

ХИМИЯ ПОЧВ

УДК 631.416

Н. И. ГОРБУНОВ, В. А. ДЕВЯТЫХ, Т. Г. ЗАРУБИНА, Л. П. ЮДИНА

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛОНЦОВ
ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Приведены результаты определения в мало- и многонатриевых солонцах активности натрия, а также воднопептизированного, агрегированного и прочносвязанного илов. Приводится теоретическое обоснование неоднородности свойств илов и значение этих показателей для свойств почв и их эволюции.

Изучение солонцов с различным содержанием поглощенного натрия проводится давно, так как они широко распространены в разных биоклиматических зонах. Обычно эти солонцы характеризуют по данным традиционных приемов и анализов морфологии, генетических горизонтов и профиля в целом, структуры гор. А и В, механического состава, содержания обменных оснований, реакции. Однако этих признаков в ряде случаев оказывается недостаточно, поэтому в последние годы расширился набор признаков путем использования таких анализов, которые позволяют более уверенно объяснить свойства солонцов и сделать выводы об их эволюции.

К таким анализам следует отнести определения электрокинетического потенциала, активности натрия (aNa или pNa), пептизации почвы, особенно ее илистой фракции. В данной статье приведены результаты обычных анализов, а также анализов активности натрия и пептизации ила. Электрокинетический потенциал расширяет информацию о свойствах солонцов, но опытами установлено, что этот показатель ненадежен. Дело в том, что величина колебаний дзета-потенциала при определении его электросмосом колеблется в пределах около 25—50 мВ, что перекрывается ошибкой, вызванной неоднородностью приготовленной из почвы пасты. Кроме того, паста — слишком плохая модель естественной почвы. Два других вида анализа уже получили признание, поэтому мы сосредоточили внимание именно на них. В качестве объектов были взяты образцы профилей малонатриевого солонца с содержанием в иллювиальном горизонте поглощенного натрия, равного 16% от емкости, и многонатриевого с содержанием натрия, составляющим 30%. Разрезы заложены на стационаре Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева.

Опытный участок расположен на территории отделения совхоза «Котлубань» Дубовского р-на в 5 км от ст. Самофаловка. Опытный участок находится в южной части Приволжской возвышенности в пределах Волго-Донского междуречья в зоне сухих степей в светло-каштановой подзоне. Климат здесь резко континентальный, средняя годовая температура равна 7°, среднегодовое количество осадков составляет 270—300 мм, они выпадают преимущественно весной и летом, коэффициент ув-

лажнения равен 0,7. Разрезы расположены в нижней части склона межбалочного водораздела северо-восточной экспозиции. Поверхность участка имеет ясно выраженный микрорельеф. В замкнутых микропонижениях с ясными очертаниями, где наблюдается наибольшее скопление поверхностных вод, формируются лугово-каштановые и каштановые почвы. На выпуклых и наклонных поверхностях формируются светло-каштановые почвы разной степени солонцеватости. На плоских поверхностях с системой своеобразных замкнутых луночек расположены корковые солонцы.

Почвообразующие породы представлены четвертичными отложениями хвалынского возраста, залегающими на размытой поверхности палеогеновых пород. Литологически они представлены суглинками, супесями. Мощность четвертичных отложений колеблется от 1,5 до 10 м. Грунтовые воды находятся на глубине 10—15 м. Растительность представлена по-

Таблица 1

Механический состав солонцов

Номер разреза. Почва	Глубина, см	Потеря от обработки, %	Содержание фракции, %; размер частиц, мм					
			1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001
4. Солонец каштановый малонатриевый	2—12	1,83	Нет	31,49	27,88	8,12	10,32	22,19
	14—22	3,28	»	8,12	33,36	5,04	9,92	43,56
	23—31	3,40	»	12,20	32,20	6,00	9,16	40,44
	110—120	22,30	»	22,05	25,32	4,10	5,13	21,10
5. Солонец каштановый многонатриевый	0—12	1,61	Нет	38,99	33,52	9,68	4,00	13,81
	12—19	3,08	»	20,88	29,44	6,40	3,56	39,72
	20—28	3,22	»	22,86	28,52	3,96	6,68	37,98
	110—120	16,50	»	25,56	28,32	3,44	5,16	20,92

лыню черной и белой, прутняком, мятликом. Степень покрытия составляет 35—50%. Почвы участка являются представительными для обширной территории, большая часть которой используется под пастбища.

