

УДК 631.445.53:631.48:546.28

О РОЛИ КРЕМНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ИЛЛЮВИАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТОВ СОЛОНЦОВ

Н. П. ПАНОВ, Н. А. ГОНЧАРОВА, Л. П. РОДИОНОВА

(Кафедра почвоведения)

Генезис солонцов является сложной проблемой почвоведения. Со времени исследований К. К. Гейдройца [8] считается, что основной причиной неблагоприятных свойств солонцовых почв является наличие большого количества натрия в поглощенном состоянии. Однако позднее было установлено, что в степной зоне наряду с многонатриевыми широко распространены малонатриевые солонцы и солонцеватые почвы. Генезис их пока не нашел всестороннего объяснения. Одни исследователи склонны считать малонатриевые солонцы реликтовыми, т. е. образовавшимися когда-то под воздействием натриевых солей [5, 18, 19], другие [6, 26] объясняют неблагоприятные свойства малонатриевых солонцов наличием в поглощающем комплексе этих почв большого количества обменного магния. По данным ряда исследователей [11, 20], такие свойства почв могут развиваться при определенном соотношении в поглощенном состоянии ионов натрия и магния. Есть мнение [3], что обменный натрий не причина, а следствие солонцового процесса. При этом главная роль в солонцовом почвообразовательном процессе отводится переформированию неустойчивых, гальмиролизных минералов, накопившихся в солевых растворах и распадающихся при опреснении. В результате накапливаются гидрофильные коллоиды, являющиеся полимерами кремниевых, алюмокремниевых кислот и их производных. Способность иллювиального горизонта сильно пептизироваться в воде объясняется присутствием низкомолекулярной кремнекислоты и силиката натрия, которые служат активными стабилизаторами для высокомолекулярных силикатов (экспериментальных данных относительно действия кремниевой кислоты как пептизатора и стабилизатора не приводится).

Наши исследования [20] показали, что в наиболее гидрофильной и высокодисперсной части солонцового горизонта (водопептизируемом иле) много- и малонатриевых солонцов содержится большое количество окиси кремния, особенно высоко ее содержание в водопептизируемом иле, выделенном из иллювиального горизонта малонатриевых солонцов.

В задачу данного исследования входило изучение масштабов и форм миграции кремния в солонцах и зональных почвах подзоны светло-каштановых почв, а также влияния различных форм кремниевых соединений на свойства почв.

Объект и методы исследования

Объектом исследований служили целинные и освоенные (3-летние посевы риса) лугово-каштановые почвы и солонцы северо-восточной части лимана Большой Царын Сарпинской низменности на западе Прикаспия (табл. 1).

Характеристика объектов исследований

Горизонт, глубина см	Гумус по Тюрину, %	рН _{вод}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г			Частицы <0,001 мм, %
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
Солонец средний, целина						
A ₁ 0—15	1,37	6,80	9,8	13,8	1,9	25,6
B ₁ 15—25	0,98	7,67	11,8	13,1	2,8	37,2
B _K 61—71	0,68	7,72	11,6	11,3	4,3	31,4
C 130—140	—	7,60	7,7	13,3	5,2	41,3
Солонец средний, рис 3 года						
A _п 0—20	1,18	7,40	9,4	8,9	1,1	39,2
B ₁ 20—24	0,86	7,30	11,2	8,5	2,1	40,6
B _K 50—60	0,72	7,88	9,7	8,2	4,9	29,8
C 120—130	—	7,43	10,9	9,4	5,1	42,0
Лугово-каштановая слабосолонцеватая, целина						
A 0—24	4,95	6,60	13,4	10,6	1,8	34,6
B ₁ 28—38	2,97	7,10	16,7	9,2	1,7	36,6
B ₂ 92—102	0,70	7,76	12,0	8,4	2,3	33,6
C 152—162	—	7,73	11,5	12,3	3,5	38,2
Лугово-каштановая слабосолонцеватая, рис 3 года						
A _п 0—20	3,82	7,32	11,2	7,6	0,9	38,7
B ₁ 20—30	3,64	7,35	13,1	5,9	0,9	36,9
B ₂ 87—97	1,12	7,49	12,6	6,3	1,1	Не опред.
C 132—142	—	7,60	12,2	8,2	2,9	»

