

УДК 631.425.5.045

О МЕТОДАХ ИЗУЧЕНИЯ ВОДОПЕПТИЗИРУЕМОГО ИЛА ПОЧВ

Н.П. ПАНОВ, В.Г. МАМОНТОВ, И.Н. ПАНОВА, Н.В. ВОРОНЖЕВА

(Кафедра почвоведения)

Отличительной особенностью солонцовых почв является высокое содержание тонкодисперсных частиц, пептизирующихся водой без всякой предварительной химической или физической обработки почвенного образца. Солонцовые горизонты, даже если они содержат незначительное количество натрия, всегда обогащены этими частицами, содержание и свойства которых во многом определяют важнейшие агрофизические свойства почв (структуру, фильтрацию, набухание и др.) и эффективность химических мелиораций.

Интерес к детальным исследованиям этой части илистой фракции зародился, по-видимому, начиная с работ К.К. Гедройца [6], который рекомендовал определять дисперсность почвы путем взятия пробы ила из суспензии, образовавшейся при взбалтывании почвы с водой. Был разработан метод микроагрегатного анализа [11], а «фактор дисперсности Качинского», представляющий собой соотношение количеств ила при микроагрегатном и механическом анализах, в настоящее время является общепризнанным показателем структурного состояния почв.

В последующих работах, посвященных в основном солонцовой тематике, пептизирующуюся водой часть илистой фракции стали выделять в особую категорию водопептизируемого ила. В длительной дискуссии, посвященной генезису малонатриевых солонцов, ряд исследователей стали придавать этой категории ила одно из решающих значений в проявлении солонцеватости почв [1, 2, 9, 15—17]. Аргументировалось это тем, что водопептизируемый ил имеет специфический химический состав — состоит главным образом из низкополимер-

ных фракций кремнекислоты и алюмоферрисиликатов, причем кремнекислоты в нем в 12—20 раз больше, чем полуторных оксидов. И, кроме того, по ряду параметров он аналогичен коллоидам, насыщенным натрием, — гидрофилу, тиксотропену, подвижен, устойчив к коагуляции и поэтому обуславливает отрицательные агрофизические свойства почв [1, 2, 7, 14].

В дальнейшем, несмотря на многочисленные исследования, однозначного подтверждения эти положения не получили. Более того, к настоящему времени сложилась довольно запутанная и противоречивая ситуация, начиная от терминологии и заканчивая методической стороной этого вопроса. В частности, для выделения водопептизируемого ила одни авторы применяют метод Андреева, основанный на многократном сливании суспензии при отношении почвы к воде 1:8. В этом методе исключена предварительная химическая и физическая подготовка образца [1, 7, 9, 14]. В методе Парфенова при тех же условиях соотношение почва : вода увеличено до 1:20 [4, 16, 17]. Некоторые авторы используют комбинированный метод [3], применяется метод Качинского при отношении почвы к воде 1:100 и предварительной физической подготовке образца [11]. Ряд данных получен с помощью метода Горбунова, в котором предусмотрено выделение частиц размером менее 0,002 мм [8, 14].

Различна и продолжительность выделения ила. По Б.А. Андрееву [1], выделение водопептизируемо-

го ила из солонцов и солонцеватых почв ведут в течение 14 дней или до просветления суспензии. Н.И. Горбунов [8] указывает срок от 5 до 10 дней, некоторые авторы [5, 10] проводят исчерпывающее выделение илистой фракции, а в методе Н.А. Качинского [11] предусмотрено однократное взятие пробы суспензии.

Были проведены специальные исследования по сопоставлению различных методов выделения водопептизируемого ила. В одном случае, сравнивая методы Андреева, Горбунова и Качинского [14], авторы приходят к выводу о целесообразности использования метода Горбунова, в другом — предпочтение отдается методу Качинского [12]. Все это вносит большую неопределенность в трактовку имеющихся результатов и зачастую исключает возможность сопоставления данных, полученных разными авторами.

Методика

В эксперименте были использованы почвы, различающиеся по генезису и свойствам (табл. 1). Содержание и динамику выделения водопептизируемого ила определяли по методам Андреева [2] и Парфенова [16]. При выделении водопептизируемого ила в первом случае использовали соотношение почва : вода 1:8, в последнем — 1:20. Нерастертые почвенные образцы помещали в цилиндры, приливали соответствующее количество дистиллированной воды, перемешивали и оставляли на 24 ч. Слив проводили ежедневно до просветления верхнего 7 см

слоя жидкости. Полученные суспензии выпаривали в сушильном шкафу при температуре 50° С и в конце опыта определяли общее количество выделенного ила. Повторность всех операций 4-кратная. Одновременно изучали динамику выделения водопепти-

зируемого ила, для чего ежедневно из каждой повторности отбирали пипеткой 40 мл суспензии в тарированный стаканчик и после выпаривания взвешивали. Это количество ила в конце опыта приплюсовывали к его общему содержанию.

