

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Проведен анализ минералогического состава почв и расчёт их относительного количественного содержания с использованием методики Т.А. Соколовой. Образцы почв были отобраны из трёх разрезов на участке 30-километровой почвенно-растительной катены, заложенной в окрестностях г. Якутска, в пределах среднетаёжной подзоны мерзлотно-таёжной области бореального пояса Восточной Сибири. Выявлены закономерности распределения минералов по почвенному профилю в пределах исследуемой катены Центрально-Якутской равнины и проведена интерпретация полученных результатов.

Ключевые слова: почвы; генезис; вещественный состав; первичные и вторичные глинистые минералы.

Известно, что в автоморфных условиях почвообразования основным источником формирования вещественного состава зональных типов почв являются почвообразующие породы. При этом почвы, наследуя состав первичных минералов, в процессе почвообразования в значительной степени трансформируются под влиянием факторов-почвообразователей в соответствии с направлениями и темпами протекания элементарных почвообразовательных процессов [1]. Поэтому вещественный состав автоморфных типов почв вообще и состав первичных и вторичных глинистых минералов в частности определяется, в конечном счете, ландшафтно-климатическими и литолого-геохимическими особенностями почвообразования конкретных почвенных провинций. В связи с этим основная цель данной статьи заключается в выявлении особенностей формирования минералогического состава и его внутрипрофильного изменения в основных типах мерзлотно-почв Центральной Якутии в условиях степного, лесостепного и таёжного типов зонального почвообразования.

Объекты и методы

Исследования проводились в условиях криоаридной территории Центральной Якутии на трёх участках почвенно-растительной катены (профиль «пос. Хатассы – оз. Б. Чабыда»), заложенной в долине Туймаада в окрестностях г. Якутска. Для анализа рассмотрены три типа почв: разрез 1ЧТ-03 солодь, 2ЧТ-03 чернозём и разрез 3ЧТ-03 палево-бурая оподзоленная. Почвообразующими породами для всех трех исследованных типов почв являлись аллювиальные отложения песчаного гранулометрического состава разновозрастных террас долины среднего течения р. Лены [2]. При этом почвенный профиль чернозема был сформирован на второй надпойменной террасе голоценового возраста на песчаных отложениях, главным образом, слюдисто-полевошпатового минералогического состава, в то время как профили солоди и палево-бурая оподзоленной почвы сформированы на сильно выветрелых древнеаллювиальных отложениях плейстоценового возраста комплекса высоких террас преимущественно кварцевого состава.

Разрез 1ЧТ-03 заложен на пологом склоне к оз. Б. Чабыда местного водораздела среднего уровня аллювиальной равнины. Координаты местозаложения разреза: широта (N) – 61°59'29,8", долгота (E) – 129°22'55,3", абсолютная высота (H) – 206,7 м. Лиственничник кустарничковый. В подросте – береза и сосна, в подлеске – береза кустарниковая и роза иглистая.

В напочвенном покрове – толокнянка, брусника, а также спорадически – лишайники и осока.

A0, 0–2 см. Темно-бурая, рыхлая, лесная подстилка, слабо увлажнена, переход ясный.

A1A2, 2–12 см. Белесовато-светло-серый, бесструктурный, песчаный, слабо увлажнен, переход заметный.

A2, 12–38 см. Палево-белесоватый с отдельными включениями черных древесных углей, бесструктурный, мучнистый на ощупь, песчаный, слабо увлажнен, переход заметный.

Bt, 38–52 см. Коричневато-светло-бурый, непрочнокомковато-пылеватый, легкосуглинистый, слабо увлажнен, плотнее предыдущего, переход заметный по цвету и механическому составу.

BC, 52–91 см. Светло-бурый, бесструктурный, супесчаный, слабо увлажнен, переход постепенный.

C, 91–130 см. Белесовато-светло-бурый, бесструктурный, песчаный, слабо увлажнен.

Почва: солодь.