Морфология профилей является характерной для солонцов. Особенно показательны в этом отношении элювиальный и иллювиальный горизонты. Это видно и из механического состава почв. В гор. А малонатриевого солонца содержание ила значительно больше, чем в многонатриевом (разр. 5) (табл. 1). Следовательно, процесс вымывания высокодисперсной части почв протекал более интенсивно в многонатриевом солонце. Это видно также по содержанию фракции 0,005—0,001 мм в гор. А обоих солонцов. В гор. С содержание ила меньше, чем в иллювиальных, что объясняется присутствием здесь карбонатов.

Валовой химический анализ (табл. 2) не позволил выявить значительные различия между изученными почвами. Можно отметить лишь небольшую тенденцию в увеличении натрия в многонатриевом солонце и уменьшение карбонатов в гор. С. Колебания в содержании других окислов хотя и наблюдаются, но они не позволяют сделать определенных выводов. Более рельефно выглядят данные о количестве обменных оснований (табл. 3). Поглощающий комплекс в основном заполнен обменным кальцием и магнием, подчиненное положение занимает калий. Что касается поглощенного натрия, то его количество в малонатриевом солонце почти в 2 раза меньше, чем в многонатриевом. Абсолютное и относительное содержание натрия в иллювиальных горизонтах разр. 5 составляет 29,9 и 34,7% от емкости, а в разр. 4—16,1 и 16,9%. В гор. А разница также значительная. Поглощенного магния в малонатриевом солонце на 4—5% больше, чем в многонатриевом. Аналогичное различие наблюдается и в содержании кальция. Минералогический состав илистой фракции пред-

ставлен в основном гидрослюдами и небольшой примесью хлорита, каолинита и смешаннослойных минералов, т. е. такой ассоциацией, которая часто встречается в каштановых почвах.

Отрицательные свойства изученных солонцов обусловлены главным образом поглощенным натрием. Однако такое объяснение является слишком общим. Вследствие энергетической неоднородности мест, которые занимает натрий в поглощающем комплексе, различные его порции по-разному сказываются на свойствах почв. Наиболее отрицательное

Таблица 2

Валовой химический состав солонцов, % на прокаленную почву

Номер разреза. Почва	Глубина, см	Потери при прокаливании, %	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂ / R ₂ O _s
4. Солонец каштановый ма- лонатриевый	2—12	4,54	77,38	4,29	13,01	1,10	0,71	1,72	1,03	8,31
	14—22	5,09	69,68	7,39	15,45	1,23	1,49	1,90	0,99	5,88
	23—31	5,16	71,21	6,45	15,53	1,19	1,46	1,88	0,97	6,17
	110—120	9,14	67,59	4,32	14,81	8,00	1,61	1,60	1,17	6,55
5. Солонец каштановый многонатриевый	0—12	2,83	82,52	2,45	9,69	1,09	0,29	1,43	1,01	12,46
	12—19	4,71	74,23	5,07	14,29	1,08	0,95	1,80	1,13	7,21
	20—28	4,87	73,75	6,62	13,14	1,11	1,19	1,69	1,05	7,23
	110—120	8,11	72,61	4,38	10,93	6,60	1,39	1,32	1,24	9,00

влияние оказывают те порции, которые переходят при взаимодействии с водой в раствор. Натрий в растворе называют активным. Его обозначают через aNa , выражают в $мг \cdot экв/л$ раствора, или через pNa , т. е. в логарифмической форме подобно pH . Механизм перехода натрия в раствор состоит в гидролизе поверхностных соединений натрия по схеме $PNa + NON \rightarrow PN + NaOH$, где P — поглощающий комплекс. Но эта схема реакции является упрощенной. Если принять только эту схему, то можно было бы определить количество натрия в растворе по его подщелачиванию, т. е. по значению pH . Однако прямой пропорциональности между pH и aNa нет, так как ион OH' способен дополнительно адсорбироваться поглощенным комплексом по одной из возможных схем. Согласно одной из них, OH' раствора соединяется с водородом минералов и органических веществ. В результате этой реакции образуется вода, а на поверхности коллоидов увеличивается отрицательный заряд O' , который компенсируется катионами. Таким образом, увеличивается дзета-потенциал, с которым связана пептизация. Другая схема повышения заряда и пептизации связана с дополнительным поглощением OH' -иона алюминием на поверхности коллоидов. Хотя полностью механизм поглощения гидроксильных групп не раскрыт, экспериментальные данные свидетельствуют о повышении заряда коллоидов и пептизации под влиянием подщелачивания. Натрий при этом частично остается в растворе и его можно определить с помощью электрода с натриевой функцией.