Т а б л и ц а 1

Некоторые свойства исследуемых почв

Глубина образца, см	pH _{вод}	Общий гумус, %	Сухой остаток, %	Обменные катионы			Емкость обмена, мг экв на 100 г
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
				% к емкости обмена			

Солонец степной каштановый солончаковый мелкий средненатриевый (Волгоградская область)

0—8	8,10	1,47	0,140	38,5	36,0	25,5	28,1
8—16	8,40	1,27	0,173	27,8	40,2	32,0	33,1
16—25	8,45	0,76	0,193	24,7	41,6	33,7	29,7

Светло-каштановая среднесолонцеватая (Волгоградская область)

0—10	7,20	2,22	0,083	77,3	17,9	4,8	22,0
10—20	7,91	1,53	0,090	73,7	17,0	9,3	29,3

Солонец лугово-степной черноземный солончаковый мелкий средненатриевый (Омская область)

0—9	8,30	4,83	0,135	55,1	26,0	18,9	31,4
9—21	9,07	4,42	0,302	47,5	27,1	25,4	33,6

Чернозем обыкновенный маломощный (Омская область)

0—20	7,08	6,35	0,007	83,0	15,8	1,2	36,4
30—40	7,15	5,40	0,026	76,5	21,4	2,1	37,2

Чернозем обыкновенный среднемощный (Воронежская область)

0—20	6,84	7,78	—	89,2	10,4	—	42,6
35—45	7,05	6,91	—	88,4	11,3	—	38,8

В качестве контроля при определении общего содержания водопептизируемого ила в почвах был использован метод Качинского [11].

Результаты

Изученные почвы различаются между собой по содержанию водопептизируемого ила, что связа-

но с их генетическими особенностями. Низкое содержание водопептизируемого ила свойственно почвам, сформировавшимся под преимущественным воздействием гумусово-аккумулятивного процесса, — черноземам или же отдельным горизонтам почв, где

процесс гумусо-накопления является одним из ведущих — горизонт A_1 светло-каштановой почвы. С увеличением доли поглощенного натрия в составе обменных катионов степень пептизации почв возрастает (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Содержание водопептизируемого ила (% к почве и общему илу), определенное разными методами ($M \pm m$), в горизонтах почв A_1 (числитель) и B_1 (знаменатель)

Почва	Общий ил по Качинскому, %	Метод Андреева		Метод Парфенова		Метод Качинского	
		к почве	к общему илу	к почве	к общему илу	к почве	к общему илу
Светло-каштановая	17,9	5,6±0,2	31,3	3,1±0,1	17,3	0,8±0,0	4,5
(Волгоградская область)	30,6	11,5±0,1	37,6	9,7±0,2	31,7	2,6±0,1	8,5
Солонец степной	11,9	3,8±0,4	31,9	3,0±0,7	25,2	0,8±0,0	6,7
(Волгоградская область)	36,8	26,7±0,6	72,5	26,0±1,6	70,7	3,9±0,2	10,6
Чернозем обыкновенный	25,3	1,9±0,1	7,3	1,7±0,1	6,7	0,5±0,0	2,4
(Омская область)	24,7	4,1±0,1	16,6	1,1±0,0	4,5	1,2±0,1	4,9
Солонец лугово-степной	18,6	0,9±0,0	4,8	0,9±0,1	4,8	0,7±0,1	3,8
(Омская область)	40,8	28,7±1,7	70,3	16,8±1,1	41,2	9,1±0,4	22,3
Чернозем обыкновенный	31,6	3,1±0,1	9,8	0,9±0,0	2,9	1,3±0,0	4,1
(Воронежская область)	33,2	2,4±0,2	7,2	1,1±0,0	3,3	0,7±0,1	2,1

При определении содержания водопептизируемого ила разными методами только для горизонта A_1 солонца лугово-степного нами были получены одинаковые результаты. Здесь, по-видимому, весь водопептизируемый ил вымыт в горизонт B_1 , а оставшиеся илестые частицы столь прочно склеены в агрегаты, что не разрушаются даже при длительном нахождении в воде. Во всех остальных случаях содержание водопептизируемого ила, определенное по методу Андреева, в 2,4—7,0 раза выше, чем по методу Качинского. Даже в черноземах, которым вообще не свойственно высокое содержание этих частиц, степень

пептизации по методу Андреева варьирует от 7 до 17%, а в иллювиальных горизонтах солонцов достигает 70%.