Использовали метод лизиметрических хроматографических колонок, которые были заложены в 3-кратной повторности на целинных участках и их аналогах под культурой риса 1-го года пользования. Лизиметрические колонки находились в почве 3 года — с сентября 1974 г. по сентябрь 1977 г. Сорбентом служила окись алюминия для хроматографии. После разбора колонок окись алюминия доводили до воздушно-сухого состояния, просеивали через сито 0,1 мм и взвешивали. В сорбенте определяли органическое вещество по Тюрину и кремний в вытяжке 0,5 н. NaOH, а затем на ФЭК по Хашимото и Джексону до и после разрушения органического вещества.

Формы миграции кремния определяли в водных вытяжках из почв 1 : 10 при 2-часовом встряхивании на ротаторе. Водную вытяжку очищали на свече Шамберлена.

Для выяснения влияния кремния на свойства почв был заложен модельный опыт на черноземе обыкновенном (горизонт A_{пах}, Саратовская область) и солонце лугово-степном (горизонт B₁, Калмыцкая АССР).

В условиях компостирования в моменты доведения влажности до 60% ППВ порциями вносили следующие кремниевые соединения :

1) молекулярный раствор кремниевой кислоты, полученный пропусканьем раствора силиката натрия (0,05 н.) через H⁺-катионит (1,0 и 0,3% SiO₂ от массы почвы);

2) золь SiO₂, полученный при взаимодействии силиката натрия и соляной кислоты, рН 5,1 (1% SiO₂);

3) 0,06%-ный раствор силиката натрия (0,02 и 1,0% SiO₂).

Срок компостирования образцов — 70 дней.

Результаты исследования

В лугово-каштановых почвах, имеющих устойчивый к разрушению почвенно-поглощающий комплекс, процессы миграции веществ с почвенными растворами проявляются не столь интенсивно, как в солонцах с расшатанной кристаллической решеткой и более подвижным органическим веществом. Так, если в горизонте A_1 лугово-каштановой почвы миграция органического вещества составляет в пересчете на углерод 6 г/м^2 , то в солонце — $15,9 \text{ г/м}^2$ (табл. 2). Разница в миграции кремния нивелируется значительной массой биогенного кремнезема, активно включающегося в миграцию в лугово-каштановой почве. Поступление углерода и кремния в горизонт B_1 солонца выше их выноса.

Т а б л и ц а 2

Количество органического вещества и кремнезема, сорбированного в течение трех лет хроматографическими колонками при фильтрации почвенных растворов (г/м^2)

Почва, угодье	Горизонт, из-под которого вынута колонка	Углерод	SiO_2	
			общее	не связано с органическим веществом
Лугово-каштановая, целина	A_1	$6,0 \pm 0,99$	$12,6 \pm 0,77$	$12,0 \pm 0,47$
	B_1	$6,2 \pm 0,86$	$10,7 \pm 1,72$	$10,0 \pm 1,50$
Солонец средний, целина	A_1	$15,9 \pm 2,58$	$9,4 \pm 1,16$	$9,1 \pm 0,65$
	B_1	$6,6 \pm 1,50$	$4,0 \pm 0,77$	$3,8 \pm 0,65$
Лугово-каштановая, рис 3 года	A_{II}	$30,2 \pm 2,67$	$25,4 \pm 1,54$	$25,1 \pm 1,29$
	B_1	$25,3 \pm 3,60$	$24,1 \pm 1,98$	$24,1 \pm 0,43$
Солонец, рис 3 года	A_{II}	$30,1 \pm 1,03$	$30,7 \pm 1,55$	$30,8 \pm 1,8$
	B_1	$18,1 \pm 1,89$	$13,1 \pm 1,50$	$12,9 \pm 0,86$

При определении содержания кремния в щелочной вытяжке из сорбента до и после разрушения органического вещества существенных различий не обнаружено. Это свидетельствует об отсутствии прочных связей с органическим веществом у водорастворимого кремния. Многие исследователи [9, 15] считают, что кремний в природных водах и почвенных растворах мигрирует в виде истинных и коллоидных растворов. Выделить коллоидную форму кремниевой кислоты в данном случае не представляется возможным, так как в сильнощелочной среде весь кремний находится в мономерном состоянии.