Определение pNa проводится редко, хотя этот анализ и его значение не вызывает сомнений [11, 12, 15]. Количество поглощенного натрия является важной характеристикой почв.

Полученные данные (табл. 4) позволяют сделать следующие выводы. Во-первых, обнаружено большое различие aNa по профилям солонцов, что свидетельствует о представительности этого показателя. В разр. 4 колебания составляют 0,87—34,6, в многонатриевом 1,99—52,4 $мг \cdot экв/л$ раствора. В логарифмической форме (pNa) эти показатели, естественно, выглядят менее эффектно. Особенно резкие различия в величине aNa наблюдаются при сравнении иллювиальных горизонтов двух солонцов: в разр. 4—1,99 и 3,02; в разр. 5—10,2 и 27,5. Таких колебаний не наблю-

Таблица 3

Поглощенные катионы солонцов

Номер разреза. Почва	Глубина, см	Ca	Mg	Na	K	Сумма	Ca	Mg	Na	K
		мг. экв/100 г почвы					% от суммы			
4. Солонец каштановый малонатриевый	2—12	9,12	5,03	0,69	0,40	15,24	59,8	33,0	4,5	2,6
	14—22	15,19	9,41	4,78	0,33	29,71	51,1	31,7	16,1	1,1
	23—31	12,86	10,37	4,78	0,33	28,34	45,4	36,6	16,9	1,2
	110—120	5,50	8,48	5,22	0,33	19,53	28,2	43,4	26,7	1,7
5. Солонец каштановый многонариевый	0—12	5,46	2,74	1,08	0,25	9,53	57,3	28,8	11,3	2,6
	12—19	11,41	7,64	8,26	0,33	27,64	41,3	27,6	29,9	1,2
	20—28	9,84	7,84	9,57	0,30	27,55	35,7	28,4	34,7	1,1
	110—120	3,09	8,00	6,93	0,33	18,38	16,8	43,5	37,9	1,8

Таблица 4

рН, рNa и активность натрия при соотношении почва : раствор 1:2

Почва	Горизонт, глубина, см	рН водный	рNa	aNa, мг. экв/л	Гумус, %
Разрез 4					
Солонец малонатриевый, р. 4	A 2—12	6,18	3,06	0,87	1,83
	B ₁ 14—22	7,00	2,70	1,99	1,79
	B ₂ 23—31	7,70	2,52	3,02	1,66
	C 110	7,95	1,46	34,6	0,42
Разрез 5					
Солонец многонариевый, р. 5	A 0—12	6,50	2,70	1,99	1,28
	B ₁ 12—19	8,00	1,99	10,20	1,62
	B ₂ 30—38	8,10	1,56	27,54	1,48
	C 110	8,35	1,28	52,48	0,37

дается в общем содержании обменного натрия, что еще раз подтверждает неоднородность активных мест, занимаемых натрием на поверхности коллоидов. Значительные величины aNa в гор. С (34,6; 52,4) объясняются свободными солями натрия.

Направляется мысль группировать солонцы по содержанию активности натрия в суспензии. Такие попытки уже предпринимались [15], но пока недостаточно данных, чтобы предложить наиболее рациональную схему их группировки. Нам представляется важным для группировки иметь не только многочисленные данные по величине aNa или рNa, но найти связь этих показателей с другими свойствами почв, в частности с пептизацией почв.

Остановимся подробно на неоднородности почвенного ила по степени пептизации и агрегированности, а также на природе этих свойств.