При использовании метода Парфенова получены практически такие же результаты, как при методе Качинского, для чернозема, а для горизонтов B_1 светло-каштановой почвы и солонца светло-каштанового этот метод сопоставим с методом Андреева, в остальных случаях он занимает промежуточное положение.

Динамика выделения водопептизируемого ила была изучена на примере солонцов и чернозема обыкновенного Омской области (рис. 1—3).

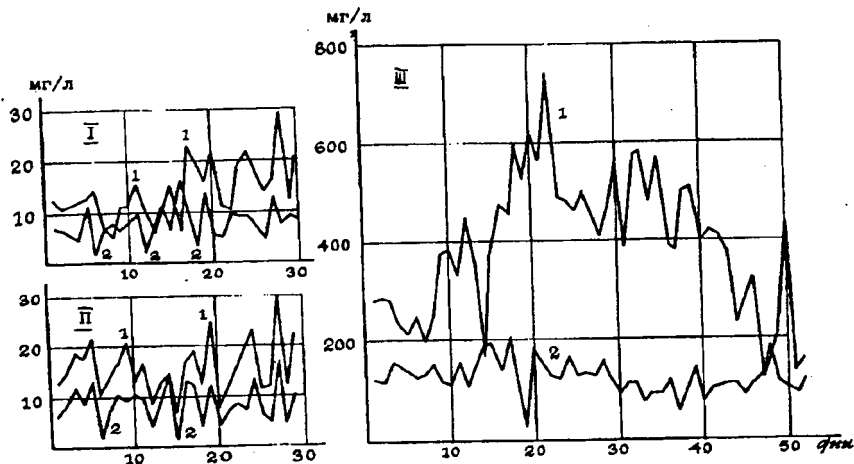


Рис. 1. Динамика выделения водопептизируемого ила из горизонта A_1 чернозема (I) и солонца (II) Омской области и солонца (III) Волгоградской области.
1 — метод Андреева; 2 — метод Парфенова.

В общих чертах этот процесс носит сложный характер и зависит от совокупности факторов, к которым можно отнести общее количество частиц, пептизирующихся водой, содержание и состав органического вещества, агрегированность почвы, состав почвенного поглощающего комплекса, соотношение почва : вода и ряд других параметров.

При выделении водопептизируемого ила по методу Парфенова из гумусовых горизонтов солонцов и чернозема концентрация ила в суспензии находится на более или менее постоянном уровне, особенно в случае горизонта A_1 солонца Волгоградской области. Здесь на протяжении длительного времени (50 сут) содержание ила в суспензии в среднем находилось в пределах 100—150 мг/л. Из гумусовых горизонтов солонца и чернозема водопептизиру-

емый ил выделялся менее равномерно и в меньших количествах.

При использовании метода Андреева вследствие более узкого отношения почвы к воде концентрация водопептизируемого ила в суспензии возрастает в 2—2,5 раза. При этом хорошо прослеживается тенденция увеличения выхода ила через 2 нед после начала его выделения.

Совершенно иная картина наблюдается в динамике выделения водопептизируемого ила из иллювиальных горизонтов солонцов, причем отмечаются как общие черты для этих горизонтов, так и существенные различия. Общим является резкая пептизация илистых частиц уже в самом начале выделения, что не наблюдалось у чернозема и гумусовых горизонтов солонцов. В то же время общий характер кривых выхода водопептизируемого ила из иллю-

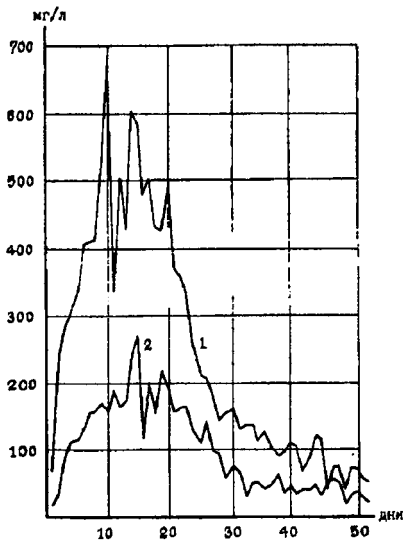


Рис. 2. Динамика выделения водопептизируемого ила из горизонта В₁ солонца Волгоградской области.

Обозначения те же, что на рис. 1.

виальных горизонтов солонцов различен.

