

## МИКРОМОРФОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

### ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРОЕНИЯ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ

Токсеитова Г.А.

*Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии*

*им. У.У. Успанова, 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75 в, ab\_saparov@yahoo.com*

Изложены результаты изучения микростроения горнолесных почв, показаны признаки, которые могут служить в качестве индикатора данного типа почв наряду с другими морфологическими, химическими и физико-химическими их особенностями.

#### ВВЕДЕНИЕ

В Заилийском Алатау горно-лесные темноцветные почвы развиваются в верхнем поясе лесолугово-степной зоны в условиях сильно расчлененного рельефа на крутых склонах северных, северо-восточных и северо-западных экспозиций. Растительность – еловые, реже пихтово-еловые и пихтовые леса, иногда смешанные, под пологом которых растут тенелюбивые травы, мезофильные злаки, лесные кустарники, иногда зеленый мох.

Для горно-лесных темноцветных почв характерно наличие довольно высокого содержания гумуса, наличие иллювиального гумусового горизонта и отсутствие карбонатов. Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные отложения, подстилаемые дресвянистым элювием гранита.

В средней части лесолугово-степной зоны формируются горно-лесные темно-серые почвы на крутых северных склонах под травяно-кустарниковыми мелколиственными лесами (осиновые, осиново-березовые, березовые) с примесью ели, под пологом которых располагаются подлесок из кустарников, тенелюбивые и мезофильные злаки. Почвы многогумусные, не имеют подзолистого горизонта, но кремнеземистая присыпка почти всегда наблюдается во втором гумусовом горизонте. Отчетливо выражен карбонатный горизонт. Почвообразующие породы – лессовидные суглинки.

Горно-лесные черноземовидные почвы распространены в нижней части лесолугово-степной зоны в условиях низкорослого, реже среднегорного рельефа. Растительность – мелколиственный лес (осина, береза, яблоня, боярышник, клен) с подлеском из кустарников под пологом злакового разнотравья. Почвы содержат достаточное количество гумуса, биологически активны и карбонатны. [1, 2].

Горно-лесные почвы достаточно хорошо изучены, но работ по микроморфологическим исследованиям нет.

Микроморфология почв является одним из важнейших методов в выяснении генезиса почв, диагностики, установлении классификационной принадлежности и др. Она дает представление о протекающих в почве элементарных процессах почвообразования, различные сочетания которых приводят к формированию тех или иных типов почв.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являются горно-лесные темноцветная, темно-серая и черноземовидная почвы. Изготовление почвенных шлифов и микроморфологическое описание проводилось по общепринятым методикам [3, 4].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование микростроения горно-лесной темноцветной почвы показало агрегированность всего почвенного профиля, большое количество расти-

тельных остатков в разной степени сохранности и высокое содержание гумуса.

Почвенный материал в верхней части почвы (1-22 см) представлен мелкозернистыми копрогенными агрегатами, образующими рыхлое сложение. Ниже агрегаты уже имеют более крупные размеры несколько удлиненной формы, темно-бурой окраски, свидетельствующей о незначительном содержании изотропных глинисто-гумусовых образований. Агрегаты почвообразующей породы имеют иной путь образования, связанный с действием физико-химических процессов.

В поверхностном горизонте сосредоточено максимальное количество грубых полуразложившихся растительных остатков с признаками деятельности первичных разлагателей (клещей, мокриц, личинок почвенных беспозвоночных), о чем свидетельствуют скопления экскрементов и, что указывает на принадлежность гумуса этой почвы к форме «модер».

Ниже растительные остатки, главным образом, сконцентрированы в ходах коней. В горизонте  $A_2$  12-22 см среди растительных остатков отмечены многочисленные мицелии грибов, играющие важную роль в их разложении и образовании гумуса. С глубиной изменяется количество и соотношение свежих и сильно разложившихся остатков в сторону последних. В нижней части профиля (70-100 см) встречаются единичные экземпляры сильноизмененных форм.

Следует отметить, что в целом процессы гумификации-минерализации растительных остатков протекают несколько замедленно, о чем свидетельствует присутствие малоизмененных и углеподобных форм остатков растительной ткани, последние являются индикаторами повышенного увлажнения почвы.