Механический анализ почв обычно делают с химической подготовкой. Последняя состоит из удаления карбонатов и других солей, а иногда органического вещества, насыщения почвы одновалентными катионами, взаимодействия с аммиаком или более сильной щелочью, взбалтывания, а иногда кипячения. Цель такой жесткой подготовки почвы состоит в том, чтобы добиться полного разрушения микро- и макроагрегатов, т. е. дезинтеграции почв до слагающих ее механических элементов. После такого воздействия на почву данные механического анализа не позволяют судить о ее природных свойствах, хотя химический и минералогический состав в основном остается прежним. Поэтому давно возникла идея дифференцированного изучения почвы, особенно ее илистой и коллоидной фракций. Напомним, что Соколовский [20] предложил раз-

личать два вида ила — активный и пассивный. К первому виду автор относил ту его часть, которая переходит в пептизированное состояние после насыщения поглощающего комплекса натрием. Остаток после выделения активного ила назван пассивным. Гедройц предложил определять дисперсность почв путем взбалтывания почвы с водой и последующего отбора неосевшего ила пипеткой для механического анализа. Позднее Тюлин [21] разделил ил (коллоиды) на несколько групп в зависимости от степени пептизации под влиянием различных реагентов: поглощенного натрия и обработки щелочью. Беседин [4, 13] разделял ил по Тюлину, но внес добавление, которое состояло в выделении нулевой группы ила. Эту часть выделяли после взбалтывания почвы с водой. Андреев [1] считал, что в солонцах следует различать два вида илов: низкополимерный и высокополимерный. В 1969 г. Парфенов [18] определял в солонцах воднопептизированный ил. Затем этот ил стали определять многие исследователи солонцовых почв [6, 8—11, 17, 19].

Наш подход к изучению ила основан на анализе природы связи между минералами почв, а также между минеральными и органическими компонентами. Кроме того, большую роль мы отводим аморфным и окристаллизованным полутормным окислам. Опишем сущность метода, его обоснование и значение для изучения свойств почв, особенно солонцов.

Навеску почвы (5 или 10 г) в воздушно-сухом состоянии пропускают через сито с отверстиями 1 мм и помещают в пробирку высотой 22—25 и диаметром 4—5 см. Затем в пробирку наливают дистиллированную воду, закрывают пробкой и перевертыванием пробирки производят взмучивание почвы. После этого пробирку помещают в штатив. Штатив представляет собой две пластмассовые пластинки, укрепленные металлическими стержнями на расстоянии 10 см. В верхней пластинке сделано 20 отверстий для пробирок, а нижней — углубление для дна пробирок. Таким образом, устанавливают 20 пробирок с 20 образцами, а если нужно, то можно взять два штатива и одновременно работать с 40 образцами. Через 8 час. суспензию сливают в сосуд-приемник на 1—2 л декантацией с глубины 8 см. Если образец после взмучивания стоял 10 час., то сливание производят с глубины 10 см. При такой глубине сливания отмучивается фракция < 2 мк. Затем в пробирки снова наливают воду, суспензию взмучивают и через 8 час. снова сливают в приемник. Для коагуляции ила в приемник добавляют 5—10 капель 10%-ной HCl. Отмучивание производят до явного просветления и после подсушивания взвешивают. Расчет проводят в % от навески, а потерю относят на остаток В. Сливание частиц < 2 мк вызвано тем, что после выделения всех илов глинистые минералы находятся не только во фракции < 1 мк, но и в более крупной. Кроме того, во многих странах за ил принимают именно фракцию < 2 мк.

Отмученный водой ил назван нами воднопептизированным и обозначен через А. Воднопептизированный ил характеризует состояние почвы при поливе или выпадении обильного дождя. После отмучивания ила А остаток почвы переносят в фарфоровую чашку, подсушивают, к почве добавляют 5 капель 10%-ного аммиака, 5 мл воды и разминают резиновым пестиком. Цель этой операции состоит в разрушении структурных агрегатов. Разминание производят 5—6 мин., затем при помощи воды навеску почвы перемещают в ту же пробирку. Пробирку доливают водой примерно до уровня 15 см, перевертыванием ее производят размешивание. Через указанные выше интервалы времени илистую фракцию сливают в сосуд-приемник. В пробирку снова доливают воду, суспензию взмучивают и сливают через 8 час. с глубины 8 см, несколько раз (5—15) до просветления. Коагуляцию производят соляной кислотой. Этот ил назван агрегированным и обозначен через Б. Его подсушивают и взвешивают. После выделения илов А и Б навеску переносят в чашку и обрабатывают по Джексону для повышения заряда ила и удаления несили-

