно усиливается циклоническая деятельность на наветренных по отношению к влагонесущим потокам покатостях хребтов, испытавших перегибы в осевых частях склонов. Подобные орографические деформации, по мнению климатологов (Михайлов и др., 1988), усиливают процессы формирования подвижных циклонов на атмосферных фронтах. Такие ситуации создаются на северных макросклонах восточных отрогов Западно-Танну-Ольского хребта, где выпадает до 700–800 мм осадков, тогда как на шлейфах южного макросклона этих хребтов выпадает всего около 100–150 мм.

Из-за равной и максимальной удалённости от Мирового океана в зимнее время здесь устанавливается область высокого атмосферного давления, растянутая на несколько тысяч километров. Центр этой области приходится на географическую точку, где располагается столица республики – г. Кызыл. Чем дальше от центра Сибирского антициклона, тем слабее его действие и тем сильнее сказывается противоборствующее влияние атлантических, средиземно- и черноморских циклонов, формирующихся в областях с низким атмосферным давлением.

Весной Сибирский антициклон выражен гораздо слабее, чем зимой, в связи с потеплением и уменьшением давления воздуха в Центральной Азии. К лету на его месте устанавливается область низкого давления, вследствие сильного прогрева местности в условиях ясной погоды.

Таким образом, сложно организованная орография территории, располагающаяся в антициклоническом фазе крупнейших горных сооружений юга Сибири — Саян и Центрального Алтая, занимает особое положение. Это выражается, с одной стороны, в значительной степени недоступности территории воздействию влажных воздушных масс западного переноса; с другой, открытости региона мощным влияниям аридного и экстрааридного климата Центральной Азии. Влияние восточного муссона на гидротермический режим территории крайне низкое, что обусловлено резким нарастанием аридности климата в пустынных котловинах северо-западной Монголии. Однако, всё же принадлежность Тувы и Алтая к восточному сектору с муссонным типом годового хода выпадения осадков подтверждается наличием в составе флоры и растительности восточно-азиатских элементов.

Весьма вероятно, что одним из магистральных путей транзитного переноса муссонов на

запад служит обширная ложбина-коридор между субширотно вытянутым Хангайским нагорьем на юге и высоким Прихубсугульско-Джидинским плоскогорьем на севере (Намзалов, 1994).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Архипов С.А., Шелкоплас В.Н. Термолюминесцентный возраст западносибирских оледенений // Проблемы стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Сибири. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 10-17.
2. Маслов В.П. Происхождение и возраст хребта ану-Ола в Убсанурской котловине (Южная Тува) // Землеведение. – Изд. МОИП, 1948. – Т. 2. – Вып. 42.
3. Намзалов Б.Б. Степи Центральной Азии. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ. – 1999. – 350 с.
4. Обручев С.В. Восточная часть Саяно-Тувинского нагорья в четвертичное время // Изв. ВГО. – 1953. – Т. 85. – Вып. 5.
5. Стратиграфия, палеогеография и археология юга Средней Сибири: К 13 Конгрессу ИНКВА. – Иркутск: ИГУ, 1990. – 168 с.
6. Чернов Ю.И. Среда и сообщество тундровой зоны / Сообщества Крайнего Севера и человек. – М., 1985.
7. Шнитников А.В. Изменчивость увлажненности материков северного полушария / Зап. Геогр. об-ва СССР. Нов. сер. – Л., 1957. – Т. 16. – 337 с.

#### БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ХЕМЧИКСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Дубровский Н.Г., Ондар С.О., Очур-оол А.О.  
*Тувинский государственный университет  
Кызыл, Россия*

Проведены исследования почв Хемчикской котловины (Западная Тува) на следующих четырех точках: 1) Кара-Холь – высокогорная точка на южных отрогах Западного Саяна с элементами высокогорной тундры, светлохвойного леса; 2) верхнее течение р. Хемчик – придолинная равнина с луговыми и осолонцованными степями (левый берег); 3) Сут-Холь – высокогорная точка с элементами высокогорной тундры и тайги; 4) среднее течение р. Хемчик – предгорная равнина, расположенная в меридиональном направлении от отрогов Западного Танну-Ола на севере до предгорий г. Кызыл-Тайга (карагановая и злаковая степи на песчаной и супесчаной почве) на юге. Основной целью исследований являлась изучение закономерностей и факторов распределения, миграции некоторых макроэлементов, гумуса, тяжелых металлов и микроэлементов на профиле.

