

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

И. Д. СЕДЛЕЦКИЙ

ПОЧВЕННЫЙ ПОГЛОЩАЮЩИЙ КОМПЛЕКС—ПАРАГЕНЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (КОЛЛОИДНЫХ) МИНЕРАЛОВ

(Представлено академиком Л. И. Прасоловым 2 III 1939)

1. Коллоиды почв являются наиболее активной частью почв. Они составляют почвенный поглощающий комплекс (П. К.), который определяет многие физ.-химич. свойства почв, их плодородие и производительность⁽¹⁾.

2. До последнего времени было совершенно неизвестно, из каких именно соединений состоит почвенный поглощающий (коллоидный) комплекс. Отсутствие метода прямого изучения состава и строения коллоидов почв приводило к тому, что все заключения о действительном характере соединений, составляющих почвенный поглощающий комплекс, делались на основании изучения их косвенным и главным образом химическим и коллоидно-химическим методами. Это не могло не привести к различным теориям о поглощающем комплексе почв и разным воззрениям на сущность составляющих его компонентов.

3. Сначала почвенные коллоиды рассматривались, как цеолиты, затем как неопределенная смесь окислов и гидроокислов кремния, алюминия, железа и т. д. Многие из теорий были опровергнуты позднейшими исследованиями. Окончательно была развенчана теория цеолитного состава П. К. (Глинка). Однако нельзя не отметить, что некоторые западноевропейские ученые, как например П. Фагелер⁽²⁾, в последнее время снова возвращаются к старым, отвергнутым современной наукой ложным взглядам на П. К., как на комплекс цеолитов, несмотря на то, что новейшие успехи почвоведения в области изучения коллоидов почв дают богатые и неоспоримые доказательства отсутствия каких бы то ни было цеолитов или пермутитов в П. К.

4. Из области догадок и косвенных заключений о составе и строении П. К. мы переходим к непосредственному изучению коллоидов почв и составляющих их соединений. С помощью рентгенографического анализа мы получили возможность заглянуть в тот ускользавший до сих пор от взгляда исследователя мир сверхмелких частиц, имеющих размеры от 10^{-4} до 10^{-7} см, тени которых мы видим в ультрамикроскоп. Это мир коллоидов, суммарные свойства которых мы так хорошо изучили методом коллоидной химии, но внутренняя сущность которых оставалась до сих пор неразъясненной.

5. Уже первые работы Гендрикса и Фрай⁽⁴⁾, впервые применивших рентгенографический фазовый анализ к изучению коллоидов почв Америки,

Таблица 1

Зависимость состава педолитов от типов почвообразования

Типы почв	Горизонты в см	Состав минералов коллоидов	Минералы материнской породы	Минералы почв (педолиты)	
I. Почвы ряда: Солончак—солонец—остепненный солонец—солонцеватая каштановая почва (Заволжье)					
Сульфатно-хлоридный солонец	0—5	байделит, мусковит	—	байделит, мусковит	
	10—15	байделит	—	байделит	
	18—23	байделит	—	байделит	
	25—30	накрит, х-минерал	накрит	—	
	210—220	биотит, каолинит	биотит, каолинит	—	
Содовый солонец	0—3	монтмориллонит	—	монтмориллонит	
	5—10	монтмориллонит	—	монтмориллонит	
	10—15	байделит	монтмориллонит	байделит	
	20—25	байделит	—	—	
	45—50	монтмориллонит, байделит	монтмориллонит, монтмориллонит	монтмориллонит, байделит	
Остепненный солонец	195—200	байделит	монтмориллонит	байделит	
	0—5	монтмориллонит	—	монтмориллонит	
	5—10	монтмориллонит	—	монтмориллонит	
	15—20	монтмориллонит	монтмориллонит	монтмориллонит	
	40—45	монтмориллонит	—	монтмориллонит	
Каштановая почва на сыртовых глинах Заволжья (7)	124—129	монтмориллонит	—	монтмориллонит	
	195—200	монтмориллонит	—	монтмориллонит	
	0—8	монтмориллонит, мусковит	—	монтмориллонит, мусковит	
	14—30	монтмориллонит, мусковит, х-минерал	монтмориллонит, мусковит	монтмориллонит, мусковит, х-минерал	
	67—77	монтмориллонит, мусковит	—	монтмориллонит, мусковит	
II. Почвы подзолистые (Ленинградской области)	370—385	монтмориллонит, мусковит	—	монтмориллонит, мусковит	
	Перегноино—сильно подзолитстая глеевая почва на ленточной глине (8)	5—10	кварц, накрит, монтмориллонит	—, —, монтмориллонит	кварц, накрит, —
		30—35	кварц, галлоизит, монтмориллонит	—, —, монтмориллонит	кварц, галлоизит, —
		60—65	кварц, дикиит, монтмориллонит	—, —, монтмориллонит	кварц, дикиит, —
		100—105	мусковит, галлоизит	монтмориллонит, мусковит, —	—, —, —
лимонит, монтмориллонит, мусковит			—, монтмориллонит, мусковит	—, лимонит, —	