Освоение почв солонцового комплекса под культуру риса изменяет условия и направленность почвообразовательного процесса. Миграция органического вещества в лугово-каштановой почве увеличивается в 5 раз, в солонце — в 2 раза; резко возрастает подвижность кремния — соответственно до $24,1$ и $30,0 \text{ г/м}^2$.

При наступлении восстановительных условий происходит расшатывание минеральной части и проявление процессов поверхностного оглеения [13, 14]. Одной из причин увеличения подвижности соединений являются также процессы гидролиза в условиях повышенной дисперсности минеральной части солонцового горизонта и щелочной реакции среды, которые усиливаются в условиях избыточного увлажнения. Резкое возрастание миграции органического вещества и кремния при затоплении является следствием мобилизации этих элементов под действием восстановительных процессов. Подвижная кремнекислота, образующаяся в результате гидролиза высокодисперсных глинистых минералов, частично накапливается и мигрирует вниз по профилю.

Таким образом, применение метода лизиметрических хроматографических колонок позволило выяснить масштабы миграции органического вещества и кремния в исследуемых объектах.

В настоящее время считается [9, 15], что в природных водах кремнезем чаще находится в форме истинных растворов (ионных и молекулярных), чем коллоидных. Доказательством существования простой ионной и молекулярной форм кремниевой кислоты в водных растворах служат наличие реакции с молибдатом аммония и образование при этом желтого кремнемолибденового комплекса $H_4SiMo_2O_{40}$. Установлено, что монокремниевая кислота реагирует с молибдатом аммония за 75 с, дикремниевая — за 10 мин, а реакция с полимерными соединениями требует еще большего времени [24]. Исходя из этого мы установили, что одной из форм миграции кремния в почвенном растворе является мономерная ортокремниевая кислота и что весь молекулярно-дисперсный кремний в водной вытяжке из почв находится в виде этой кислоты. Каких-либо закономерностей в изменении содержания H_4SiO_4 в зависимости от степени солонцеватости не обнаружено; оно максимально в верхних горизонтах и убывает вниз по профилю.

Одна из наиболее характерных черт поведения кремния в водных растворах — тенденция к полимеризации [1, 16]. Равновесие между молекулярно-дисперсным и коллоидно-дисперсным состояниями определяется не только концентрацией кремния, но и температурой раствора, реакцией среды, присутствием катионов. Максимальная полимеризация — для растворов с рН 5—7, минимальная — с рН 13,8 и 3,0—3,5. Однако численные значения реакции среды для областей минимальной устойчивости монокремниевой кислоты и максимума полимеризации уменьшаются или увеличиваются в зависимости от присутствующих катионов и их концентрации [24]. Почвенный раствор содержит в значительных количествах катионы щелочных и щелочноземельных металлов. Значение рН этих растворов свидетельствует о реакции среды, близкой к нейтральной. Однако выше мы отмечали, что именно для этого значения рН характерна максимальная полимеризация кремния в растворах. Присутствие же неорганических солей и органических соединений (дегидратирующие соединения) способствует полимеризации монокремниевой кислоты и при более низких концентрациях [16]. Все изложенное выше дает основание предположить миграцию кремния и в виде коллоидных растворов.

Известно, что коллоидная кремниевая кислота, находящаяся в растворе, не дает реакции с молибдатом аммония. Для перевода в колориметрируемое состояние ее кипятят со щелочью и содой или нагревают с фтористым натрием. Мы использовали последний способ (добавляли в подкисленный испытуемый раствор фтористый натрий и нагревали в течение 3 мин на водяной бане). В этом случае коллоидная кремнекислота переходит во фторсиликатный ион, а при последующем прибавлении алюминия — в форму, способную реагировать с молибдатом аммония [21].

