

УДК 631.417.2

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ МИНЕРАЛАМИ И ПОРОДАМИ

Н. Ф. ГАНЖАРА, А. Т. М. ФАРИД

(Кафедра почвоведения)

Интенсивность процессов накопления и разложения гумуса определяется как внешними условиями среды, в которых происходит гумусообразование (температура, влажность, аэрация и т. д.), так и составом и свойствами минеральной части почв.

В литературе имеются данные о влиянии механического состава почв [1], состава обменных катионов [2], химических соединений железа, алюминия и кальция [5] на процесс гумусообразования. Менее изучены особенности гумусообразования в зависимости от минералогического состава почв. Проведенные в этом плане исследования касаются в основном химизма закрепления гумусовых кислот минералами [1, 3, 4]. Н. И. Горбунов [3], изучая адгезионное поглощение гуминовых кислот минералами и породами, установил, что различные минералы и породы поглощают разные количества гумата Na.

Ряд авторов [1, 3, 5] отмечают также, что при образовании почв на породах, обогащенных минералами с высокой емкостью поглощения, в них накапливается больше гумуса, чем на породах, содержащих минералы с низкой емкостью поглощения.

Химический и минералогический составы почв определяют не только прочность закрепления гумусовых веществ, от которой зависит их растворимость, но и устойчивость гумуса к микробиологическому разложению [1]. Однако прямые фактические данные об этом в литературе отсутствуют. В связи с отмеченным изучалось влияние минералогического состава минеральных субстратов на закрепление гумусовых веществ, их трансформацию и устойчивость к микробиологическому разложению. В качестве объектов исследований были выбраны контрастные по свойствам минералы и породы и две группы гумусовых веществ — гуминовые кислоты (ГК) и фульвокислоты (ФК), выделенные препаративно из дерново-подзолистой почвы.

Препараты гумусовых веществ — гуматы и фульваты Na — смешивали с 45 г каолинита, бентонита, покровного и лёссовидного суглинков. Для улучшения физических свойств смесей в каждый вариант добавляли по 50 г отмытого кварцевого песка. Контролем служил вариант, в котором эти препараты смешивали в таком же соотношении с отмы-

Таблица 1

Групповой состав гумусовых веществ исходных образцов
(по методу Кононовой и Бельчиковой)

Вариант	С					$\frac{C_{Г.к.}}{C_{Ф.к.}}$
	общий, % к навеске	вытяжки $Na_4P_2O_7 + NaOH$	ГК	ФК	негидро- лизуемого остатка	
	% к $C_{Общ}$					
Каолинит+ГК	0,53	66	30	36	34	0,83
» +ФК	1,18	89	10	79	11	0,12
Бентонит+ГК	0,52	51	13	38	49	0,34
» +ФК	1,48	54	3	51	46	0,06
Покровный суглинок+ГК	0,47	65	36	29	35	1,24
То же+ФК	1,26	80	5	35	20	0,14
Лёссовидный суглинок+ГК	0,59	49	28	21	51	1,33
То же+ФК	1,29	85	8	77	15	0,10
Песок+ГК	0,47	74	38	36	26	1,05
» +ФК	1,27	87	3	84	13	0,04

Потери углерода гумусовых веществ в процессе минерализации при компостировании (% к исходному)

Вариант	C _{исх}	Срок компостирования, мес			Вариант	C _{исх}	Срок компостирования, мес		
		3	6	12			3	6	12
Каолинит+ГК	0,53	30	36	40	Лёссовидный суглинок+ГК	0,59	8	34	49
То же+ФК	1,18	11	25	47	То же+ФК	1,29	28	43	54
Бентонит+ГК	0,52	11	44	48	Песок+ГК	0,47	23	30	34
То же+ФК	1,48	20	26	59	» +ФК	1,27	9	51	61
Покровный суглинок+ГК	0,47	11	28	40					
То же+ФК	1,26	9	29	58					

тым кварцевым песком. Во время компостирования увлажнение до 60 % полной влагоемкости чередовали с высушиванием образцов до воздушно-сухого состояния при температуре 22—26°.

В исходных образцах, а также через 1, 3, 6 и 12 мес определяли качественный состав гумуса методами Кононовой и Бельчиковой, Тюринна в модификации В. В. Пономаревой [6], содержание гуминовых кислот и фульвокислот — в водной вытяжке, количество и состав микроорганизмов — на крахмало-аммиачном агаре и нитратном агаре [7].

После смешивания препаратов гуматов и фульватов Na с минералами и породами во всех вариантах реакция среды была слабощелочной (рН_{водн} 7,1—8,2).

Данные табл. 1 показывают, что часть ГК (20—38 % исходного количества) трансформировалась в ФК при экстрагировании щелочным раствором смеси пирофосфата натрия в результате гидролитического расщепления, что отмечалось в литературе [1]. Бентонитом прочно закреплялись и гуматы, и фульваты Na, лёссовидным суглинком — гуматы Na. Во всех вариантах фульваты Na закреплялись менее прочно, чем гуматы Na.