У солонца степного, несмотря на резкую пептизацию частиц в самом начале опыта, процесс выделения ила растянут во времени. При использовании метода Парфенова самое высокое содержание ила в суспензии (270 мг/л) наблюдалось через 15 сут после начала опыта, при методе Андреева максимум водопептизируемого ила (680 мг/л) приходился на 10-й день. Основная масса водопептизируемого ила и в том и в другом случае выделялась за 25—30 дней. В дальнейшем содержание ила в суспензии постепенно снижалось и принимало более или менее постоянные величины. Так, при выделении ила по методу Парфено-

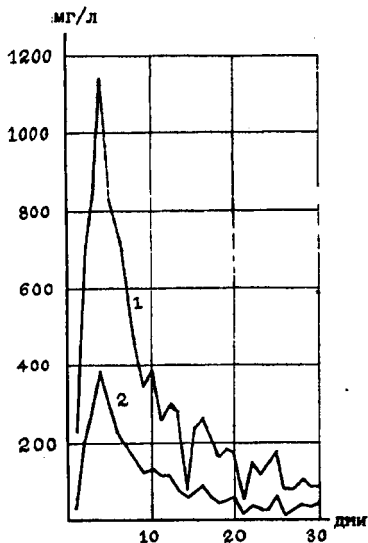


Рис. 3. Динамика выделения водопептизируемого ила из горизонта В₁ Омской области.

Обозначения те же, что на рис. 1.

ва в период 30—50 сут содержание ила в суспензии находилось на уровне 30—45 мг/л, по методу Андреева — 120—150 мг/л.

У солонца лугово-степного максимальная пептизация илистых частиц отмечалась на 4-й день опыта. По методу Парфенова содержание водопептизируемого ила составило 385 мг/л, по методу Андреева — 1120 мг/л. Основная масса илистых частиц в обоих случаях выделялась в течение 10—14 сут. В последующем их содержание заметно снижалось и к 30-м суткам находилось на уровне 100 мг/л по методу Андреева и 50 мг/л по методу Парфенова. Видимому, в этот период, как и в предыдущем случае, происходит выделение уже не водопептизиру-

емого ила как такового, а более прочно связанных фракций, высвобождающихся при разрушении агрегатов.

Полученные нами данные противоречат выводам, сделанным Б.А. Андреевым [1, 2], который указывал, что для выделения водопептизируемого ила необходимо 14 суток, и Б.Н. Золотаревой [10], считающей, что основная масса водопептизируемого ила выделяется за 4—5 дней. В нашем случае для солонцовых горизонтов этот срок составил от 10—14 до 25—30 сут, а для чернозема и гумусовых горизонтов солонцов указать интервал не представляется возможным.

Таким образом, адекватность данных, полученных методами Качинского, Андреева и Парфенова, возможна только в ограниченном ряде случаев: для почв легкого механического состава (пески, супеси), а также хорошо агрегированных гумусовых горизонтов почв и генетических горизонтов, из которых идет активный вынос тонкодисперсных частиц. В подавляющем же большинстве случаев необходима единая методика при изучении водопептизируемого ила.

Применение метода Парфенова и особенно Андреева нам представляется нецелесообразным в силу следующих причин. Поскольку в этих методах не предусмотрена физическая подготовка почвы, то извлечение водопептизируемого ила происходит из образцов, содержащих агрегаты различного размера, разрушаю-

щихся уже непосредственно в процессе выделения ила. Это, несомненно, оказывает влияние на характер пептизации частиц и длительность процесса их отмучивания. При узком отношении дисперсной фазы к дисперсионной среде, принятом в методе Андреева, происходит замедление скорости оседания частиц вследствие образования коагуляционных структур, что в результате дает завышенное содержание водопептизируемого ила [12]. Увеличение отношения почвы к воде в методе Парфенова не вносит существенных корректив в достоверность получаемых результатов, поскольку этим не устраняются некоторые субъективные факторы, влияющие на содержание водопептизируемого ила. В результате многократного взмучивания суспензии (даже самом осторожном) неизбежно происходит разрушение почвенных агрегатов и вследствие этого искусственное завышение содержания ила. Увеличение дисперсности будет происходить и в результате интенсивного развития анаэробных процессов при длительном нахождении почвы в воде. Этими причинами можно объяснить «пильчатый» характер кривых выхода водопептизируемого ила и увеличение его содержания в суспензии из гумусовых горизонтов по истечении определенного времени. В конечном итоге содержание водопептизируемого ила, найденное с помощью методов Андреева и Парфенова, особенно в солонцовых горизонтах, может достигать

очень больших значений. По нашим данным, методом Парфенова из илловиальных горизонтов солонцов извлекается от 40 до 70% илистых частиц, по методу Андреева — 70—73%, а по литературным данным — до 80—100% илистых частиц [12, 13], т.е. фактически содержание водопептизируемого ила будет соответствовать общему илу почвы и его извлечение такими методами теряет смысл. Это особенно важно, когда изучается не только водопептизируемый ил, но и более агрегированные фракции илистых частиц.