Данные табл. 3 показывают, что с усилением морфологических признаков солонцеватости в почвах увеличивается количество водорастворимого кремния. Вместе с тем наблюдается следующее распределение легкоподвижных соединений кремния в профиле зональных почв и солонца: в лугово-каштановой почве без признаков солонцеватости содержание его убывает с глубиной; в солонце же максимум приурочен к подсолонцовому горизонту. Особенно четко это проявляется в случае коллоидной формы кремнекислоты (рис. 1). В лугово-каштановой почве указанная форма обнаружена только в почвообразующей породе, а с увеличением солонцеватости от светло-каштановой почвы к солонцу содержание ее повышается. Максимум приурочен к солонцовому и подсолонцовому горизонтам.

Присутствие электролитов вызывает коагуляцию кремниевой кислоты. Образующиеся осадки и гели имеют различные свойства в зависимости от состава электролитов, валентности, соотношения катионов

Количество и формы кремния в водных вытяжках из почв солонцовых комплексов

Почва, угодья	Горизонт	Глубина взятия об- разца, см	SiO ₂ , мг/100 г			Коллоид- ная форма, % к общей
			общая	в форме монокрем- невой кислоты	в коллоид- ной форме	
Лугово-каштановая, целина	A	0—20	19,6	20,4	—	—
	B ₁	33—58	11,6	13,0	—	—
	B ₂	58—80	8,8	9,0	—	—
	C	160—210	9,6	2,3	7,3	76,0
Светло-каштановая, целина	A	0—20	12,0	9,7	2,3	19,2
	B ₁	20—40	12,0	7,4	4,6	38,3
	B ₂	40—68	10,8	2,3	8,5	78,7
	C	160—210	7,6	1,7	5,9	77,6
Солонец средний, целина	A	0—15	14,7	11,4	3,3	22,4
	B ₁	15—33	24,4	6,6	17,8	73,0
	B _к	33—80	23,6	3,1	20,5	86,7
	C	160—210	5,2	2,3	2,9	55,8
Солонец средний, рис 2 года	A _п	0—25	10,8	11,6	—	—
	B ₁	0—50	8,4	6,8	1,6	19,0
Лугово-каштановая, рис 2 года	A _п	0—25	14,4	13,7	—	—
	B ₁	0—50	10,0	2,6	7,4	74,0
Солонец средний, рис 3 года	A _п	0—25	8,8	8,4	—	—
	B ₁	0—50	8,4	6,6	1,8	21,8
Лугово-каштановая, рис 3 года	A _п	0—25	8,8	9,1	—	—
	B ₁	0—50	17,8	10,3	7,5	42,1

и анионов, рН и др. [3, 25]. Согласно исследованиям К. Гедройца [3], почва в зависимости от степени насыщенности ее основаниями и от природы поглощенных катионов содержит большее или меньшее количество минеральных и органических гелей, способных набухать и обладающих вязкостью и клейкостью. Эти коллоидные вещества, не насыщенные или насыщенные щелочными металлами, находятся в почве в состоянии полуобратимом. Они малорастворимы в воде, поэтому почвенный раствор содержит сравнительно мало коллоидно-растворенных веществ. Однако благодаря сильной набухаемости, клейкости и вязкости этих гелей почва приобретает определенные свойства.

Необратимость коагуляции, по К. П. Гедройцу [3], в результате поглощения катионов почвенными коллоидами убывает в следующем порядке: $Al > Ba > Ca > H > Mg > Rb > Cs > K > NH_4 > Na > Li$. В процессе коагуляции под влиянием растворов электролитов различают две фазы:

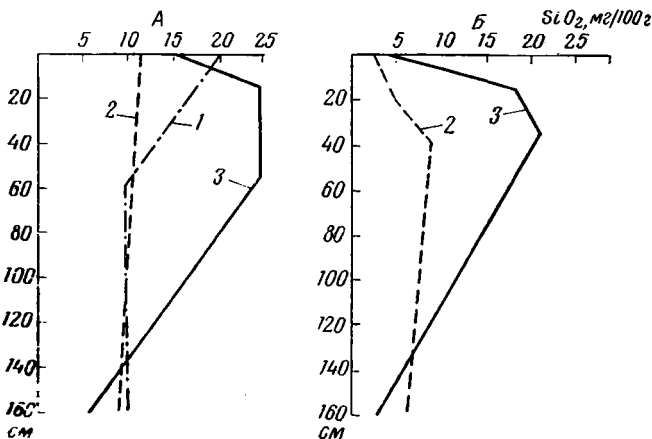


Рис. 1. Распределение водорастворимой кремнекислоты по профилю почвы.

