УДК 631.4

# МИКРОСТРОЕНИЕ ЦЕЛИННЫХ И РАСПАХАННЫХ ПРЕДГОРНЫХ СЕРОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ СЕВЕРНЫХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

**Г.А.Токсеитова**

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
*им. У.У. Успанова 050060, Алматы, пр-т аль-Фараби, 75в, Казахстан*

В статье дана характеристика целинных и распаханных предгорных сероземов обыкновенных северных. Установлено, что первостепенное значение в разложение растительных остатков принадлежит микробиологическим процессам, ведущие к полной минерализации их. Отмечено низкое содержание гумуса, высокая пористость, микроагрегированность, карбонатность всего почвенного профиля, присутствие гипса в почвообразующей породе. Определено образование оптически ориентированной глины за счет внутрипочвенного выветривания и оглинения первичных минералов на месте под влиянием процессов почвообразования, показана разновозрастность гипса.

Выявлено, что в результате длительной распашки сероземов в пахотном слое проявляются признаки деградации и происходит обеднение почвы гумусом, появляется пассивная микроформа - дисперсный (точечный) гумус, наблюдается антропогенный «лессиваж» и изменение структуры порового пространства.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время микроморфологические исследования стали необходимым звеном в изучении почв в их естественном ненарушенном состоянии. Этим исследованиям принадлежит особая роль в диагностике элементарных процессов почвообразования, различные сочетания которых приводят к образованию разных типов почв. В результате сопряженных микроморфологических, химических, почвенно-зоологических и других исследований возможно выявление индивидуальных свойств как естественных, так и антропогенно измененных почв.

Изучение антропогенного влияния на почвы сельскохозяйственного назначения – реальная необходимость нашего времени, поскольку многие освоенные земли потеряли свое естественное плодородие и уже нуждаются в серьезных мероприятиях по его воспроизводству, а резервы целинных земель почти полностью исчерпаны. Среди используемых в настоящее время в почвоведении для указанных целей методов микроморфологический анализ позволяет фиксировать уже начальные стадии изменений в строении почвенной массы и, следовательно, своевременно провести необходимые мероприятия по восстановлению основных параметров почвы и плодородия в целом.

На юго-востоке Казахстана среди используемых почв в сельскохозяйственной практике особое место занимают предгорные серозёмы. В настоящее время они практически полностью распаханы под овощные и зерновые культуры.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом микроморфологического исследования выбраны целинные и освоенные серозёмы обыкновенные северные юго-востока Казахстана. Исследуемые целинные серозёмы расположены на волнисто-увалистой предгорной равнине северного хребта Жетыжол. Разрез № 1 (целина) заложен на покатом склоне увала. Растительность - осочково-эфемерно-полынная. Почвообразующие породы – лессовидные суглинки. Проективное покрытие ~ 70 %. Глубина разреза 150 см. А+В=40 см. Вскипание от HCl с поверхности. Карбонаты мелкие белые жилки с 60 см. Разрез № 2 заложен рядом с целинным на пашне, засеянной овсом на слабо покатом северном склоне. Глубина разреза 130 см. А+В=37 см. Вскипание с поверхности. Карбонаты представлены журавчиками с 53 см.

Микроморфологическое исследование проводилось по общепринятой методике.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

*Микростроение серозема северного обыкновенного нормального, целинного*

Микроморфологическая картина гумусового горизонта (А= 16 см) характеризуется буровато-серой окраской, рыхлым сложением, микроагрегированностью и пористостью. Почвенные агрегаты простого строения мелких размеров округлой формы, а биогенные агрегаты (выбросы почвенной мезофауны) разной степени старения соседствуют друг с другом, образуя участки с повышенным содержанием гумуса. Большое разнообразие пор разных размеров и конфигураций. Поры-ходы заполнены копролитами, выбросами многоножек и почвенных клещей.