катных полуторных окислов. Напомним, что по Джексону к навеске добавляют 40 мл лимоннокислого натрия и 4 мл соды. Эту смесь нагревают, а затем к ней добавляют восстановитель — гидросульфит натрия, чтобы железо перевести из трехвалентной формы в растворимую двухвалентную. Навеску с реактивами нагревают при 80° в течение 15 мин., снова переносят в пробирку и отмучивают ил, названный нами прочносвязанным, или Б-1. Остаток после отмучивания трех категорий ила мы обозначаем через В.

Если образец содержит гумус, то методика выделения ила из почвы несколько изменяется. Изменение состоит в том, что определяют ил, связанный с органическим веществом. Для удаления органического вещества навеску обрабатывают 30%-ной перекисью водорода.

Различные приемы пептизации ила позволили установить прочность связи входящих в него минералов, а также значение факторов его агрегации, в частности гумуса и полуторных окислов. Рассмотрим причины прочности с точки зрения природы связи. В цитируемой выше литературе он освещен слабо, а некоторые аспекты не рассмотрены. В общем можно сказать, что органическое вещество связано с минералами благодаря адгезии или адсорбции молекул органического вещества на поверхности минералов. Адгезию осуществляют различными силами. Можно предположить, по крайней мере, три формы связи. Во-первых, вандерваальсовыми силами, т. е. путем притяжения молекул с разноименными зарядами [5]. В органических кислотах положительные и отрицательные заряды смещены в разные стороны, поэтому притяжение одним из концов на противоположно заряженную поверхность минеральных коллоидов вполне естественно. Во-вторых, молекулы органических веществ могут быть связаны с не полностью компенсированными валентностями алюминия, железа и титана. Этот путь характерен для многовалентных ионов, часть валентностей которых направлена во внутреннюю часть минерала, а часть — на внешнюю. Направленные на внешнюю сферу валентности и могут связаться с валентностью органических молекул по схеме минералы : органические молекулы, где две точки обозначают пару связующих электронов. В-третьих, возможна водородная связь, в которой электронное облако поверхностно расположенного кислорода внедряется в электронное облако водорода гуминовой кислоты. Все три типа связи являются сравнительно слабыми, особенно вандерваальсова и водородная. Их легко разорвать даже при увеличении влажности, так как вода состоит из сильно поляризованных молекул и имеет высокую диэлектрическую постоянную. Молекулы воды могут занять места стыков между минералами и органическими кислотами. Опытами установлено, что минералы могут поглотить на поверхности не более 1% гуминовой кислоты [8, 9], а почва может содержать 2—4% гумуса и более. Следовательно, часть его поглощается когезионно, т. е. связь осуществляется между молекулами органического вещества, вероятно, вандерваальсовыми силами и водородной связью. Эта связь также является слабой, но при высушивании она возрастает, поскольку происходит сближение молекул в местах контактов. Сила слипания в этих местах зависит от заряда на конце дипольных молекул и радиуса частиц. Большую роль играет форма частиц, их микрорельеф. Об этом известно по факту поглощения гуминовой кислоты кварцем, если на нем есть пленки R_2O_3 . В литературе имеются указания о поглощении гуминовой кислоты на внутренней поверхности набухающих минералов (монтмориллоните, бейделлите), т. е. интрамицеллярно. Но если допустить такую возможность, то величина поглощения незначительна [2]. Рентгенодифрактометрические исследования показали [7, 8, 9], что после взаимодействия гуматов с монтмориллонитом межслоевое пространство увеличивается лишь на 1,5 Å, что соответствует размеру молекулы воды. Молекулы гуминовой кислоты, как показал Орлов [14, 16], имеют эллиптическую форму с по-

перечником 30—40 Å на 70 Å. Такой размер не позволяет молекулам проникать в решетку монтмориллонита. Низкомолекулярные соединения (этиленгликоль, глицерин, метиленовая синь и продукты разложения органических веществ почв) могут поглощаться как экстра- так и интрамицеллярно.

