

РАЗНОВОЗРАСТНЫЕ И ЗАЛЕЖНЫЕ ПОЧВЫ КАК ПРИРОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ГЛИНО-МЕТАЛЛО-ОРГАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

К.Г. Гиниятуллин, А.А. Шинкарев

Казанский государственный университет, ginijatullin@mail.ru

Обсуждаются критерии выбора и специфические особенности природных объектов характеризующих промежуточные состояния формирования глино-металло-органического комплекса почв. Показана перспективность изучения разновозрастных почв земляных археологических памятников. Дополнительные перспективы связываются с изучением залежных старопахотных почв подвергавшихся в прошлом водной эрозии.

Актуальность работы. Почвы являются зонами глобального взаимодействия органического вещества (ОВ) с минералами, в которых реализуются принципиально иные способы достижения относительной устойчивости системы, чем в корках выветривания. В их основе лежит специфичное взаимодействие и кинетическая стабилизация промежуточных продуктов трансформации первичных минералов и минерализующихся ОВ – образование глино-металло-органического комплекса (ГМОК) [1]. Помимо большой теоретической значимости, экспериментальное изучение механизмов образования ГМОК необходимо для решения многих прикладных задач.

Механизмы процессов изучаются в кинетических экспериментах. Возраст лесостепных почв оценивается сотнями и тысячами лет, тогда как их системное изучение началось немногим более ста лет назад. Модельные эксперименты можно провести в строго контролируемых условиях, однако, только для изучения процессов взаимодействия ОВ с минералами на начальных временах. Актуальной задачей является подбор и изучение природных объектов характеризующих любые промежуточные состояния формирования ГМОК.

Объекты и методы. Ранее в экспериментах, моделирующих трансформацию в почве глинистой породы с высоким содержанием диоктаэдрических 2:1 фаз при ее взаимодействии с разлагающимися растительными остатками, было показано уменьшение интенсивности базальной дифракции смектитов, вызванное ОВ жестко связанным на поверхности глинистых частиц и в межслоевых промежутках в форме устойчивой к обработке 30% H₂O₂ [2]. Для получения экспериментальных данных, подтверждающих формирование аналогичных органо-смектитовых композиций непосредственно в почвенных условиях, использовали профильные образцы разновозрастных черноземных почв Больше-Кляринского городища (Среднее Предволжье). Наряду с изучением целинных черноземных почв, примыкающих к археологическому объекту с напольной стороны, комплексом современных методов изучались «молодые» черноземные почвы, формирующиеся на естественно зарастающих земляных отвалах городища.

Городище представляет собой насыпное фортификационное сооружение Волжской Булгарии, возведенное между XII-XIV веками, имеющее вид

сопряженных валов и рвов, концентрических в плане и расположенное на однотипном элементе рельефа – пологом склоне восточной экспозиции. До его сооружения почвенный покров в границах, включающих городище и прилегающую с напольной стороны территорию, был представлен одной почвенной разновидностью - среднемощным тучным тяжелосуглинистым выщелоченным черноземом на желто-буром делювиальном тяжелом суглинке. Спектры дифракции от порошковых препаратов, показывают полную тождественность материнских пород на всей исследованной территории. Отсутствие литологической неоднородности почвенных профилей подтверждается данными валового химического анализа. По данным анализа распределения минеральных частиц по размерам в профильных образцах выщелоченного чернозема гранулометрический состав физической глины полностью однотипен. Какой либо закономерной дифференциации профиля по содержанию тонкодисперсных фракций не обнаруживается.

Обычная технология сооружения периферического вала городищ заключалась в том, что вал и прилегающие рвы (с внутренней и внешней стороны) создавались одновременно. Насыпь возводилась путем укладывания грунта из рвов на поверхность почвы между ними. За время, прошедшее с момента сооружения городищ, на поверхности валов сформировались «молодые» почвы. Однако полевые почвенно-археологические исследования показывают, что далеко не все участки на периферических валах городищ равноценны с точки зрения перспектив «прагматического» использования информации, заключенной в объектах. Чтобы свести к минимуму возможность искажения результатов, обусловленную более поздними досыпками периферического вала или нарушением гумусовых профилей роющими животными в послойных (через 4 см) образцах из разрезов, заложенных на различных участках периферического вала, первоначально анализировали распределение содержания гумуса по глубине. Затем отбирались профили, характеризующиеся закономерным убыванием содержания гумуса с глубиной, когда зависимости уверенно аппроксимируются экспоненциальными функциями, как и в профиле целинного чернозема.

Фракцию <2,5 мкм для изучения взаимосвязи между реальной структурой глинистых агрегатов и жестким связыванием ОВ выделяли только из тех профилей, в которых содержание гумуса с глубиной изменялось полностью закономерно. Фракция выделялась после декальцирования образцов и удаления ОВ обработкой 30% H₂O₂.

Для изучения формирования ГМОК также оценивали перспективы использования современных залежных старопахотных почв подвергавшихся в прошлом водной эрозии различной интенсивности. Объектами исследования были светло-серые лесные почвы Предволжья РТ – целинная под дубравой свежей кленово-липовой и залежная старопахотная слабоэродированная под луговой растительностью, зарастающей березой (залежь 25-30 лет). Разрезы были заложены на одном элементе рельефа – средней части слабопокатого склона северной экспозиции коренного берега р. Волга и характеризуются однородными почвообразующими породами - делювиальными суглинками.

Отбирались образцы из верхней и нижней части старопашотного горизонта 15 прикопок, заложенных на залежной почве. Оценивали масштабы вторичного накопления гумуса и его характер.