О высокой активности биоты свидетельствуют многочисленные свежие и в разной степени старения выбросы почвенной микро- и мезофауны практически по всему почвенному профилю. Признаками старения выбросов мезофауны, вероятно, дождевых червей являются их расплывание, потеря формы, слипание и постепенное вовлечение в общую почвенную массу. Экскременты же клещей (орибатид) при старении чернеют, гумифицируются, распадаются на составные частички полуразложившегося органического материала бурого цвета, которые затем являются субстратом для бактерий и грибов. Кроме того, в старении выбросов фауны, известную роль могут играть и механические воздействия, процессы растворения, реакции физического и химического порядка.

Микроморфологически определены три микроформы дисперсного гумуса: темноокрашенный коллоидный; стустковый и/или хлопьевидный; буроокрашенный. Буроокрашенный гумус входит в состав плазмы и является преобладающей формой. Темноокрашенный гумус обладает подвижностью и в составе растворов по пустотам продвигается вниз, образуя второй гумусовый горизонт. Стустковые и хлопьевидные формы гумуса в основном сосредоточены в биогенных порах и/или в участках, прилегающих к ним.

По рассмотренным выше признакам органического материала в гумусовых горизонтах (растительные остатки, выбросы почвенной фауны, микроформы гумуса) определен тип гумуса как «лесной мульч»

Микрозональность по гумусу, проявляется в неоднородности окраски в пределах одного и того же горизонта, отражающую локальную концентрацию органических остатков на разных стадиях гумификации и гумусообразования. Так

в корневых ходах количество гумуса несколько возрастает за счет разложения самих корешков, что придает микроучастку более темную окраску. Другой причиной неоднородности окраски почвы являются выбросы почвенной фауны, содержащие в своем составе органическое вещество, которые разрушаясь, создают микрозоны, обогащения гумусом. Копролиты, состоящие из почвенного материала разных горизонтов, также образуют не равномерно окрашенные зоны.

Анализ глинистой части почвы показал, что в верхней части профиля, глина находится в скоагулированном состоянии, о чем свидетельствует чешуйчатая оптическая ориентировка глинистых частиц. На глубине 50-60 см появляются первые признаки перемещений глинистого вещества в виде струек и аккумуляции в мелких замкнутых порах. Вниз по почвенному профилю наблюдается усиление подвижности глины. В почвенной массе диагностируются глинистые агрегаты со сплошной оптической ориентировкой в центральной части, струйки в краевых зонах агрегатов, кутаны иллювиирования по стенкам крупных проводящих влагу пор, натеки в изолированных порах. Нередко натеки содержат гумусовые и пылеватые частицы, которые свидетельствуют о перемещении неразрушенных частиц, что позволяет говорить о наличии в почве «инкольматжа» [5]. Кроме того, наличие гумусовых и пылеватых частиц в составе глины, по-видимому, является свидетельством относительно интенсивных миграций веществ в период повышенной влажности почвы.

Максимальное содержание подвижной глины отмечается в почвообразующей породе на глубине 125-135 см, где она представлена сетчатой, сплошной и натечной формами. Натеки двух видов:

лимонно-желтой окраски без примесей с высоким двупреломлением и красновато-бурые от присутствия железа, тусклые, часто скорлуповатые, содержащие пылеватые частички и плотные гумусовые образования. Возможно, наличие двух типов натечной глины связано с различным возрастом и условиями их образования.

В почве из новообразований диагностируются железистые конкреции и нодули мелких размеров и плотные по сложению. Плотные железистые образования являются показателем быстрого выпадения раствора, содержащего железо, т.е. чем резче переход к окислительным условиям, тем больше плотность и лучше выражена граница между стяжениями и основой. Часть железистых соединений обладает подвижностью, о чем свидетельствует буроватая окраска плазмы и глинистых образований, что придает им буроватый оттенок.

Минеральный скелет состоит из продуктов разрушения и преобразования гранита. Первичные минералы представлены зернами полевых шпатов, кварца и биотита, которые в верхних горизонтах мелких размеров. Вглубь по профилю размеры минеральных зерен увеличиваются. В почвообразующей породе наряду с более крупными зернами минералов, входящих в состав мелкозема, присутствуют обломки гранита, раздробленных в разной степени. Наиболее ярко процесс выветривания минералов наблюдается в средней части профиля, проявляющееся в пелитизации и серицитизации полевых шпатов, обесцвечивании биотита, с высвобождением железа и отложения его в виде пленки и/или хлопьевидных ярко-красных образований на поверхности кварца, а также в трещинах. В поверхностном горизонте (0-7 см) наблюдается относительное накопление кварца как более устойчивого к выветри-

ванию, но большая часть кварца корродированны с глубокими поверхностными трещинками, свидетельствующими о механическом разрушении.