A — общее содержание кремнекислоты; B — содержание коллоидной формы кремнекислоты; 1 — лугово-каштановая почва; 2 — светло-каштановая почва; 3 — солонец.

Характеристика почв модельных опытов

Почва	рН _{вод}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г			Частицы < 0,001 мм, %
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
Чернозем обыкновенный, А ₁ (Саратовская область)	6,96	20,8	5,1	0,5	20,6
Солонец лугово-степной, В ₁ (Калмыцкая АССР)	8,06	14,8	11,8	4,1	50,0

первая — поглощение и обмен катионов электролитов на поглощенные катионы дисперсной фазы, вторая — собственно коагуляция, наступающая после обменной адсорбции.

Согласно представлениям о строении коллоидной частицы, высокая степень пептизированности и дисперсности почвенных коллоидов обуславливается высоким зарядом поверхности частиц [4, 7, 2, 10]. Величина заряда зависит от количества потенциалопределяющих ионов (ОН⁻, HSiO₃⁻, RCOO⁻), которые заряжают поверхность отрицательно и играют определенную роль в качестве фактора дисперсности.

Данных относительно поведения кремниевой кислоты в зависимости от состава поглощенных катионов очень мало. Свежеосажденный гель [1, 12] может содержать до 330 молей воды на 1 моль SiO₂. Гидрогель кремнекислоты является обратимым до удаления 60% исходной влаги. Изменение внешних условий, вызвавших коагуляцию, — удаление электролита, уменьшение его концентрации путем разбавления

Таблица 5

Влияние разных форм кремния на водно-физические свойства почв

Вариант	рН _{вод}	Гигроскопическая влажность, %	Максимальная гигроскопичность, %	Водопептизируемый ил, %	Набухание, 10 ⁻² мм	Поглощено H ₂ O, г/г почвы	Удельная поверхность, м ² /г	Теплота смачивания, кал/г
Чернозем								
Контроль	6,90	2,27	4,23	3,0	129	0,615	76	2,11
H ₃ SiO ₄ :								
0,3% SiO ₂	6,90	2,35	4,28	2,8	115	0,607	77	2,14
1% SiO ₂	6,60	3,21	5,39	2,1	148	0,634	96	2,69
Золь								
SiO ₂ , 1%	6,27	3,30	5,69	2,0	140	0,629	103	2,85
Na ₂ SiO ₃ :								
0,02%								
SiO ₂	7,15	2,75	4,71	2,5	137	0,656	85	2,36
1% SiO ₂	8,90	2,36	4,60	2,0	60	0,523	82	2,30
Солонец, В ₁								
Контроль	8,06	5,54	9,90	9,0	114	0,547	178	4,95
H ₃ SiO ₄ :								
0,3% SiO ₂	7,67	6,88	9,73	11,0	145	0,706	175	4,87
1% SiO ₂	7,40	7,00	11,3	17,3	200	0,750	203	5,65
Золь								
SiO ₂ , 1%	7,32	5,83	11,57	18,0	192	0,744	208	5,79
Na ₂ SiO ₃ :								
0,02%								
SiO ₂	7,97	7,85	10,9	16,0	223	0,712	196	5,45
1% SiO ₂	8,96	5,00	9,15	8,7	54	0,420	165	4,58