Обсуждение результатов. Элементный анализ препаратов ила показал, что содержание жестко связанного ОВ увеличивается от основания к верхней части профилей, всегда обнаруживая сильную корреляционную связь с содержанием ОВ в исходных образцах. Эта закономерность одинаково прослеживалось как для разрезов, заложенных на целинной территории, так и на периферическом валу городища. Содержание Сорг в илистой фракции верхней части профилей варьировало в интервале 0.97-1.27%, превышая содержание устойчивого к окислительной деструкции Сорг в породе в 3-4 раза.

Термический анализ ила из верхней части профилей показывает между 500 и 600°C наложение на эндотермический пик смещенного по температуре экзотермического эффекта разложения ОВ, предположительно находящегося в межслоевом пространстве глин. Характеристика летучих компонентов была проведена методами ТГ-Фурье-ИК спектроскопии. Показано, что в процессе нагрева из образцов ила удаляются сложные смеси органических компонентов с широким спектром связей, функциональных групп и структурных фрагментов (колебания ОН групп, аминогрупп, СН-связей, полосы поглощения CO₂ и др.).

Рентгеновский фазовый анализ ориентированных препаратов показал, что процесс профильной дифференциации минерального состава глинистых фаз в черноземных почвах, образовавшихся на периферическом валу городища за 600-800 лет, аналогичен наблюдаемому в профиле целинного чернозема. По дифракционным спектрам от воздушно-сухих препаратов в верхней части всех гумусовых профилей изменилось соотношение между интенсивностями рефлексов смектита и(или) смешанослойных иллит-смектитовых фаз с высоким содержанием смектитовой компоненты и иллита. Для препаратов насыщенных этиленгликолем изменения в верхней части гумусовых профилей четко проявлялись в высоком малоугловом фоне, слабом разрешении рефлекса смектит-этиленгликоль и его небольшом смещении в сторону больших межплоскостных расстояний. При этом интенсивность 10 Å рефлекса во всех образцах практически не изменилась. Однотипный гранулометрический состав фракции физической глины в профилях почв и отсутствие различий в результатах определения обменной емкости методом адсорбционно-люминесцентного анализа не позволяет отнести обеднение дифракционных картин в малоугловой области ни к селективному разрушению лабильных фаз, ни к аградации разбухающих минералов, а может объясняться интеркаляцией полидисперсного ОВ в межслоевых промежутках.

Проведенные исследования показывают перспективность использования почв новообразованных на антропогенных отвалах пород разного возраста и разного происхождения. Однако их применение имеет специфику, связанную с изменением профиля земной поверхности и соответствующим ему изменением гидрологического режима территорий. В данном аспекте может быть перспективным использование современных залежных эродированных почв.

Исследования залежных почв показывают, что содержание гумуса в верхней части Апах исследованных 15 прикопок составляет в среднем 2,2 процента при средней изменчивости совокупности (коэффициент вариации 13,8), в нижней части Апах – 1,4 процента, также при средней изменчивости совокупности (коэффициент вариации 17,4). Для обоих слоев содержание гумуса соответствует нормальному распределению (критерий Шапиро-Уилка $W=0,93$, $p=0,24$ для верхнего слоя, $W=0,89$, $p=0,07$). Парный двухвыборочный t-тест средних показывает достоверную разницу между содержанием гумуса в слоях ($t=15,3$, при критическом значении $t=1,76$ ($p=0,05$)). Если предположить, что содержание гумуса в нижней части пахотного горизонта соответствует исходному до вывода почвы из обработки, тогда разница в содержании гумуса между слоями может быть приписана органическому веществу, новообразованному под залежным луговым разнотравьем за 25-30 лет. Для всех 15 исследованных прикопок наблюдается повышенное содержание гумуса в верхнем слое пахотного горизонта по сравнению с нижним, которое в среднем составляет 0,8 процентов и характеризуется сильной изменчивостью (коэффициент вариации 25,7). Повышенное отношение C/N в верхней части пахотного горизонта залежных почв косвенно свидетельствует о том, что вторичное накопление гумуса под влиянием залежи происходит, прежде всего, за счет аккумуляции под дерниной грубого (детритного) гумуса. Проведенные исследования показывают, что 20-30 летнее нахождение светло-серой слабоэродированной почвы под залежным разнотравьем приводит к существенному накоплению в верхнем слое грубого гумуса, которое может составлять до 15 % к общему запасу гумуса в профиле почвы. Пространственное распределение вторичного гумуса характеризуется сильной изменчивостью, что необходимо учитывать при отборе образцов для сравнительных изучений закономерностей формирования ГМОК почв.

Заключение. Разновозрастные и залежные почвы могут быть весьма продуктивно использованы как природные объекты для изучения закономерностей формирования ГМОК почв. Однако для получения объективных данных необходимо их комплексное многоплановое исследование. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 08-04-00952).

Литература

- Шинкарев А.А., Гиниятуллин К.Г., Кринари Г.А., Гневашов С.Г. Использование системного подхода при исследовании глинисто-гумусовых взаимодействий в почвах // Почвоведение. 2003. № 4. С. 476-486.
- Гиниятуллин К.Г., Кринари Г.А., Шинкарев А.А.(мл), Шинкарев А.А., Лыгина Т.З., Губайдуллина А.М. Структура модельных глинисто-гумусовых комплексов // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2006. Т. 148, кн. 4. С. 75-89.

Summary

Criteria of a choice and specific features of natural objects characterizing intermediate conditions of the soil clay-metal-organic complex formation are discussed. The availability of soils with different age from medieval settlement site is shown. Additional possibility are provided with studying of soils withdrawn of a crop rotation exposed in the past to water erosion