

Биогеохимия полярного пояса

Основы биогеохимии

Тема 13

Д.Ю. Шишкина

Биогеохимия арктических ландшафтов (1)

Площадь – 706 тыс. км². Арктическая суша, представленная островами и архипелагами (Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Северо-Американский Арктический архипелаг), находится под сильным воздействием океана. Арктический бассейн отделен материками и выступами дна от теплых вод Тихого и Атлантического океанов.

Суровость климата в Арктике обуславливает малую продолжительность вегетационного сезона. Наличие вечной мерзлоты на глубине 40-45 см становится причиной небольшой мощности примитивных арктических почв. Поэтому биологический круговорот ограничен во времени и пространстве. Низкие температуры обеспечивают низкую скорость биологических процессов.

Биогеохимия арктических ландшафтов (2)

Суровые климатические условия способствовали превращению большей части арктической суши в полярную пустыню. Небольшое количество осадков (100-200 мм/год), близкое залегание к поверхности твердого водонепроницаемого экрана в виде вечной мерзлоты способствуют формированию непромывного режима и признаков, типичных для аридных ландшафтов. Для почв характерны щелочная реакция среды (pH 7,5-8,0) и присутствие карбонатных новообразований.

Растительность арктических пустынь представлена мхами с примесью лишайников. Мхи и лишайники активно концентрируют такие биофильные элементы, как S, K, P, Mn, Ca. Fe, Al, Si ими не концентрируются, а лишь захватываются.

На относительно сухих местах среди мхов произрастают злаки и ситники, лапчатка, куропаточья трава, разнообразные камнеломки. Почвы – бурые аркто-тундровые, арктические примитивные.

Наиболее благоприятные условия для развития биогеохимических процессов имеются в западной части о. Шпицберген. Так, количество атмосферных осадков составляет 400 мм/год.

Биогеохимия арктических ландшафтов (3)

Значительную роль в почвообразовании арктических примитивных почв играют микроорганизмы. В условиях высокогорной Арктики в примитивных почвах количество микроорганизмов - сотни тысяч и даже миллионы в 1 г почвы. Состав этих микроорганизмов весьма разнообразен. Преимущественно это неспороносные бактерии и микробактерии, но имеются актиномицеты и грибы. Кроме того, распространены диатомовые, сине-зеленые и зеленые одноклеточные водоросли. Все эти организмы исключительно хорошо приспособлены к суровым условиям Арктики.

В днищах ледниковых долин образуется торф, но мощность его ограничена глубиной залегания вечной мерзлоты. Масса живых растений в арктической тундре при наибольшем развитии растительности составляет 2,9 т/га сухого вещества; годовой прирост – 0,6 т/га; количество мертвого растительного материала – 9,6 т/га.

Биогеохимия арктических ландшафтов (4)

Результаты анализа золы мхов и торфа показали, что среди зольных элементов преобладает Si. Например, в сфагнуме его количество достигает 36,5%. В процессе торфообразования происходит относительное накопление Fe. Поэтому 2-е место занимают Fe и Al.

Заболоченные ледниковые долины находятся в геохимически подчиненном положении по отношению к ландшафтам арктических тундр. Они получают с поверхностным стоком дополнительное количество элементов минерального питания, в т.ч. и металлов. Это способствует увеличению годового прироста в 3 – 4 раза. Возрастают и массы металлов, вовлекаемые в биологический круговорот. Запасы металлов в торфе заболоченных долин оцениваются следующим образом: Fe – десятки кг на 1 га, Mn – 1-2 кг/га, Zn – 100-300 г/га, Cu, Pb, Ni – десятки граммов на 1 га.

Таким образом, в результате биологического круговорота в почвах арктических ландшафтов концентрируются калий, фосфор, сера, марганец и другие микроэлементы. В оторфованных почвах долин наблюдается явное накопление железа.

Биогеохимия тундры

Площадь – 3,756 млн км². Тундровые ландшафты занимают крайнюю северную полосу материковой суши, контактирующую с морями Арктического бассейна.

Климатические условия тундровой зоны дают возможность для большей активности биогеохимических процессов по сравнению с Арктикой. Тем не менее, присущи те же черты: ограниченность биологического круговорота химических элементов во времени и пространстве и низкая скорость биологических процессов.

Тундровая растительность состоит из мхов, лишайников, травянистых растений, кустарников и кустарничков. В северных вариантах преобладают мхи и лишайники, на крайнем юге – кустарники. Типичная тундровая растительность имеет мохово-кустарничково-травянистый состав.

Зональные почвы тундры

- Зональные почвы – **тундровые глеевые, глеево-подзолистые и подзолистые иллювиально-гумусовые.** Почвенная микрофлора разнообразна; численность микроорганизмов выше, чем в арктических почвах. Количество бактерий колеблется от 500 до 3,5 млн экземпляров в 1 г почвы. Среди зольных элементов наибольшие концентрации свойственны Ca, K, Mg, P и Si. Концентрации других элементов редко превышают 0,1%.
- В условиях хорошего дренажа, существующего обычно на пологих элементах рельефа и склонах, формируются **кислые бурые тундровые** почвы. Для них характерна аккумуляция слаборазложенных растительных остатков и образование обособленного торфянистого горизонта. Ниже этого горизонта профиль почв мало дифференцирован. В маломощном и плохо выраженном гумусовом горизонте, расположенном под торфяным, содержание гумуса 1–2,5%, преобладают фульвокислоты. Кислые почвенные растворы способствуют водной миграции металлов преимущественно в виде комплексных органических соединений.

Глеевые почвы. Растительность тундры

На территории низменных равнин с затрудненным дренажом в нижней части почвенного профиля устойчиво существуют условия дефицита кислорода. Это способствует формированию **тундровых глеевых** почв с глеевым горизонтом серого цвета, который начинается сразу под торфяно-гумусовым и продолжается до поверхности вечной мерзлоты.

Биомасса растительности тундровых экогеосистем возрастает по мере перехода от лишайниково-моховой тундры к кустарничковой от 4-7 до 28-29 т/га сухого вещества. В переходной подзоне лесотундры биомасса превышает 100 т/га. Масса органического вещества, находящегося на поверхности почвы и состоящего из оторфованных растительных остатков, достигает 80-90 т/га. Характерная черта структуры тундровой растительности – сильное преобладание массы подземных органов растений (70-80%) над массой надземных частей.

Растительность мохово-кустарничковой тундры захватывает в биологический круговорот ежегодно около $4,7 \text{ т/км}^2$ элементов, исключая азот.