Микроморфологическими отличительными признаками горно-лесных темно-серых почв являются более сложное строение агрегатов, увеличение биологической активности почвы, уменьшение подвижности гумуса и тонкодисперсного глинистого вещества, наличие карбонатов.

Изучение микростроения почвенного профиля показало преобладание биогенных сложных агрегатов различных форм и размеров в верхней части почвы (0-20 см), представляющие собой копролиты дождевых червей и других почвенных беспозвоночных. С глубиной содержание агрегатов органического происхождения уменьшается с увеличением естественных почвенных образований в виде обособленных комочков округлой и неправильной формы, состоящих из связанных между собой органо-минеральных соединений.

Органическое вещество представлено растительными остатками в разной степени разложения, выбросами почвенной мезофауны и тонкодисперсным гумусом. Максимальное содержание растительных остатков наблюдается в поверхностном слое (0-7 см), где сосредоточены свежие слабоизмененные корешки, ниже растительные ткани с признаками разложения и превращения в органическую массу. Среди многочисленных разложившихся форм диагностируются следы деятельности почвенных беспозвоночных в виде сгусткообразных или плотных буроокрашенных скоплений органического материала, а также комочков неправильной и удлиненной формы мелких размеров. Среди скоплений корней встречаются тонкие прозрачно-бурые гифы грибов, пронизывающие мягкие

растительные ткани, разлагая их с образованием органических соединений. С глубиной уменьшается содержание и формы остатков растительной ткани. Так, в средней части почвы (30-40 см) уже преобладают разложившиеся формы, внутри и вокруг, которых видны экскременты почвенных клещей (орибатиды), состоящие из тонкого, утратившего клеточное строение органического материала овальной формы с гладкими краями. Окраска их варьирует от бурой до чернобурой в случае гумификации. В нижней части почвенного профиля (с глубины 100 см), диагностируются единичные оглиненные корешки и присутствуют сильноизмененные формы растительных остатков, в виде темно-бурой аморфной массы. Почвенная масса вблизи таких участков, пропитана бурым органическим веществом коллоидного типа. Углеподобные растительные остатки имеют вид, как бы полностью обугленных непрозрачных тканей интенсивно черного цвета. В более крупных экземплярах сохранился каркас из стенок уже ничем не заполненных клеток, другие так сильно видоизменены, что из клеток остались только мелкие отверстия в плотной черной массе.

Собственно гумус представлен буроокрашенной и темноокрашенной (темно-бурой почти черной) формами, а также плотными округлыми образованиями – гумонами.

Буроокрашенный гумус входит в состав агрегатов, связан с глинистой частью почвы и находится в закреплённом состоянии. Темноокрашенный гумус находится в дисперсном состоянии и обладает подвижностью. Диспергации и передвижению гумуса по профилю, по видимому, способствует не только кислая реакция среды, но и высокое содержание фульвокислот. На глубине 35-55 см, перемещенный гумус, закрепляется,

образуя гумусированные участки, натеки по стенкам пор или заполняет мелкие поры. В гумусе, утратившего подвижность, количество гуминовых кислот возрастает [7]. Гумоны в виде мелких скоплений присутствуют в гумусовых горизонтах.

Следует отметить, что по свойствам органического материала в гумусовых горизонтах гумус определен как «лесной муль» [6].

Первые признаки иллювиирования глинистой части почвы появляются на глубине 47-57 см в виде струек в краевых зонах почвенных агрегатов или сплошной в их центральной части. Кутаны иллювиирования по стенкам крупных пор. Поры-трещины и мелкие изолированные поры полностью заполнены ею. В составе глинистых натеков нередко присутствуют гумус в виде плотных частиц темного почти черного цвета (вероятно, гумоны) и железистых соединений. Встречаются обломки натеков (папулы), наличие, которых, связано с интенсивной переработкой почвенного материала мезофауной. В переходном горизонте и материнской породе глинистые натеки в той или иной степени ожелезнены, о чем свидетельствует желтовато-ярко-бурая окраска. Максимальное содержание глины наблюдается на глубине 92-118 см. Оптически ориентированная глина волокнистого, струйчатого и сплошного строения. Увеличились размеры натеков, появились слоистые и/или скорлуповатые, в некоторых из них наблюдаются разрывы между слоями, видна зернистость. Они большей частью стали тусклыми, что, по-видимому, связано с разрушением их и вовлечением в основу. Следует особо отметить заполнение пор однородным, светлой окраски с высоким двупреломлением глинистым веществом, что предполагает говорить о современном процессе образования натеков.