Слабоизмененные корешки сохранили двойное лучепреломление клеточных стенок в центральной части (проводящих пучков) и эпидермальном слое. Внутренняя часть сильноразложившихся тканей корешков имеет бурую окраску, а гумифицированные участки превратились в сгустки гумуса. Много минерализованных растительных остатков светло-желтой окраски. В почвенном материале и пустотах встречаются обугленные остатки растительных тканей. Вероятно, они являются продуктом неполной гумификации. В разложении остатков растительных тканей принимают участие почвенные беспозвоночные (первичные разлагатели), о чем свидетельствуют экскременты-выбросы из органического материала и микроорганизмы (присутствие минерализованных форм растительных остатков). Но, все же, первостепенное значение в разложение растительных остатков принадлежит микробиологическим процессам, ведущие к полной минерализации их, т. е. трансформация растительных остатков, идет согласно Ф.Дюшофуру, по пути «упрощения» составных частей свежего органического вещества, приводящего к образованию растворимых и газовых составляющих [1]. В корневых проходах содержание гумуса возрастает за счет разложения самих корешков. Участки, состоящие из выбросов беспозвоночных также более гумусированные, т. к. при разрушении их создаются зоны, обогащенные гумусом. Коллоидно-дисперсный гумус равномерно распределен в агрегатах, тесно связан с минеральной частью, имеет светло-бурую окраску, свидетельствующую о преобладании процентного содержания фракции фульвокислот в составе комплекса гумусовых веществ. По мнению М.М. Кононовой в сероземах малый запас гумуса и плохие качества гумусовых веществ – результат высокой биохимической активности многочисленных и разнообразных микроорганизмов, интенсивно образующих и разлагающих гумус при благоприятных гидротермических условиях [2].

Некоторые свежие остатки корешков содержат фитолиты (биолиты) в виде обособленных бесцветных прозрачных и темноокрашенных непрозрачных телец, имеющих формы клеток, которые они заполняют. В единичных экземплярах растительных остатков присутствуют кристаллические образования - оксалаты кальция (вевеллит). Биолиты (фитолиты), содержащиеся в остатках корешков естественной растительности обладают большим запасом многих элементов питания растений и микроэлементов. Они являются важным фактором потенциального плодородия почв аридной зоны. Переход отмеченных элементов в доступные для растений формы происходит при растворении биолитов почв растворами, особенно выделениями корневых систем [3].

Гумусово-глинистая плазма анизотропная. Оптически ориентированная глина находится в агрегатном состоянии. Образование ее идет за счет внутрипочвенного выветривания и оглинения первичных минералов на месте под влиянием процессов почвообразования.

Карбонаты в виде пропитки плазмы, трубочек и плотных образований, с тенденцией увеличения книзу. Плотные кар-

бонатные образования (конкреции) двух типов: а) чистые без каких-либо примесей серого цвета; б) буроватые, пропитанные железистым веществом с включениями плазменного материала. Карбонатные конкреции, образованные в основе включают ее материал: плазму, первичные минералы и плотные железистые образования. Последние, вероятно, оказались внутри конкреций в результате захвата их с материалом основы при образовании стяжений. Или присутствие примесей железа внутри карбонатных скоплений обусловлено их вторичной пропиткой извне. Не исключена возможность образования железа на поверхности карбонатных скоплений и в настоящее время. В верхней части почвенного профиля карбонатные трубочки, вероятно, являются чехлами корешков. В нижней части появляются карбонатные потеки в плазме и пленки вокруг минеральных зерен. Все эти новообразования состоят из микрозернистого кальцита, выпадающего из концентрированных растворов бикарбоната кальция при интенсивном испарении. Отмечаются и первичные карбонаты, унаследованные от почвообразующей породы. Это, прежде всего, обломочный кальцит и отчасти микрозернистый кальцит, пропитывающий плазму в нижней части профиля.

Железистые новообразования равномерно распределены в горизонте, темно-бурого цвета плотного сложения мелких размеров.