Метод Качинского лишен недостатков, присущих методам Андреева и Парфенова, и поэтому данные, получаемые с его помощью, дают более объективную информацию о содержании водопептизируемого ила в почвах. Сомнение в целесообразности использования метода Качинского для изучения водопептизируемого ила в связи с большим разбавлением вряд ли является решающим аргументом в пользу того, чтобы отказаться от его применения. Наоборот, предварительная подготовка образца и стандартизация условий проведения эксперимента позволяют получать гораздо более устойчивые результаты по сравнению с другими методами.

Выводы

1. Результаты определения содержания водопептизируемого ила в почвах зависят от метода выделения. Самое высокое его со-

держание дает метод Андреева, самое низкое — Качинского, метод Парфенова занимает промежуточное положение.

2. Динамика выделения водопептизируемого ила носит сложный характер, зависит от многих факторов и для каждого почвенного горизонта имеет свой временной интервал.

3. Для количественного определения водопептизированного ила рекомендуется использовать метод Качинского.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Б.В. Теоретические основы повышения плодородия солонцов и солонцовых почв. — Научный ежегодник за 1954 г. Саратов: Коммунист, 1955, с. 116—124. — 2. Андреев Б.В. Структура и процессы агрегации в солонцовом горизонте. — В сб.: Развитие почвоведения в Казахстане. Изд-во АН Казахской ССР, 1963, с. 116—124. — 3. Блохин Е.В., Прутков А.М. К характеристике илистой фракции солонцовых почв Оренбургской области. — Науч. тр. Саратовского с.-х. ин-та, 1976, т. 17, с. 20—26. — 4. Володин В.М. Минералогический состав и свойства солонцов каштановой зоны Северного Казахстана. — Автореф. канд. дис., Воронеж, 1971. — 5. Воронин А.Д., Тюгай З. Минералогический состав и физико-химические свойства илистых фракций разной степени диспергируемости. — Почвоведение, 1984, № 7, с. 42—53. — 6. Гедройц К.К. Избр. тр. М.: Наука, 1975. — 7. Гилязова С.М. Во-

допептизируемый ил в основных пахотных почвах Татарской АССР и их агрофизические свойства. — Автореф. канд. дис. Казань, 1971. — 8. *Горбунов Н.И.* Минералогия и физическая химия почв. М.: Наука, 1978. — 9. *Данилова Е.А.* Процессы полимеризации и деполимеризации коллоидов почвы в связи с образованием корки. — Тр. Саратовского с.-х. ин-та, 1966, т. 2/13, с. 28—37. — 10. *Золотарева Б.Н.* Гидрофильные коллоиды и почвообразование. М.: Наука, 1982. — 11. *Качинский Н.А.* Механический и микроагрегатный состав почвы и методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1953. — 12. *Кирюшин В.И., Бабич А.И.* Физико-химические и физические свойства черноземных солонцов Казахстана с различным содержанием обменного натрия. — В сб.: Вопросы генезиса, мелиорации и охраны почв Северного Казахстана. Целиноград, 1972, с. 70—81. — 13. *Манукян Р.Р.* Изучение водопептизируемого ила в переувлажнен-

ных почвах Араратской равнины. — Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии Армянской ССР, 1980, вып. 15, с. 149—154. — 14. *Минкин М.Б., Манихина А.А.* Влияние различных приемов мелиорации на содержание водопептизируемого ила в солонцах. — Науч. тр. Донского с.-х. ин-та, 1978, т. 13, вып. 1, с. 89—92. — 15. *Минкин М.Б., Камынина Л.М., Манихина А.А.* Влияние поглощенных катионов на содержание водопептизируемого ила в солонцовых почвах. — Науч. тр. Донского с.-х. ин-та, 1980, т. 15, вып. 1, с. 7—10. — 16. *Парфенов А.И.* Изучение водопептизируемого ила солонцов Омской области. — Автореф. канд. дис. Казань, 1969. — 17. *Пономарева Н.С., Парфенов А.И.* Изучение водопептизируемого ила в солонцах Омской области. — Науч. тр. Омского с.-х. ин-та, 1969, т. 73, с. 23—30.

*Статья поступила 21 июля
1995 г.*

SUMMARY

Advisability to use Kachinsky's method to characterize the amount of water-peptized silt is substantiated in the article.