Так как в почвенном растворе есть катионы, то органические кислоты образуют с ними по крайней мере три формы связи. С одно- и двухвалентными катионами образуется ионная связь, т. е. гуматы катионов. Наименее прочная связь наблюдается с одновалентными катионами, с двухвалентными катионами связь более прочная, при этом гуматы кальция и магния выпадают в осадок и являются начальной стадией образования водопрочной структуры. Первичные структурные элементы затем могут конденсироваться в более крупные агрегаты, при этом возможен захват солей и минералов. С двухвалентным железом также возможна ионная связь, тем более она может существовать в ионной форме в широком интервале рН. Сложнее обстоит дело с трехвалентным железом. В ионной форме трехвалентное железо существует лишь при $\text{pH} < 3,5$. В большинстве почв такой кислой реакции нет, поэтому возможна связь с осадком гидроокиси железа и алюминия. Количество поглощенной этим путем гуминовой кислоты весьма переменна и зависит от степени старения и окристаллизованности полуторных окислов. Окристаллизованные полуторные окислы, как правило, малоподвижны. Но иногда они становятся подвижными [3]. Подвижность может быть обусловлена двумя причинами. Во-первых, благодаря защитному действию лиофильных коллоидов (монтмориллонита, органических веществ), которые покрывают поверхность гидроокиси железа и алюминия. Во-вторых, железо (и, вероятно, алюминий) образует с гуминовой кислотой хелаты, т. е. такие соединения, в которых железо входит в анионную часть комплексного соединения. В этих комплексах железо связано очень прочно. Они не разрушаются даже в щелочной среде. Можно предположить, что и высокодисперсные минералы могут образовать аналогичные формы связи и соединения, особенно гидрофильные минералы. Гидрофильность может быть вызвана структурой минералов, поглощенными катионами, высокой дисперсностью и, наконец, защитным действием других коллоидов.

После рассмотрения форм связи можно понять, почему неоднороден почвенный ил по степени пептизации от воды и других реагентов. Кроме перечисленных причин, обусловленных внутренними свойствами и составом твердой фазы почв, следует назвать среду и внешние причины. Мы имеем в виду реакцию среды, окислительно-восстановительные условия, влажность, высушивание и замораживание, активность ионов.

Из полученных данных (табл. 5) можно сделать несколько выводов. Количество воднопептизированного ила (А) в гор. А обоих солонцов незначительно (0,8 и 2%). Аналогичная картина наблюдается в содержании агрегированного ила Б (2,2 и 1,4%), и только прочносвязанного ила Б-1 в малонатриевом солонце больше, чем в многонатриевом (16 и 8,0%). Незначительное и почти одинаковое количество ила в гор. А объясняется вымыванием его в иллювиальный горизонт. Значительное количество прочносвязанного ила в гор. А малонатриевого солонца объясняется тем, что иллювирирование происходило менее интенсивно, чем в многонатриевом. В гор. В₁ и В₂ наблюдается совершенно иная картина; в малонатриевом солонце ила А мало, а в многонатриевом много. Количество прочносвязанного ила Б-1, наоборот, больше в малонатриевом солонце. Содержание илов в гор. С не показательно, так как здесь содержатся карбонаты и гипс. После удаления гумуса количество ила А в гор. А малонатриевого солонца возросло. Следовательно, гумус играет большую роль в агрегировании, если мало поглощенного натрия. В многонатриевом солонце содержание ила А в гор. А незначительно увеличилось. В гор. В₁ и В₂ решающую роль играет натрий, поэтому удале-

ние гумуса мало увеличило пептизацию. Прочносвязанного ила Б-1 в гор. В₁ и В₂ малонатриевого солонца больше, чем в многонатриевом.

Остановимся на влиянии разных категорий илов на свойства почв, так как именно от агрофизических, химических и физико-химических свойств зависит плодородие почв. Несомненное значение имеет и химический состав, количество подвижных форм питательных элементов, но для урожайности растений недостаточно знать состав, изучению которого уделяется обычно большее внимание, чем свойствам. Между составом и свойствами имеется связь, но не всегда прямая и функциональная. Например, по химическому и минералогическому составу нельзя предсказать, будет ли почва оструктурена или распылена, оглеена или нет, рыхлая или слитая.