Микростроение переходного гумусового горизонта (В= 16-38 см) несколько отличается от выше лежащего по сложению и более светлой окраски из-за уменьшения содержания коллоидно-дисперсного гумуса.

Полуразрушенные растительные остатки с признаками деятельности многоножек, мокриц и клещей. Копролиты беспозвоночных и экскременты-выбросы мокриц, многоножек и клещей на разной стадии старения. Признаками старения копролитов является потеря формы, слипание и вовлечение их в почвенную массу. Экскременты же многоножек и клещей при разложении чернеют, гумифицируются и распадаются на составляющие их частички полуразложившегося органического материала.

Четко определяется микрозональность, связанная с миграцией карбонатов. Наибольшая концентрация их приурочена к порам и уменьшается с удалением от них. Единичные окристаллизованные формы оксида железа, красновато-бурого цвета, образующиеся только в аридных условиях.

Почвообразующая порода (45-85 см) характеризуется относительно простым и однородным строением плазмы и хорошей пористостью. Карбонатно-глинистая масса агрегирована в мелкие агрегаты, среди которых обособляются глинисто-карбонатные ооиды. Возникновение их, вероятно, можно объяснить особенностями переотложения материала, обогащенного глинистым веществом и карбонатами в условиях аридного климата [4].

Крупные поры заполнены гипсом разных размеров. Присутствие двух генераций (крупного и мелкого) гипса в поровом пространстве показывает его разновозрастность. По-видимому, накопление крупнокристаллического гипса происходило в более ранний период, о чем свидетельствуют тонкая пленка мелкоземистого породного материала на поверхности и его корродированность из-за перехода в карбонат кальция или растворения. Мелкокристаллический же гипс без каких-либо признаков изменения, что предполагает возможность образования его более позднее время. По мнению А.А. Соколова в аридных и субаридных автоморфных почвах накопление гипса происходило вследствие импульверизации солей, а также в результате превращения сульфатов, приносимых ветром по Гильгарду. Имеются в виду сульфаты, приносимые субаэральным путем (с водными осадками и сухими), их преобразование и переосаждение в глубоких почвенных слоях [5].

*Микростроение серозема северного обыкновенного нормального, распаханного.*

Микроморфология пахотного горизонта (0-15 см) характеризуется агрегированностью, пористостью, буровато-серой окраской и рыхлым сложением. Агрегаты простого строения округлой и неправильной (угловатой) формы. Последние имеют плотное сложение. Возникновение угловатых агрегатов неправильной формы связано с разрушением естественных агрегатов в результате распашки. Наблюдается высокая изрезанность порового пространства. Появляются деформированные поры с шероховатыми стенками. Часть крупных пор переориентирована в горизонтальном направлении. Мелкие же поры сохранили морфологическое строение свойственное целинному состоянию.

Собственно гумус представлен коллоидно-дисперсной и дисперсной формой. Коллоидно-дисперсный гумус светло-бурой окраски равномерно распределен в агрегатах. Дисперсный гумус присутствует в незначительном количестве и не участвует в образовании агрегатов. Отмечается локальная концентрация растительных остатков на разных стадиях разложения. Присутствуют свежие корешки и бурые сгустки растений - результат глубокой трансформации корневых остатков, а также минерализованные и обугленные формы. Последние свидетельствуют о менее благоприятных условиях разложения.

Межагрегатные, биогенные и отдельные поры-ходы заполнены свежими и старыми выбросами почвенных беспозвоночных.

Оптически ориентированная глина чешуйчатого строения, не обнаруживающая признаков оптической переориентации или подвижности. В почвенной массе отмечаются бесструктурные (порошистые) участки, вероятно, связанные с эрозионными процессами.

Карбонаты инкрустируют плазму и образуют конкреции буроватой окраски от пропитки железистыми соединениями. Железистые новообразования мелких размеров плотного сложения равномерно распределены в плазменном материале.