Разрез 2ЧТ-03 заложен на вершине гривного повышения в пределах второй надпойменной террасы р. Лены, в долине Туймаада в окрестностях г. Якутска. Координаты местозаложения разреза: N 61°54'22,3", E 129°33'29,2", H 102,7 м. Типчаково-осочковая степь, в составе разнотравья также присутствуют полынь якутская, вероника седая, кермек, гвоздика пестрая.

Ad, 0–1 см. Буровато-темно-серая, рыхлая дернина, переход в следующий горизонт заметный.

A, 1–24 см. Серый, непрочно-мелкокомковатый, с поверхности супесчаный, а глубже легкосуглинистый, пронизан сеткой мелких корней, слабо увлажнен, языками и затеками гумуса серого цвета переходит в следующий горизонт, переход заметный.

AB, 24–35 см. Буровато-светло-серый, непрочно-мелкокомковатый, легкосуглинистый, слабо увлажнен, с 30 см от поверхности отмечаются выделения CaCO₃ в форме псевдомицелия, ближе к нижней границе вскипает от HCl, вскипание слабое, переход заметный.

Вса, 35–57 см. Серовато-светло-бурый, непрочно-мелкокомковато-пылеватый, легкосуглинистый, слабо увлажнен, вскипает от HCl, вскипание среднее, переход в следующий горизонт постепенный.

ВСа, 57–75 см. Белесовато-светло-бурый, бесструктурный, супесчаный, слабо увлажнен, вскипает от HCl, вскипание среднее.

C, 75–150 см. Неоднородный по цвету и механическому составу, представляет собой чередование белесовато-светло-серого мелкозернистого песка, который абсолютно преобладает по объему, с тонкими, толщиной 1–3 см прослойками светло-бурой супеси.

Почва: чернозём.

Разрез 3ЧТ-03 заложен на ровной водораздельной поверхности верхнего уровня древней аллювиальной равнины. Географические координаты: N 62°05'17,9", E 129°12'58,3", Н 253,9 м. Смешанный сосново-лиственничный лес лишайниково-кустарничковый. Лишайники – кладонии, кустарнички – толокнянка и брусника, присутствуют также спорадически зеленые мхи, голубика, багульник, роза иглистая.

A0A1, 0–4 см. Темно-бурый органогенный, рыхлый, влажный, с включением черных древесных углей, переход заметный.

A1A2, 4–9 см. Белесовато-светло-серый, бесструктурный, супесчаный, слабо увлажнен, пронизан сеткой корней с включением черных древесных углей, переход постепенный.

A2B, 9–21 см. Белесовато-бурый неоднородный по окраске, с охристыми пятнами и натёками Fe₂O₃, непрочно-мелкокомковатый, средний суглинок, слабо увлажнен, переход заметный.

B, 21–53 см. Белесовато-светло-бурый, неоднородный, с коричневыми натёками гумусово-железистых соединений, непрочно-мелкокомковатый, среднесуглинистый, плотнее предыдущего, слабо увлажнен, переход ясный по цвету и механическому составу.

BC, 53–86 см. Неоднородный, в большей массе буровато-охристая супесь с линзами белесовато-светло-серого песка, бесструктурный, слабо увлажнен, с включением кварцевой гальки различных размеров, переход заметный по цвету и механическому составу.

C, 86–144 см. Белесовато-светло-серый среднезернистый песок, бесструктурный, слабо увлажнен, с включением кварцевой гальки различных размеров до 10% от объема.

Почва: палево-бурая оподзоленная.

Минералогический состав первичных минералов определялся на качественном уровне методом рентгенофазового анализа, а вторичных глинистых – на количественном уровне по методике Т.А. Соколовой [3], при этом оценивалось содержание иллитов, каолинитов и минералов с лабильными решетками (монтмориллонитов и вермикулитов). Съёмка проводилась на установке ДРОН-2, уточнение состава некоторых фаз производилось на приборе УРС-0,3 [4].