Таблица 1 (продолжение)

Типы почв	Горизонты в см	Состав минералов коллоидов	Минералы материнской породы	Минералы почв (педолиты)
III. Почвы типа красных Краснозем Западного склона Аджарского хребта (оподзоленный)	0—5	кварц каолинит лимонит байделит	— — — байделит	кварц каолинит лимонит —
	50—60	каолинит байделит	— байделит	каолинит —
	90—100	каолинит байделит	— байделит	каолинит —
	390—400	байделит	байделит	—

показали, что почвенные коллоиды являются кристаллическими соединениями и состоят из глинистых минералов: монтмориллонита, галлуазита и др. За истекшие с тех пор 8 лет проведены большие работы по изучению коллоидов главнейших типов почв всего земного шара: Келли, Дор и Браун, Гримм, Керр и др.—почв США; Антипов-Каратаев, Роде, Седлецкий и др.—почв СССР; Якоб, Гофман, Корренс и др.—почв Западной Европы, Африки, Малой Азии, некоторых островов Средиземного моря и океанов; Кавамура—почв Западной Японии и т. д. (5).

Результаты многочисленных исследований коллоидов почв рентгено-скопическим и термическим методами показали, что неорганические коллоиды почв из различных стран состоят из глинистых минералов. Главнейшие из них следующие: монтмориллонит ($(Ca, Mg)(O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \times H_2O)$), байделит ($Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \times H_2O$), нонтронит ($Fe_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), галлуазит ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O$), каолинит, диккит, накрит ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) и др.

6. Рентгенографический анализ показал таким образом, что почвенный поглощающий комплекс в основной своей части состоит из ряда алюмосиликатных минералов индивидуального характера, имеющих свой особый химический состав и специфическую кристаллическую структуру. Этим решается совершенно однозначно вопрос о почвенном поглощающем комплексе и его компонентах. В коллоидах почв нет следовательно ни цеолитов, ни пермутоидных аналогов их.

Почвенный поглощающий комплекс не является следовательно «конгломератом», как полагает Гапон (2), но состоит из особых минералов, находящихся в высокодисперсном коллоидном состоянии. По своему составу минералы коллоидов почв являются органическими (гумус), неорганическими и органоминеральными (гумуссиликаты).

По своему состоянию они могут быть кристаллическими, аморфными и метастабильными. Эти минералы могут возникать в процессе почвообразования и являются почвенными минералами (педолиты). Состав педолитов в каждой почве поэтому не является случайным, но зависит от генезиса почв. П.К. является парагенетической системой педолитов.

7. Различные почвы являются результатом разных почвообразовательных процессов. Базируясь на основных положениях Докучаева о том, что почва есть своеобразное природное тело и что реакции, протекающие в ней, являются своеобразными, мы должны допустить для почв вообще и для каждого из почвенных типов в отдельности образование особых характерных групп минералов.

Коллоиды почв, как наиболее тонкая и активная часть почв, должны наиболее полно отражать все вариации почвообразовательных процессов, поскольку они сами являются результатом последних. Именно в почвен-

ном поглощающем комплексе должны концентрироваться характерные для каждого типа почв коллоидные минералы (педолиты).

Проведенные за последние годы в СССР работы по изучению состава коллоидных минералов главнейших типов почв, выполненные главным образом в Почвенном институте Академии Наук СССР, в части и нами под руководством И. Н. Антипова-Каратаева, действительно подтверждают существование таких характерных для разных типов почв групп педолитов. Наиболее ясно это можно видеть на неорганической части почвенного поглощающего комплекса, поскольку она является наиболее изученной. Для подтверждения сказанного мы приводим в табл. 1 состав минералов коллоидов по некоторым типам почв Союза с подразделением их на минералы материнских пород (детриты) и минералы почв (педолиты).