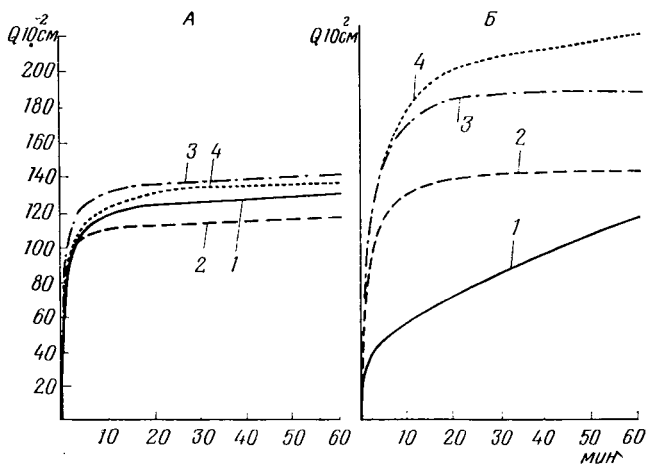


Рис. 2. Кривые набухания почв модельного опыта.

А — чернозем обыкновенный, А₁; Б — солонец лугово-степной, Б₁; 1 — контроль; 2 — истинный раствор кремнекислоты (0,3% SiO₂); 3 — коллоидный раствор кремнекислоты (1% SiO₂); 4 — Na₂SiO₃ (0,02% SiO₂).

водой — может снова превратить систему в агрегативно устойчивую [17, 25, 23].

Закономерности количественного распределения коллоидно-растворимой кремнекислоты свидетельствуют о различной пептизируемости гелей кремнезема в почвах солонцового комплекса. Иллюстрацией этому являются данные модельного опыта, в котором изучалось поведение монокремниевой кислоты (истинный раствор), коллоидальной кремнекислоты и раствора силиката натрия (табл. 4, 5).

О поведении изучаемых соединений кремния можно судить по их влиянию на некоторые водно-физические свойства почвы и по содержанию форм кремния в водной вытяжке.

Кремниевая кислота, как отрицательно заряженный коллоид, значительно повышает термодинамический потенциал почвенных коллоидов.

В черноземе преобладают обменные кальций и магний, оказывающие сильное коагулирующее действие, поэтому влияние кремниевой кислоты на дисперсную фазу здесь не проявляется. Коагуляции носят в этих случаях необратимый характер и внесение кремниевой кислоты не отражается на физических свойствах чернозема.

Увеличение содержания гигроскопической влаги и максимальной гигроскопичности в варианте с золом SiO₂ (1%) может происходить за счет оводненности свежевыпавшего геля кремнезема.

В иллювиальном горизонте солонца компенсация отрицательного заряда двухвалентными ионами составляет около 40—80% общей величины потенциала, остальная часть ψ_1 приходится на обменный натрий, который, как отмечалось выше, обладая значительной гидратной оболочкой, мало снижает термодинамический потенциал. Кремниевая кислота увеличивает величину заряда коллоида, повышает дисперсность, что ухудшает водно-физические свойства солонца. Резко возрастают, особенно в варианте с силикатом натрия, величина максимальной гигроскопичности, содержание водопептизируемого ила, набухание и др.

Силикат натрия является и коллоидом и сильной щелочью-электролитом. В слабых растворах он гидролизует с образованием щелочи и свободной кремнекислоты, находящейся в коллоидном состоянии. Образующиеся гидроксильные ионы увеличивают электрокинетический потенциал почвенных частиц, вызывают их пептизацию. Отрицательно заряженный золь кремнекислоты тоже увеличивает пептизацию, и чем более электроотрицательным будет золь, тем сильнее его пептизирующее действие [22, 27].

Количество и формы водорастворимой кремнекислоты в модельном опыте

Вариант	Водорастворимый углерод, мг/100 г	Водорастворимая SiO ₂ , мг/100 г			Коллоидная форма, % к общей
		общая	ионная и молекулярная форма	коллоидная форма	
Чернозем					
Контроль	10	4	5	—	—
H ₃ SiO ₄ :					
0,3% SiO ₂	10	25	24	1	4
1% SiO ₂	10	20	20	—	—
Золь SiO ₂ , 1%	11	16	14	2	13
Na ₂ SiO ₃ :					
0,02% SiO ₂	10	9	8	1	11
1% SiO ₂	120	30	Не опр.		
Солонец, В ₁					
Контроль	47	26	13	13	50
H ₃ SiO ₄ :					
0,3% SiO ₂	39	54	27	27	50
1% SiO ₂	47	60	30	30	50
Золь SiO ₂ , 1%	53	60	23	37	62
Na ₂ SiO ₃ :					
0,02% SiO ₂	29	24	14	10	45
1% SiO ₂	115	51	Не опр.		