Негидролизуемый остаток в вариантах с гуматами Na составил 25—31 %, с фульватами Na — 10—19 и только в варианте бентонит+ФК — 46 %.

В первые 3 мес компостирования (табл. 2) минерализовалось 8—30 % исходного количества гумусовых веществ. К 6 мес потери углерода в результате минерализации составили 25—51 % и к 12 мес — 40—61 % к исходному.

Таблица 3

Групповой состав гумусовых веществ в образцах 6-месячного компостирования

Вариант	С					С _{г.к} С _{ф.к}
	общий, % к на- веске	вытяжки Na ₂ P ₂ O ₇ +NaOH	ГК	ФК	негидро- лизуемо- го остат- ка	
Каолинит+ГК	0,34	67	35	32	33	1,09
» +ФК	0,88	93	13	80	7	0,15
Бентонит+ГК	0,29	51	34	17	49	2,0
» +ФК	1,10	55	5	50	45	0,10
Покровный суглинок+ГК	0,34	64	44	20	36	2,2
То же+ФК	0,90	66	8	58	34	0,12
Лёссовидный суглинок+ГК	0,39	61	38	23	39	1,6
То же+ФК	0,73	86	7	79	14	0,07
Кварцевый песок+ГК	0,33	96	51	45	4	0,31
То же+ФК	0,62	98	16	82	2	0,19

Фракционный состав гумуса (по Тюрину в модификации Пономаревой)
в образцах годовичного срока компостирования (% к С_{общ})

Вариант	С _{общ.} % к навеске	Фракции ГК				Фракции ФК					С _{г.к.} С _{ф.к.}
		1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма	
Каолинит+ГК	0,32	34	0	28	62	12	0	0	25	37	1,6
» +ФК	0,62	8	0	8	16	48	16	0	16	80	0,2
Бентонит+ГК	0,27	11	30	38	79	11	0	4	9	24	3,0
» +ФК	0,60	6	0	13	19	50	3	3	13	76	0,2
Покровный сугли- нок+ГК	0,28	28	14	35	78	0	0	0	21	21	3,0
То же+ФК	0,53	18	0	9	27	56	9	0	9	75	0,3
Лёссовидный суг- линок+ГК	0,30	13	13	30	56	10	0	10	13	33	1,6
То же+ФК	0,59	5	5	8	18	50	6	16	8	82	0,2
Песок+ГК	0,31	44	6	19	69	19	0	12	3	34	2,0
» +ФК	0,49	10	0	0	10	83	4	2	2	91	0,1

Наиболее интенсивно минерализовались гумусовые вещества в первые 6 мес разложения. В этот период каких-либо закономерных различий между вариантами в скорости минерализации не отмечено, лишь к 12 мес во всех случаях потери фульватов Na в результате минерализации были более высокими (47—61%), чем гуматов Na (34—49%). При этом в вариантах с резко различным минералогическим составом минерального субстрата образцов скорость минерализации гумусовых веществ была примерно одинаковой. Таким образом, в условиях эксперимента даже резкие различия в минералогическом составе минерального субстрата не сказались на устойчивости гумусовых веществ к микробиологическому разложению.

Но как в исходных образцах (табл. 1), так и при 3 и 6 мес компостирования (табл. 3) наиболее прочное закрепление гуматов и фульватов Na наблюдалось в вариантах с бентонитом, а гуматов Na — в варианте с лёссовидным суглинком.

В компостах 6-месячного срока, как и в исходных образцах, часть ГК трансформировалась в ФК.

Анализ данных о фракционном составе гумусовых веществ в образцах годовичного срока компостирования (табл. 4) показывает, что во всех вариантах гумусовые вещества практически полностью экстрагиро-

Таблица 5

Количество и состав водорастворимых органических веществ
в образцах 3- и 12-месячного компостирования

Вариант	3 мес		12 мес				
	С _{общ.} % к навеске	С, извле- каемый Н ₂ О, % к С _{общ.}	С _{общ.} , % к навес- ке	С, извле- каемый Н ₂ О, % к С _{общ.}	С _{г.к.}	С _{ф.к.}	С _{г.к.} С _{ф.к.}
Каолинит+ГК	0,37	72	0,32	31	18	13	1,4
» +ФК	1,05	86	0,62	39	14	25	0,5
Бентонит+ГК	0,46	50	0,27	48	23	25	0,8
» +ФК	1,18	55	0,60	53	17	36	0,4
Покровный сугли- нок+ГК	0,42	57	0,28	35	14	21	0,6
То же+ФК	1,15	82	0,53	52	15	37	0,4
Лёссовидный сугли- нок+ГК	0,54	37	0,30	26	17	9	1,7
То же+ФК	0,93	59	0,59	33	10	23	0,4
Кварцевый песок+ГК	0,36	97	0,31	38	29	9	3,2
То же+ФК	1,15	86	0,49	42	10	32	0,3

Содержание микроорганизмов в компостируемых образцах
(млн. на 1 г абсолютно сухой навески)