Таблица 5

Количество воднопептизированного (А), агрегированного (Б), прочносвязанного (Б-1) илов и остатка (В) в солонцах, %

Номер разреза. Почва	Горизонт и глубина, см	А	Б	Б-1	В
Без удаления гумуса					
4. Солонец малонатриевый	А 2—12	0,8	2,2	16	81
	В ₁ 14—22	6	3,0	35	56
	В ₂ 23—31	6	4,0	29,6	60,4
	С 110—120	1	0,1	5	93,9
5. Солонец многонатриевый	А 0—12	2	1,4	8,0	88,6
	В ₁ 12—19	21,2	2,2	9,2	67,4
	В ₂ 20—28	18,6	4,8	12	64,6
	С 110—120	3,2	2,6	5	89,2
После удаления гумуса					
4. Солонец малонатриевый	А 2—12	12,4	5,4	2,6	79,6
	В ₁ 14—22	11,4	13,2	12,4	63
	В ₂ 23—31	13,0	8,8	15,0	63,2
	С 110—120	1,2	1,4	3,2	94,2
5. Солонец многонатриевый	А 0—12	5,0	1,4	9,0	84,6
	В ₁ 12—19	20	8,0	6,6	65,4
	В ₂ 20—28	18,8	6,4	8,0	66,8
	С 110—120	3,2	1,2	10,6	85,0

Количество различных категорий илов позволяет прогнозировать ряд свойств. Особенно это относится к воднопептизированному и агрегированному илам. Воднопептизированный ил является важной характеристикой почв, потому что если его много, то надо ожидать повышенную липкость и вязкость почв, образование твердой корки при его высыхании, слабую фильтрацию воды через почву, уменьшение пористости и скважности. Воднопептизированный ил передвигается по профилю, если в почву подается вода при орошении или выпадают жидкие осадки. Однако скорость передвижения воднопептизированного ила зависит не только от его количества, но от агрегированного ила, который является барьером для передвижения. Если агрегированный ил представлен набухающими минералами, то фильтрация воднопептизированного ила и даже воды будет тормозиться. Набухающие минералы с гуматами кальция, наоборот, обычно образуют водопрочные агрегаты. Поэтому важно определять не только категории ила, но и количество в них гумуса. Этот вопрос заслуживает обсуждения в особой статье. Прочносвязанный ил является наиболее инертным в смысле пептизации, но и он влияет на скорость фильтрации воды и воднопептизированного ила.

Опыт работы показал, что если в почве мало какого-либо глинистого минерала, то его нельзя определить, если делать анализ ила без разде-

ления его на категории А, Б и Б-1. При дифференцированном изучении ила этот минерал часто концентрируется в одной из категорий, хотя и не всегда. Сравнение содержания илов в различных горизонтах или различных почвах позволяет получить новую объективную информацию, которую нельзя обнаружить, опираясь на традиционные анализы. Приведенные примеры убедительно говорят о перспективности дифференцированного изучения ила.

Выводы

1. В солонцах с различным количеством поглощенного натрия установлена различная активность натрия и неоднородность илистой фракции по степени пептизации. По пептизации ил разделен на три категории: воднопептизированный, агрегированный и прочносвязанный. Описана методика определения различных категорий ила и приведены экспериментальные данные об их содержании.

2. Неоднородность ила обусловлена различными факторами, из которых значительную роль играют количество ила в почве, его гидрофильность, количество и групповой состав гумуса, обменные основания, реакция среды, наличие несиликатных полуторных окислов и ионов-коагуляторов в растворе, режим влажности и температура. В зависимости от конкретных почв и условий их развития решающее значение принадлежит тем или другим факторам.

3. Активность натрия и количество воднопептизированного, агрегированного и прочносвязанного илов являются новыми характеристиками почв, позволяющими объяснить ряд важных свойств (липкость, слитость, образование корки) и отчасти делать прогноз эволюции почв в будущем.