Кривые набухания¹ (рис. 2) отражают отмеченные выше закономерности поведения кремниевых соединений в почве.

Как уже отмечалось, характер распределения коллоидно-растворимой кремнекислоты, видимо, может свидетельствовать о различном качестве гелей кремнезема в почвах солонцового комплекса. Если это так, то результаты анализа водной вытяжки из образцов модельного опыта на содержание кремниевой кислоты и формы нахождения в растворе должны показать такие же закономерности.

В черноземе (табл. 6) из 300 мг SiO₂, внесенной на каждые 100 г почвенного образца, после 2-месячного компостирования в водной вытяжке обнаружено 21 мг SiO₂, причем вся она находилась в молекулярно-дисперсном состоянии. В иллювиальном горизонте солонца растворимой кремнекислоты содержалось до 60 мг на 100 г почвы и 50% ее было представлено коллоидной формой.

Выводы

1. В солонцовых почвах отмечена значительная миграция кремния и органического вещества, размеры которой резко возрастают при использовании почв под культуру риса. Увеличение миграции органического вещества и кремния в условиях затопления почв является следствием мобилизации этих элементов под действием восстановительных процессов.

2. Основной формой миграции кремния в почвах солонцового комплекса являются его истинные и коллоидные растворы. Количество водорастворимого кремния возрастает с усилением морфологических признаков солонцеватости почв. Максимум водорастворимого кремния в профиле солонца приурочен к солонцовому и подсолонцовому гори-

¹ Величину набухания определяли на приборе Васильева, навеска почвы в 17 г предварительно уплотнялась под нагрузкой 350 г/см² в течение часа.

зонтам. В лугово-каштановой и светло-каштановой почва количество водорастворимого кремния вниз по профилю убывает.

3. Свойства гелей кремниевой кислоты определяются составом обменных катионов почвенно-поглощающего комплекса. При преобладании катиона Ca^{++} образуются необратимые, ненабухающие гели кремниевой кислоты. При повышенном содержании в составе катионов Na^+ и Mg^{++} создаются предпосылки для образования гидрофильных, набухающих, в значительной степени пептизирующихся осадков кремнезема.

4. Силикат натрия в очень низких концентрациях обладает сильной пептизирующей способностью, но при повышенном содержании (около 1% и выше) он оказывает противоположное действие — придает почве гидрофобные свойства, уменьшает набухание и удельную поверхность.

5. Приуроченность максимума содержания коллоидной формы кремниевой кислоты к солонцовому и подсолонцовому горизонтам, высокая гидрофильность кремнегелей, обратимость коагуляции в присутствии ионов натрия говорят об участии кремния в солонцовом процессе. Неблагоприятные свойства солонцового горизонта в значительной мере могут быть обусловлены присутствием гидрофильных кремниевых соединений