Вариант	На КАА			На НА		
	срок компостирования, мес					
	3	6	12	3	6	12
Каолинит+ГК	196	34	217	734	134	156
» +ФК	261	169	831	300	802	192
Бентонит+ГК	583	304	356	2200	1725	260
» +ФК	1720	772	886	7800	2706	673
Покровный суглинок+ГК	169	35	449	44	441	783
То же+ФК	702	199	510	560	987	362
Лёссовидный суглинок+ГК	109	851	444	820	2128	425
То же+ФК	179	384	252	840	3023	658
Песок+ГК	122	186	242	340	693	273
» +ФК	145	340	239	530	1382	179

вались. В вариантах с гуматами Na они представлены в основном 1-й и 3-й фракциями ГК — соответственно свободными и связанными с глинистыми минералами, в варианте с бентонитом 30 % ГК — 2-й фракцией, предположительно связанной с кальцием. В вариантах с фульватами Na значительная часть ФК (40—83 %) — это наиболее агрессивная фракция 1а, растворимая в серной кислоте.

Следует отметить, что во всех образцах годичного срока компостирования наблюдалась трансформация ГК в ФК и в меньшей степени ФК в ГК.

По-видимому, взаимная трансформация гумусовых веществ связана не только с кислотно-щелочной обработкой образцов в процессе анализа, но и с деятельностью микроорганизмов. Последнее подтверждается результатами определения ГК и ФК в водной вытяжке из компостов (табл. 5). Наличие значительного количества гумусовых веществ, растворимых в воде, вероятно, обусловлено использованием в эксперименте гумусовых веществ в форме гуматов и фульватов Na.

В компостируемых образцах во все сроки определений содержалось очень высокое количество микроорганизмов, развивающихся на бедных средах, которые, по данным Е. З. Теппер [8], преимущественно разлагают гумусовые вещества. Такое количество микроорганизмов этой группы встречается только при очень благоприятных условиях [7, 8]. В образцах также было много бактерий, определяемых на КАА. К годичному сроку компостирования по сравнению с 6 мес их количество увеличилось почти во всех вариантах, а численность микроорганизмов, развивающихся на бедных средах, снизилась.

Наблюдалась неравномерность развития микроорганизмов в различных вариантах во времени, что, по-видимому, обусловлено различиями в условиях аэрации, определяемых физическими свойствами изучаемых образцов.

Выводы

1. Резко различающийся минералогический состав субстратов (каолинит, бентонит, кварцевый песок, покровный и лёссовидный суглинки) не оказал влияния на устойчивость гуматов и фульватов Na к микробиологическому разложению.

2. В течение годичного срока компостирования гуматов и фульватов Na с минералами и породами не произошло их прочного закрепления: 26—48 % гуматов Na и 33—53 % фульватов экстрагировались водой и полностью извлекались при определении их фракционного состава по схеме Тюрина.

3. Наблюдалась несколько пониженная растворимость в воде и пирофосфатной вытяжке гуматов и фульватов Na в варианте с бентони-

том, гуматов Na в варианте с лёссовидным суглинком и гуматов по сравнению с фульватами во всех вариантах.

4. В течение года потери углерода в результате минерализации фульватов Na составили 47—61 % и гуматов Na 34—49 % к исходному.

5. В компостируемых образцах содержалось высокое количество бактерий на КАА и микроорганизмов, развивающихся на бедных средах, участвующих в разложении гуматов и фульватов Na.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Л. Н. Органическое вещество почв и процессы его трансформации. М.: Наука, 1980. — 2. Ганжара Н. Ф., Кауричев И. С., Рассохина В. В. Влияние поглощенных катионов на процесс гумусообразования. — В сб.: Особенности почв. процессов дерново-подзол. почв. М.: ТСХА, 1977. — 3. Горбунов Н. И. Минералогия и физическая химия почв. М.: Наука, 1973. — 4. Касатиков В. А. Физико-химические свойства гуминовых кислот и органо-минеральных соединений почв солонцового комплекса.— Автореф. канд. дис. М., 1974. — 5. Пономарева В. В. Теория подзолообразовательного процесса. М.: Наука, 1964. — 6. Практикум по почвоведению / Под ред. И. С. Кауричева. М.: Колос, 1980. — 7. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Перверзева Р. И. Практикум по микробиологии. М.: Колос, 1979. — 8. Теппер Е. З. Микроорганизмы рода *Nocardia* и разложение гумуса. М.: Наука, 1976.

Статья поступила 3 октября 1982 г.

SUMMARY

Under conditions of laboratory experiment the mineralogical composition of mineral substrates (caolinite, bentonite, quartz sand, non-calcareous loess loam and loess loam) had no influence on the resistance of Na-humates and Na-fulvates to microbiological decomposition. A year long composting these preparations with minerals and rocks resulted in no stable fixation of them: 26—48 per cent of Na-humates and 33—53 per cent of Na-fulvates were extracted by water or fully removed during determining their fractional composition according to Turin. Large quantity of bacteria and microorganisms developing on poor substrates, participating in decomposition of Na-humates and fulvates.