Результаты и их обсуждение

Климат г. Якутска и его окрестностей резко континентальный и засушливый с длительной, крайне морозной и малоснежной зимой, с коротким относительно жарким и засушливым летом. При этом среднемесячная t июля ($t_{\text{и}}$) составляет 18,7°C, января ($t_{\text{я}}$) – (-43,2°C), среднегодовая t ($t_{\text{г}}$) – (-10,3°C), среднегодовое количество осадков ($Q_{\text{г}}$) – 202 мм, количество осадков за вегетационный период ($Q_{\text{в}}$) – 143 мм, испаряемость (E) – 502 мм, коэффициент увлажнения ($K_{\text{у}}$) – 0,3, коэффициент континентальности ($K_{\text{к}}$) – 302 и сумма активных t ($\sum t > 10^{\circ}\text{C}$) – 1565°C.

Состав и количество минералов исследуемых мерзлотных почв приведены в табл. 1 и 2. Все почвы формируются на легких песчаных отложениях близкого

гранулометрического состава. В пределах исследуемой почвенной катены в процессе педогенетического анализа довольно точно и однозначно оценивается направление и интенсивность процессов внутрисочвенного выветривания и почвообразования. Почвообразующие породы почв, развитых на высоких террасах плейстоценового возраста (разр. 3ЧТ-03 и 1ЧТ-03) являются более выветрелыми, чем таковые (разр. 2ЧТ-03), сформированные на более молодых голоценовых аллювиальных отложениях. Об этом убедительно свидетельствуют данные минералогического состава (см. табл. 1). Поэтому также не случайно, что наиболее бедный полевошпатово-кварцевый состав гор. С характерен для почвы разр. 3ЧТ-03, а наиболее богатый – для почвы разр. 2ЧТ-03, где зафиксировано наличие всех изучаемых групп первичных и вторичных минералов (табл. 1).

Почва разреза 1ЧТ-03 имеет преимущественно каолиновый состав, также в ней содержится гидрослюда и смешаннослойный минерал типа гидрослюда-монтмориллонит и следовое количество хлорита в нижних горизонтах почвы. Содержание каолинита увеличивается от горизонта С к горизонту А2 и уменьшается в горизонте А1А2, т.е. в данной почве идет накопление каолинита. Уменьшение содержания каолинита в горизонте А1А2, также как и слюды, объясняется тем, что из-за расположения разреза на пологом склоне происходит вымывание минералов в составе мелкодисперсных взвесей посредством склонового стока из верхних горизонтов в период дождей и весеннего снеготаяния. Этой же причиной объясняется ложное накопление смешаннослойного минерала в этом горизонте.

Почва разреза 2ЧТ-03 имеет преимущественно каолино-иллитовый состав с небольшим содержанием хлорита во всей почвенной толще. Кроме того, в данной почве, возможно, содержится смешаннослойный минерал типа слюда-монтмориллонит. Мы считаем, что это своего рода переходный от слюды к монтмориллониту минерал. Общим началом трансформации для всех слюд является образование гидратированных форм исходных слоистых структур, затем идет образование смешаннослойного слюда-монтмориллонита. При этом в основном процессе мы не наблюдаем уменьшения содержания каолинита и слюды и при визуальном осмотре дифрактограмм, и при расчёте количества минералов по методике [3]. Наоборот, идёт увеличение их количества, т.к. процесс монтмориллонитизации слюды протекает как в прямую, так и в обратную сторону.

Таким образом, в генезисе мерзлотного чернозема проявляется процесс внутрисочвенного оглинения, где почти при постоянной доле кварца отмечается изменение относительного содержания других исследуемых первичных и вторичных минералов (табл. 1, разр. 2ЧТ-03). Можно предварительно утверждать, что здесь в условиях слабощелочной реакции среды посредством трансформации полевых шпатов в системе сопряженных горизонтов почвенного профиля (А–АВ–Вса) увеличивается содержание минералов группы слюд и каолинита. А в качестве новообразованных минералов присутствуют смешаннослойные минералы (гор. АВ и Вса) и карбонаты (гор. Вса).