Из новообразований в почве присутствуют карбонатные и железистые скопления. Карбонатные выделения диагностируются с глубины 32-46 см. Они представлены конкрециями, образованными мелкозернистым кальцитом. Большая часть карбонатов буроватого цвета от присутствия железа, что является свидетельством одновременного процесса образования их или карбонаты были ядром, вокруг которого происходило осаждение железистых соединений, тогда образования железа происходило позже. Железистые пленки на поверхности карбонатов являются, по-видимому, признаком современного процесса передвижения железа.

Железистые новообразования представлены многочисленными мелкими плотными конкрециями, содержание которых увеличивается с глубиной что характерно для почв повышенного увлажнения.

Скелетная часть почвы представлена кварцем, полевыми шпатами, встречаются единичные зерна турмалина и апатита. В верхней части профиля зерна минералов мелких размеров равномерно распределены в почвенной массе. С глубиной размер их увеличивается, появляются обломки плотной породы. Все минералы трещиноватые. Вокруг многих зерен и обломков породы видны глинистые кутаны, являющиеся продуктами выветривания. На поверхности большей части первичных минералов - железистые пленки.

Почвообразующая порода (92-118 см) представлена слабооструктурным глинистым материалом, на фоне которого четко обособляются карбонатно-глинистые агрегаты.

В нижней части лесолугово-степной зоны сформированы горнолесные черноземовидные почвы, микростроение которых значительно отличается от

выше рассмотренных почв. В данной почве особую роль играет агрегатообразование. Свидетельством тому является микростроение верхних горизонтов (0-30 см), которое состоит главным образом из копролитов дождевых червей, часто содержащие едва различимые растительные остатки. Ниже копролитовая структура наблюдается локально. Копролиты в основном находятся в ходах растительных корешков и порах-камерах, имеют остроугольные очертания и часто слипшиеся. Они нередко имеют неравномерную окраску, связанную с чередованием темных и светлых участков, что свидетельствует об их активной деятельности в улучшении аэрации почвы и повышении ее естественного плодородия. Так, темноокрашенные участки соответствуют почвенному материалу горизонта «А», а светлые характерны для нижней части почвы. Нередко в составе копролитов присутствуют скопления гумуса. Неравномерная окраска копролитов придает средней части почвы (40-60 см) неоднородность по цвету и сложности.

Органический материал представлен растительными остатками разной степени разложения и буроокрашенным тонкодисперсным гумусом. В верхней части почвы (0-10 см) преобладают свежие корешки и слабоизмененные формы, сохранившие клеточное строение, встречаются углеподобные растительные остатки, изредка грибные гифы. С глубиной резко увеличивается количество сильноразложенных форм растительных тканей. Содержимое их клеток превратилось в сгусткообразную бурую массу, представляющую собой, по-видимому, низкомолекулярные органические соединения. Возможно, одновременное присутствие почти в одинаковых количествах свежих и сильноизмененных форм растительных остатков, т.е. двух крайних

форм, свидетельствует о сравнительно быстром процессе гумусообразования. При этом важную роль в образовании и накоплении гумуса играют как первичные, так и вторичные разлагатели. О высокой их активности свидетельствуют многочисленные свежие и старые выбросы внутри и вокруг растительных остатков по всему почвенному профилю с максимумом в корнеобитаемом слое.

Определены три микроформы гумуса: дисперсный буроокрашенный гумус, связанный с глиной в виде однородной массы; темно-бурый гумус, прокрашивающий краевые зоны агрегатов; гумоны - темноокрашенные плотные частицы. Гумоны рассеяны в плазменном материале и соответствуют скоагулированным высоко полимеризованным гуминовым кислотам. Буроокрашенный гумус представлен гумусовыми кислотами, тесно связанными с полуторными оксидами и глиной, закрепленной в виде отдельных сгустков. Темно-бурый гумус обладает слабой подвижностью и представлен подвижными гуминовыми кислотами (1-ая фракция). В гумусовом горизонте присутствуют анизотропные и изотропные глинисто-гумусовые образования.

Наличие выше представленного органического материала и наличие анизотропных и изотропных глинисто-гумусовых образований является признаком «лесостепного» вида муллевого гумуса [8].