Подпахотный горизонт (В=15-35 см) отличается более светлой окраской из-за уменьшения содержания гумуса, необходимого для формирования агрегатов и плотным сложением. Отдельные участки почвы слабо агрегированы. Уменьшилась общая видимая пористость. Среди пор преобладают изолированные неправильные и угловатые формы – результат антропогенного воздействия. Часть крупных изолированных пор заполнена тонкодисперсным почвенным материалом, содержащим точечный гумус или углистые частицы. Растительные остатки представлены бурыми гумифицированными и светло-желтыми минерализованными формами со значительным преобладанием последних. Встречаются крупные растительные остатки с обособлением сгустков органической плазмы в тканях. Основная часть почвенной массы состоит из простых округлых гумусово-глинистых агрегатов, сцементированных карбонатами. Карбонаты представлены конкрециями разных размеров, пленками вокруг минеральных зерен, потеками в плазме и единичными карбонатными трубочками.

Микростроение переходного горизонта (ВС= 45-55 см) характеризуется желтовато-серой окраской, губчатым сложением, появлением крупных глинисто-карбонатных образований (ооидов), уменьшением биогенной активности и содержания растительных остатков, усилением карбонатности почвы.

Об уменьшении активности почвенной мезофауны свидетельствуют сокращение копрогенных зон и пор, содержащих копролиты и выбросы многоножек. Здесь основными разрушителями растительных остатков являются почвенные клещи, которые активно поедают мягкие ткани растений, оставляя на их месте экскременты бурого цвета мелких размеров эллипсоидной формы. Растительные остатки представлены малочисленными свежими корешками, мелкими обрывками тканей аморфными сгустками во внутренней части сильно разложенного корешка и минерализованными формами. Отмечается локальная пропитка плазмы

микрозернистым кальцитом. Увеличилось количество карбонатных новообразований, часто пропитанных железистыми соединениями.

Почвообразующая порода (Ск=60-130 см) микроагрегирована, с высокой пористостью, относительно простым и однородным строением плазмы и незначительным содержанием растительных остатков.

Карбонатно-глинистая плазма агрегирована в мелкие агрегаты. Появляются округлые глинисто-карбонатные образования – ооиды. Они отличаются по концентрации тонкодисперсного материала от окружающей основы и имеют буроватую окраску.

Карбонаты в основном унаследованы от породы. Гипс аккумулируется в поровом пространстве. В мелких порах одиночные кристаллы веретенообразной формы расположены своими удлиненными гранями параллельно стенкам пор. Встречаются сдвоенные и строенные кристаллы гипса, плотно прилегающие друг к другу, часто искривленной формы из-за недостатка пространства при их росте. Плотные скопления крупных кристаллов гипса покрыты тонкой пленкой мелкоземистого породного материала, с ярко выраженными признаками разрушения или растворения. Скопления мелкого гипса без признаков изменения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного микроморфологического исследования дана характеристика целинного и освоенного сероземов обыкновенных северных. Отмечены типовые морфологические признаки и установлены изменения микростроения, связанные с длительным использованием этих почв.

Микроморфологический анализ целинного и распаханного серозема показал, что для обеих почв характерно низкое содержание гумуса, весьма энергичная деятельность почвенных беспозвоночных, высокая пористость, микроагрегированность, слабая карбонатность верхней части почвенного профиля и высокая в нижних горизонтах и присутствие гипса в почвообразующей породе.

Деятельность почвенной фауны проявляется в образовании биоагрегатов, разложении и гумификации растительных остатков, улучшении аэрации почвы и т.д. Коллоидно-дисперсный гумус фульватного состава светло-бурой окраски, свидетельствующей о его низком содержании.

Карбонатно-глинистая плазма оптически ориентирована, имеет чешуйчатое строение, без признаков подвижности.