4. Минимальное количество воднопептизированного ила в обоих солонцах приурочено к гор. А, что объясняется его вымыванием и незначительным содержанием поглощенного натрия. Максимальное количество обнаружено в иллювиальном горизонте, в этом же горизонте больше поглощенного натрия и выше его активность в суспензии.

5. Количество агрегированного и прочносвязанного илов в солонцах обусловлено присутствием несиликатных полуторных окислов, гумуса и поглощенного натрия. Роль каждого из факторов в генетических горизонтах мало- и многонатриевых солонцов различна. Большое значение имеют и другие причины: общее количество ила, его минералогический состав и т. п.

Литература

1. Андреев Б. В. Теоретические основы улучшения солонцов и солонцовых почв. Автореф. дис. Омск, 1956.
2. Александрова Л. Н. Органо-минеральные соединения и органо-минеральные коллоиды в почве. Докл. сов. почвовед. к VII Междунар. конгр. в США. Изд. АН СССР, 1960.
3. Антипов-Каратаев И. Н. К вопросу о миграции железа в виде органических его соединений. Тр. конф. по генезису руд железа, марганца и алюминия. Изд. АН СССР, 1937.
4. Беседин П. Н. Определение группового состава коллоидно-илистых частиц в карбонатных почвах. В сб.: Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований поливных хлопковых почв. Ташкент, 1963.
5. Вершинин П. В. Почвенная структура и условия ее формирования. Изд. АН СССР, 1958.
6. Гилязова С. М. Воднопептизируемый ил в почвах Татарской АССР. Автореф. дис. Казань, 1971.
7. Горбунов Н. И. Рентгенографическое исследование гуминовой кислоты, гуминовых веществ, гуматов. Почвоведение, 1947, № 4.
8. Горбунов Н. И. Перспективы изучения физико-химических свойств почв, почвенных коллоидов и минералов. Почвоведение, 1973, № 1.
9. Горбунов Н. И. Минералогия и коллоидная химия почв. «Наука», 1974.
10. Горбунов Н. И., Бондарев А. Г., Рыбина В. В., Туник Б. М. Минералогический состав и физико-химические свойства орошаемых солонцов Волгоградского Заволжья. Почвоведение, 1975, № 5.

11. Горбунов Н. И., Зарубина Т. Г. Актуальные вопросы минералогии и физической химии солонцовых почв в связи с их мелиорацией. Почвоведение, 1976, № 8.
12. Князева Н. В., Горбунов Н. И. Активность ионов натрия в суспензиях почв. Почвоведение, 1973, № 4.
13. Методы изучения минералогического состава и органического вещества почв. «БЫЛЫМ», 1975.
14. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты. Изд. МГУ, 1974.
15. Орлов Д. С., Альзубайди А. К вопросу о диссоциации поглощенных катионов. Вестн. МГУ. Биол., почвовед. 1966, № 1.
16. Орлов Д. С., Горшкова Е. И. Размеры и форма частиц гуминовых кислот. Научн. докл. Высшей школы, 1965, № 1.
17. Панов Н. П., Гончарова Н. А. Минералогический состав почв черноземно-солонцовых комплексов Западной Сибири. Изв. ТСХА, 1968, вып. 2.
18. Парфенов А. И. Изучение воднопептизируемого ила солонцов Омской области. Автореф. дис. Казань, 1969.
19. Семендяева Н. В. Некоторые особенности природы мало- и многонатриевых солонцов Омской области. Автореф. дис. Омск, 1971.
20. Соколовский А. Н. Из области явлений, связанных с коллоидной частью почвы. Изв. Петровской с.-х. акад. М., 1919.
21. Тюлин А. Ф. Органо-минеральные коллоиды в почве, их генезис и значение для корневого питания растений. Изд. АН СССР, 1958.

Почвенный институт
им. В. В. Докучаева

Дата поступления
27.V.1976 г.

N. I. GORBUNOV, V. A. DEVYATYKH, T. G. ZARUBINA, L. P. YUDINA

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOLONETZES OF SOUTHERN CASPIAN UPLAND

Results of determination of sodium activity in water-peptized, aggregated and tightly bound clays in poor and rich in sodium solonetztes are presented. Some theoretical views are stated concerning the reasons of different sodium activity, the heterogeneity in properties of clays and the significance of these factors for the explanation of soil properties and evolution.