Почва характеризуется и слабой подвижностью глинистого вещества. На глубине 30-40 см (горизонт В) наблюдается накопление тонкодисперсной массы из выше лежащих горизонтов. О подвижности гумусово-глинистого вещества и/или глинистого свидетельствуют натеки в мелких порах, тонкие струйки в краевых зонах агрегатов и кутаны иллювиирования по стенкам проводящих влагу

пор. Особенностью микрораспределения глины является сочетание микрозон повышенного содержания и обеднения в пределах одного горизонта.

Карбонатные образования отмечены с глубины 50-60 см в виде пропитки и мелких конкреций, ореолов вокруг проводящих пор, потеков. Вниз по профилю содержание их увеличивается. Горизонтальное и вертикальное распределение карбонатов в профиле почвы носит локальный характер. В нижней части почвенного профиля усиливается пропитка плазмы карбонатами. Наибольшая концентрация их приурочена к стенкам пор, проводящих почвенные растворы, и уменьшается вглубь почвенной массы. Железистые новообразования в виде мелких плотных стяжений присутствуют с поверхности почвы. С глубиной содержание их несколько увеличивается.

Минеральный скелет представлен зернами кварца, в меньшей степени полевыми шпатами, акцессорными минералами, относящихся к пылеватым фракциям и практически равномерно распределенных по горизонтам.

Почвообразующая порода характеризуется относительно простым и однородным строением, высокой пористостью и карбонатностью. Карбонатно-глинистая масса агрегирована в мелкие агрегаты, среди которых обособляются глинисто-карбонатные ооиды. Возник-

новение их, вероятно, можно объяснить особенностями переотложения материала, обогащенного глинистым веществом и карбонатами в условиях усиления засушливости климата.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микроморфологические исследования показали главные особенности строения горно-лесных почв. Так, в темноцветной почве спецификой микроморфологии гумуса можно считать сочетание признаков гумуса формы «лесной муль» и «модер». В темно-серой почве гумус представляет собой «лесной муль». В черноземовидной почве - характеризуется как «лесостепной», т.е. муль, сочетающий в себе признаки лесного и кальциевого (степного) вариантов.

Горно-лесные почвы отличаются различной степенью подвижности глинистого материала, связанной с изменением биоклиматических условий от темноцветной, темно-серой к черноземовидной почве.

В результате проведенных микроморфологических исследований установлено отсутствие карбонатов в темноцветной почве. В темно-серой карбонаты появляются на глубине 32-46 см в форме конкреций и пропитки, а в черноземовидной почве (50-60 см) они уже образуют плотные скопления, ореолы, потеки и пропитывают плазменный материал.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Почвы Казахской ССР. Вып. 4. Алма-Атинская область. Алма-Ата. 1962. 222 с.
- 2 Путеводитель экскурсии IV Делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. По прегорным и горным почвам Заилийского Алатау. Из-во «Наука» КазССР. Алма-Ата 1970. 96 с.
- 3 Мочалова Э.Ф. Изготовление шлифов ненарушенного строения // Почвоведение. 1956. № 10. С. 116-118.
- 4 Парфенова Е.И., Ярилова Е.А. Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении. М.: Наука. 1977. 198 с.
- 5 Соколов А.А. Общие особенности почвообразования и почв Восточного Казахстана Алма-Ата 1977. 232 с.

6 Пономарева В.В., Николаева. Т.А. Содержание и состав гумуса в черноземах Стрелецкой степи под разными угодиями. // Тр.Центр. Черн.Гос. Запов. Вып. 8. 1965. С. 8-12.

7 Герасимов И.П. Опыт генетической диагностики почв СССР на основе элементарных почвенных процессов. // Почвоведение. 1975. №5 С. 3-9.

8 Ромашкевич А.И., Герасимова М.И. Микроморфология и диагностика почвообразования. М.: «Наука». 1982. 125 с.

#### ТҮЙІН

Таулық-орманды топырақтардың микроқұрылымдары жөніндегі зерттеулердің нәтижелері баяндалады. Топарақтың микроқұрылымдары топырақтың морфологиялық, химиялық және физика-химиялық ерекшеліктерімен қоса осы типтегі топырақтардың индикаторы ретінде пайдалануға болоатынын көруге болады.

#### RESUME

Explaining the results of study micromorphology mountain-forest soils, showing sings, that could serve as the indicator this type's soils along with morphological, chemical and physico-chemical characteristic of them.