В результате длительной распашки предгорных сероземов обыкновенных в пахотном горизонте отмечаются признаки деградации, которые выражаются в разрушении естественных агрегатов с высвобождением тонкодисперсного материала, образовании агрегатов неправильных форм плотного сложения и появлении в результате микроэрозии бесструктурных порошистых микрозон и антропогенного «лессиважа». Происходит обеднение почвы гумусом: поступление органического вещества ограничено и не компенсирует расхода гумусовых веществ. Уменьшается не только общее количество гумуса, но и содержание активного коллоидно-дисперсного гумуса, необходимого для формирования первичных элементов микроструктуры. Появляется пассивная микроформа – дисперсный (точечный) гумус.

Меняется межагрегатная пористость подпахотного горизонта, заполняясь тонкодисперсным материалом, что приводит к уплотнению микростроения. Заметное уплотнение почвы вызывает и действие тяжелой сельскохозяйственной техники, что непосредственно отражается на структуре порового пространства, приводя не столько к снижению пористости, сколько к переориентации крупных пор и появлению пор с шероховатыми стенками. Но при этом отмечается высокая устойчивость мелких пор (микро- и мезопор), сохраняющих свое морфологическое строение на фоне деформации и сни-

жения грубой пористости. Установлено, что повышенная механическая резистентность тонких (мелких) почвенных пор связана с высоким содержанием среди них текстурных пор упаковок.

Следует отметить, что на пашне при существующих условиях использования не произошло резкого ухудшения структуры, сохраняется высокая видимая пористость, т.е. почва имеет еще резервы для восстановления при условии применения рациональных систем земледелия, направленные на сохранение и восстановление почвенного плодородия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ф. Дешофур. Основы почвоведения. М.: Прогресс. 1970. 203 с.

2. М.М. Кононова. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы. М.: АН СССР. 1963. 314 с.

3. К.Н.Федоров, Д.Р. Исматов. Микроморфологическая диагностика карбонатов и их роль в аридном почвообразовании // Научные проблемы почвоведения и агрохимии. Ташкент.1976. С. 3-14.

4. В.В. Добровольский. Минерало-геохимические особенности лессовидных отложений южной части Западно-Сибирской низменности // Почвоведение. 1967. № 3. С. 128-138.

5. А.А. Соколов. О генезисе и систематике гипсоносных почв Казахстана // Известия МН-АН РК серия биологическая и медицинская. 1999. № 3. С. 3-12.

## ТҮЙІН

Мақалада тау етегіндегі тың және жыртылған солтүстіктік кәдімгі сұр топырақтарға сипаттама берілген. Өсімдік қалдықтарының ыдырауында маңызды орында өсімдіктерді толық минералдаушы микробиологиялық процесстер болатыны дәлелденген. Қарашіріндінің төменгі мөлшері, жоғары қуыстылық, микроагрегаттылық, топырақ кескінінің карбонаттылығы, топырақтүзуші жыныстарда гипстің болуы тіркелінді.

Топырақ түзілу үрдістерінің ықпал ету нәтижесінде топырақаралық үгілу мен біріншілік минералдың сазбалшықтану есебінен оптикалық бағдарлаған сазбалшықтың пайда болуы анықталған.

Ұзақ мерзім бойы жыртылған сұр топырақтардың жыртылу қабатында деградациялану белгілері айқындалған және топырақтағы қарашіріндінің азаюы орын алған. Пассивті микроформадағы дисперсиялық қарашірінді пайда болады. Сонымен қатар антропогендік «лессиваж» байқалады және қуыстық кеңістіктің құрылымы өзгереді.

## RESUME

The article gives the characteristics of northern ordinary virgin and cultivated foothill gray soils. It is set those microbiological processes, which lead to complete mineralization, have the primary value in the resolution of vegetative remains. It is noted the low presence of humus, high porosity, micro-aggregation, carbonation of the whole soil profile, the presence of gypsum in a parent rock. There is a formation of optically oriented gypsum by the inner soil weathering and argillization of primary minerals influenced by the process of soil formation; also it is shown the difference in age of humus.

It is identified that in the result of long-time gray soils plowing the sigh of degradation appears in arable layer; there is a lack of humus in the soil, the anthropogenic “lessivage” and the structural changers of pore space are observed.