Минералогический состав основных типов автоморфных почв Центральной Якутии

Горизонт	Глубина, см	Минералогический состав почв						
		Кварц	Минералы из групп полевых шпатов	Минералы из групп амфиболов	Минералы из групп слюд	Минералы из групп каолинита	Минералы из групп хлорита или монтмориллонита	Минералы из групп карбонатов
Солодь, разрез 1ЧТ-03								
A1A2	2–12	+	+	+	-	-	-	-
A2	20–30	+	+	+	-	-	-	-
B	40–50	+	+	+	+	+	-	-
C	110–120	+	+	+	+	-	-	-
Чернозём, разрез 2ЧТ-03								
A	1–11	+	+	+	+	+	-	-
AB	25–35	+	+	+	+	+	+	-
Bca	40–50	+	+	+	+	+	+	+
C	140–150	+	+	+	+	+	-	-
Палево-бурая оподзоленная, разрез 3ЧТ-03								
A1A2	4–9	+	+	+	-	-	-	-
B	30–40	+	+	+	+	+	-	-
BC	60–70	+	+	-	-	-	-	-
C	120–130	+	+	-	-	-	-	-

Примечание. Примерное количественное содержание минералов определялось на двух уровнях: на уровне содержания кварца – полевые шпаты; на уровне амфиболов – остальные минералы. ■ много; ▒ мало; ▒ среднее содержание; + следовое количество; – не обнаружено.

Почва разреза 3ЧТ-03 имеет каолинит-гидро-слюдистый состав с примесью смешаннослойного минерала типа иллит-монтмориллонита. В данной почве наблюдается четкое накопление минерала с лабильной решеткой от горизонта BC к верхнему горизонту A1A2. При этом процессе не происходит уменьшения количества иллита, который, наоборот, накапливается, а наблюдается уменьшение количества каолинита. Данный процесс описывался ранее [5], когда в условиях кислой реакции среды и при высоком содержании со-

лей калия и натрия происходит образование смешаннослойного иллит-монтмориллонита.

Во всех почвах отчетливо наблюдается образование вторичных минералов. Так, в палево-бурой оподзоленной почве в верхних почвенных горизонтах отмечается рост количества минералов с лабильными решетками, но их наиболее высокое относительное содержание наблюдается в чернозёме и солоде, что объясняется лучшими условиями для глинообразования, которые складываются в данных почвах.

Таблица 2

Расчёт относительного количества глинистых минералов в почвах Центральной Якутии по методике Т.А. Соколовой [3]

Тип почвы, разрез	Глубина, см	Горизонт	Количество минералов по методике Т.А. Соколовой, %		
			Минералы с лабильными решетками (монтмориллонит, вермикулит)	Иллит	Каолинит
Солодь, р. 1ЧТ-03	2–12	A1A2	18,3	18,3	63,4
	20–30	A2	13,4	18,6	68,0
	40–50	B	15,2	26,2	58,5
	110–120	C	15,7	27,6	56,7
Чернозём, р. 2ЧТ-03	1–11	A	15,3	40,8	43,9
	25–35	AB	11,4	35,9	52,7
	40–50	Bca	13,3	26,7	60,0
	140–150	C	27,0	25,4	47,6
Палево-бурая оподзоленная, р. 3ЧТ-03	4–9	A1A2	10,8	34,9	54,2
	30–40	B	8,9	47,7	42,6
	60–70	BC	4,5	44,9	50,6
	120–130	C	13,7	38,2	58,0

Расчёт относительного количества глинистых минералов показал, что все почвы относительно обогащены минералами из группы слюд и каолинита, особенно палево-бурая оподзоленная почва (табл. 2). Также в

указанных почвах наблюдается содержание лабильных минералов или смешаннослойного минерала (по анализу полученных рентгенограмм – слюды-монтмориллонита).

ЛИТЕРАТУРА

- Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. М.: Наука, 1978. 294 с.
- Еловская Л.Г., Коноровский А.К. Районирование и мелиорация мерзлотных почв Якутии. Новосибирск: Наука, 1978. 176 с.
- Соколова Т.А. Глинистые минералы в почвах гумидных областей СССР. Новосибирск: Наука, 1985. 254 с.
- Рентгенография основных типов породообразующих минералов / Под. ред. В.А. Франк-Каменецкого. Л.: Недра, 1983. 359 с.
- Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1975. 520 с.

Статья представлена научной редакцией «Биология» 23 марта 2009 г.