Как можно видеть из данных табл. 1 и 2, типичными педолитами для почв солонцового ряда являются: гедройцит, монтмориллонит, байделит, мусковит и др., тогда как почвы подзолисто-глеевого ряда характеризуются наличием главным образом минералов группы каолина (каолинит, диккит, накрит), кварца, лимонита и др. Это находится в полном согласии с ранее (в 1936 г.) высказанной нами гипотезой⁽¹⁰⁾ о том, что педолиты каолиновой группы характеризуют почвообразовательный процесс в кислой среде, в то время как педолиты монтмориллонитовой группы являются типичными для щелочного, солонцового ряда почв*. Смена щелочного процесса почвообразования на процесс осолодения, характеризующийся нейтральной и слабокислой средой, вызывает появление каолиновых минералов и кварца, что хорошо иллюстрируется солонцово-черноземным рядом почв (табл. 2). В содовом солонце присутствуют главным образом монтмориллонит и мусковит, тогда как в осолоделом черноземе появляется галлоизит. Серицит, керолит и другие минералы осолоделого чернозема являются остаточными минералами, характерными для солонцовой стадии, которую пережили осолоделые черноземы. Наличие монтмориллонита (этого характерного минерала для солонцов и для щелочных условий выветривания) в ряде других черноземов и в подзолистых почвах севера может указывать на болотно-луговые начальные стадии развития этих почв. Не исключена однако вероятность генезиса монтмориллонита подзолистых почв, например Ленинградской области, при образовании материнских почвообразующих пород (ленточных глин) в щелочных условиях (табл. 1).

Глинистые минералы ленточных глин* (монтмориллонит, мусковит и др.) в процессе подзолообразования постепенно могут разрушаться и заменяться в почвенных горизонтах новыми (каолинитом и кварцем).

8. Из приведенного материала можно видеть, что состав педолитов разных почв не является случайным сочетанием минералов. Наоборот, каждой почве соответствует вполне определенная, естественная, парагенетическая ассоциация минералов, закономерно располагающаяся по ее генетическим горизонтам. В состав минералов почвенного поглощающего комплекса входят главным образом минералы, возникшие в условиях современного почвообразования. Но в зависимости от условий генезиса и истории развития данной почвы в ее П. К. могут содержаться детритовые минералы материнской породы или отдельных почвообразовательных стадий, пройденных почвой в ее эволюции.

В зависимости от характера ассоциации минералов меняются свойства почвенного поглощающего комплекса (а потому и самих почв). Емкость

* В 1937 г. Келли и Дор⁽¹¹⁾ высказали взгляд о зависимости характера почвенных минералов от реакции среды.

Таблица 2

Эволюция почв и динамика педолитов

	Глубина взятых образцов в см	Минералы коллоидов почв		Минералы солонцов (I стадия)	Минералы осолоде- лого черно- зема (II стадия)
		Фракция 2—0.2 μ	Фракция 0.2 μ		
Почвы ряда:					
Солонец—осо- лоделый черно- зем (Чернигов- ская область)					
Содовой солонец на лессе (9)	0—0.5	монтморил- лонит	монтморил- лонит	монтморил- лонит	—
	0.5—10	серицит	монтморил- лонит мусковит	серицит	—
		гедройцит		гедройцит	—
	24—34	керолит	Mg-байде- лит	мусковит	—
				керолит	—
	10—70	керолит	керолит	монтморил- лонит	—
монтморил- лонит				—	
190—200	монтморил- лонит	монтморил- лонит	монтморил- лонит	—	
Осолоделый чернозем на лессе (9)					
35—45	35—45	керолит кварц галлоизит	галлоизит	керолит	галлоизит кварц
				биотит	—
	55—65	галлоизит керолит	галлоизит бемит	биотит	галлоизит
				керолит	бемит
115—125	—	байделит мета-кварц	байделит	мета-кварц	
190—200	—	байделит	байделит	—	

обмена, необменное состояние катионов, доступность катионов и анионов растению, в некоторых случаях даже состав обменных катионов и другие свойства П. К. зависят от состава педолитов.

Физико-химическая лаборатория
Почвенного института.
Академия Наук СССР.

Поступило
4 III 1939.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ К. Гедройц, Учение о поглотительной способности почв (1934).
² Е. Гапон, Почвенный поглощающий комплекс и земледелие, стр. 35 (1937).
³ P. Vageler, Kationen- und Wasserhaushalt des Mineralbodens (1932). ⁴ S. Hendricks a. Fгу, Soil Science, 29, 45 (1930). ⁵ И. Седлецкий, Почвенная рентгенография (1938). ⁶ И. Антипов-Каратаев и И. Седлецкий, Почвоведение, № 6 (1937). ⁷ Акад. Л. Прасолов, Антипов-Каратаев и Седлецкий, Почвоведение, № 6 (1937). ⁸ И. Антипов-Каратаев и А. Роде, Коллоидный журнал, 2, 351 (1936). ⁹ Г. Пономарев и И. Седлецкий, Почвы Черниговской области (1939). ¹⁰ И. Седлецкий, Природа, № 1 (1937). ¹¹ W. P. Kelly a. Dore, Soil Science, Society of Amer. Proc., 2 (1937).