ЛИТЕРАТУРА

1. Айлер Ральф К. Коллоидная химия кремнезема и силикатов. М., Госстройиздат, 1959. — 2. Алешин С. Н. Природа поглощения ионов водорода поглощающим комплексом. «Изв. ТСХА», 1957, вып. 4, с. 207—226. — 3. Андреев Б. В. Теоретические основы улучшения солонцов и солонцовых почв. Автореф. докт. дис. Омск, 1956. — 4. Антипов-Каратаев И. Н., Рабинерсон А. И. Почвенные коллоиды. М., Сельхозгиз, 1936. — 5. Антипов-Каратаев И. Н. Мелиорация почв в СССР. М., Изд-во, АН СССР, 1953. — 6. Брешковский П. М. К вопросу о роли обменного магния в явлениях солонцеватости почв. Уч. зап. Казан. ун-та, Агрохимия, 1937, т. 97, с. 151—176. — 7. Вигнер Г. Избр. работы. Физико-химические исследования почв. М., Сельхозгиз, 1941. — 8. Гедройц К. К. Избр. соч., т. 1, М., Сельхозгиз, 1955. — 9. Гинзбург Н. И., Кабанова Е. С. Содержание кремнезема в природных водах и формы его присутствия. Кора выветривания. Вып. 3. М., Изд-во АН СССР, 1960, с. 313—321. — 10. Горбунов Н. И. Минералогия и коллоидная химия почв. М., «Наука», 1974. — 11. Градобоев Н. Д. Современное состояние проблемы генезиса солонцов Западной Сибири. Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. В сб.: Мелиорация солонцов. М., 1972, с. 39—55. — 12. Ефремов И. Ф. Периодические коллоидные структуры. Л., «Химия», 1971. — 13. Кауричев И. С., Ларешин В. Г. Изменение некоторых свойств почв солонцового комплекса при возделывании риса. «Изв. ТСХА», 1971, вып. 5, с. 73—82. — 14. Кауричев И. С., Ноздрунова Е. М. Сравнительная характеристика окислительно-восстановительных процессов в темно-каштановых почвах и глеезолодей. «Изв. ТСХА», 1966, вып. 3, с. 98—106. — 15. Ковда В. А. К вопросу о движении и накоплении кремнезема в засоленных почвах. Тр. Почв. ин-та АН СССР, 1940, т. 22, с. 30—40. — 16. Милло Ж.-Геология глин. М., «Недра», 1968. — 17. Мицок Б. М., Дорош А. К., Скрышевский А. Ф., Высоцкий З. З. Рентгенографическое исследование процесса обезвоживания гидрогеля кремниевой кислоты. «Коллоид. журн.», 1965, т. XXVII, № 6, с. 846—849. — 18. Можейко А. М. О генезисе магниевых солонцов и процессе их окультуривания. Материалы науч.-метод. и координац. совещ., провед. в Москве 14—16 апреля 1966 г. В сб.: Мелиорация солонцов, М., 1967, с. 14—25. — 19. Орловский Н. В. Опыт характеристики процесса биологической трансформации почв солонцового ряда. Тр. конфер. по почвоведению и физиологии культурных растений. Т. 11. Саратов, 1939, с. 95—96. — 20. Павнов И. П., Горичарова Н. А. Особенности генезиса малонатриевых солонцов Волгоградской области. «Изв. ТСХА», 1969, вып. 5, с. 129—139. — 21. Пирютко М. М. Исследование растворимости гелей кремниевой кислоты. Автореф. канд. дис. Л., 1959. — 22. — Скрылев А. Д., Сазонова В. Ф. Кремниевая кислота как стабилизатор эмульсий. «Журн. приклад. хим.», 1976, вып. 49, № 6, с. 1419—1421. — 23. Чернобережский Ю. М., Голикова Е. В. Применение метода проточной микроскопии для суждения о механизме коагуляции. «Коллоид. журн.», 1972, т. 34, № 5, с. 793—797. — 24. Alexander Q. B. "J. Amer. Chem. Soc.", 1954, vol. 76. —

25. Depasse I., Watillon A. "J. of colloid a. Interface Sci.", 1970, vol. 33, N 3, p. 430—438. — 26. Klages N. G. "Soil. Sci.", vol. 102, N 1. — 27. Toki-

wa Fumi Katzy, Imamura Tetsuya. "J. Amer. oil. Chem. Soc.", 1969, vol. 46, N 1, p. 541—574.

Статья поступила 25 июля 1978 г.

SUMMARY

The rate and the forms of silicon migration in alkali soils and in the zonal soils of the light-chestnut subzone (western part of Pricaspian area) and the effect of different forms of silicon compounds on soil properties were studied.

In alkali soils a considerable migration of silicon and organic matter takes place. If rice is grown on such soils, the rate of migration is increased. The main form of silicon migration in these soils is its true and colloidal solutions. The more intensive are the morphological characteristics of alkalinity in soils, the higher is the amount of water soluble silicon.

The fact that the maximum amount of colloidal form of silicic acid is found in solonetz and sub-solonetz horizons, as well as high hydrophilness and peptizability of silica gels in presence of sodium ions show that silicon participates in solonetz process of soil formation.