Динамические кривые содержания макроэлементов (азота, фосфора, калия) отличались большой амплитудой и резкими изменениями

величин концентраций, особенно норах и прилегающей территории (до 5 м), что указывает на особую роль таких участков экосистем в миграции и аккумуляции вещества. В различных типах почв на профиле поглощение избыточных количеств поступающих нитратов наблюдалось практически на всех точках расположения нор мелких млекопитающих.

Итак, можно предположить, что привнесение биогенных макроэлементов с опадом и продуктами жизнедеятельности животных способно повышать миграционную активность анионов. Если поступление минерального азота в почвы превышает возможности его поглощения растениями и микроорганизмами, избыточные нитраты выносятся из почв не прямо пропорционально, а в соответствии с более сложными и нелинейными зависимостями. В первую очередь, биологическая система в этом случае реагирует изменением структуры растительного сообщества через увеличение доли в структуре растительного покрова представителей азотолюбивой флоры. В то же время, очевидно, что нитрат-абсорбционная способность почв невелика и даже при отсутствии корневого поглощения и микробной иммобилизации нитратов после насыщения твердой фазы почв анионами можно ожидать расширения их миграционных потоков, трассируемых «языками» вклинивания азотолюбивой флоры в естественные сообщества. Эта картина видна из проб, отобранных рядом с норами, которые хорошо коррелируются по показателям.

Изменения содержания органического вещества (гумуса) и биогенных элементов в почвах как не только основного показателя плодородия почв, но и как фактора, определяющего их химическую активность, имеет большое значение, о чем свидетельствуют литературные данные (Криволицкий, Покаржевский, 1990; Ондар, Дубровский, 2006). Так, по нашим данным, в результате роющей деятельности на местах активности животных выявлен рост содержания гумуса (органической компонента почвы) и биогенных элементов (N, P, K) не только на верхних, но и на нижних горизонтах, что свидетельствует о высокой степени подвижности указанных веществ.

Роющая деятельность на равнинных малобуферных (песчаных, супесчаных) почвах (долина рек Ишкин, Чес-Булуи, Алаш, частично Хемчик, Дзун-Хемчикском кожууне) изменяет фосфатный режим почв, увеличивает обеспеченность почв фосфором (1,4-1,7 раза) и калием, прежде всего их подвижными соединениями. Это можно объяснить тем, что при перемешивании почвенных горизонтов, особенно карбонатного горизонта и связанного с этим процессом увеличения показателей pH почвы, степень подвижности фосфора увеличивается за счет гидролиза железистых и алюмофосфатов и образования промежуточных слабосвязанных фосфатов, что приводит к возрастанию выноса фосфора растениями (Таргуль-

ян, 1982). Кроме того, часть фосфатов может перейти в менее подвижные соединения с кальцием типа дикальцийфосфат, октокальцийфосфат, гидроксилатит и промежуточные соединения (Липатов и др., 2001). Вынос карбонатов оказывает влияние и на активность микрофлоры, разлагающей многочисленные органические соединения фосфора в почвах (фитин, нуклеопротеиды, инозитфосфаты, гуминовые кислоты и др.). В глинистых почвах содержание подвижного фосфора может снижаться. Это может быть обусловлено закреплением фосфора почвой.

По результатам исследований можно заключить, что район исследований по биогеохимическим особенностям почвы проявляют высокую степень вариации. Наиболее высокие значения содержания токсичных тяжелых металлов, некоторых микроэлементов выше на точке «Кара-Холь». Это обстоятельство можно объяснить наличием источника вторичного привноса вещества в Бай-Тайгинском кожууне (предположительно аэрозольное загрязнение продуктами разложения жидкого топлива ракет-носителей «Протон»). Ситуация усугубляется малой степенью присутствия биогенной миграции вещества, что способствует аккумуляции вещества в районе, низкой скоростью включения вторичных веществ в биохимический круговорот из-за особенностей структуры экосистем. Большая часть территории характеризуется как высокогорная тундра с низкими показателями обменных процессов. Вторым, не менее важным фактором, повышающим способности аккумуляции вещества в почве, является отсутствие или малая активность такой важной жизненной формы, как роющая деятельность животных. В ходе исследований отмечена крайне низкая численность мелких млекопитающих, даже в открытых сообществах (высокогорные степи и т.п.), способных в них определять пути и направления миграции вещества.

На точке отбора проб в точках 2, 3, 4 вариации показателей уменьшаются, что свидетельствует о снижении или отсутствии техногенного выпадения химических элементов. В зоне влияния комбината «Ак-Довурак» (точка 2) не отмечены резких отличий от фоновых биогеохимических показателей почвы, что свидетельствует о незначительной роли объекта в загрязнении почв котловины. В отдельных пробах отмечаются незначительные превышения содержания Со по сравнению с фоном.

Показательны содержания тяжелых металлов и микроэлементов в точке «Сут-Холь», где вариации показателей содержания химических элементов сглажены. В этом отношении «Сут-Холь» может выступать как контрольная точка при исследованиях по оценке экологической ситуации в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей.

Исследования показали, что характер распределения тяжелых металлов в большинстве

случаев не коррелируется с ландшафтной основой. Положительную корреляцию с макрорельефом и геохимической основой района исследований имеют всего 6 показателей из исследованных 23.

В результате вертикальной миграции первоначальная неоднородность в распределении химических элементов увеличивается вниз по профилю почвы, фиксируются точки с экстремально высокими значениями содержания многих химических элементов, нижняя граница проникновения многих из которых приобретает выраженную языковатую форму. Такой характер миграции может быть связан с вертикальными потоками почвенной влаги и педотурбационными процессами. Интерес к экстремальным значениям почвенных показателей и точкам, в которых эти значения были зафиксированы, оправдан, поскольку они могут оказывать влияние на функционирование соседних, более протяженных участков почвенного пространства. В частности, именно в точках, где содержание некоторых элементов в слое до 10 см в несколько раз превышает средний уровень этих показателей, необходимо прежде всего рассчитывать риск загрязнения для глубоких слоев почвы и почвенных вод.

Во всех почвенных образцах проводились определение валового и подвижного форм тяжелых металлов: Cd, Pb, Ni. Глобальные выпадения представлены преимущественно легкорастворимыми формами как тяжелых металлов, так и микроэлементов.

Максимальные концентрации тяжелых металлов отмечены в подстилке, максимальные запасы – в слое 5-10 см. Степень пространственного варьирования содержания Pb уменьшается при переходе от горизонта A<sub>0</sub> к слоям 0-5 и 5-10 см, Cd – мало изменяется вдоль микропрофиля.

Рассмотрение коэффициентов корреляции между содержанием различных тяжелых металлов и микроэлементов в районе исследований показало, что, с одной стороны, положительно скоррелированы концентрации Cd, Ni, Pb и Mn, Co, Zn, с другой, концентрации тяжелых металлов, микроэлементов с содержанием биогенных макроэлементов и гумуса в верхних слоях почвы. Эти две группы показателей между собой проявляют значимую отрицательную связь. По-видимому, для Pb и биогенных макроэлементов наблюдается схожая распределенность по компонентам подстилки. Запасы Pd, Cd, Ni в подстилке

значимо коррелируют друг с другом по точкам исследований. Значительная часть Pb, сосредоточенного в верхних слоях почвы, поступает из почвообразующей породы вместе с опадом, обнаружить техногенный привнос этого элемента на естественном биогеохимическом фоне достаточно сложно.

Можно предполагать достаточно высокую долю наличия техногенного поступления Pb по крайней мере в лесных экосистемах Бай-Тайгинского кожууна. На это указывает и данные отклонений средних значений валовых и подвижных форм тяжелых металлов и микроэлементов. При этом доля подвижных форм соединений тяжелых металлов выше на Кара-Холе. Главный путь техногенного поступления Pb в изученной экосистеме – выпадение из атмосферы в составе аэрозолей, при этом основная часть выпавшего свинца сорбируется подстилкой благодаря огромной поверхности в единице объема полуразложившегося опада. Поэтому биогенные макроэлементы могут быть использованы в качестве трассеров антропогенного Pb. Плотность загрязнения может быть сформирована в результате глобальных выпадений в течение нескольких последних лет. В дальнейшем при разложении органических веществ горизонта A<sub>0</sub> Pb мигрирует в более глубокие почвенные слои, где на фоне больших запасов связанного Pb в почвообразующей породе связь между биогенными макроэлементами и Pb исчезает.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кривоуццкий Д.А., Покаржевский А.Д. Животные в биогенном круговороте веществ // Новое в науке и технике. Сер. Биол. – 1990. - № 3. – 63 с.
2. Липатов Д.Н., Манахов Д.В., Цветкова О.Б. Основные закономерности пространственного распределения радионуклидов и тяжелых металлов в почвах лесных биогеоценозов // Вестн. Моск. ун-та. - Сер. 17. Почвоведение. – 2001. - № 4. С. 18-23.
3. Ондар С.О., Дубровский Н.Г. Биологические системы в разных временных масштабах. Часть 3. Факторы системогенеза и организации биологических систем в Северной Азии и Туве. – Новосибирск: Изд-во СибАГС, 2006. – 253 с.
4. Таргульян В.О. Развитие почв во времени // Проблемы почвоведения. М., 1982.