



УДК 631.417.2:504.53.064

Н.В. СЕМЕНДЯЕВА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор*ФГБОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет*
e-mail: semendyeva@ngs.ru

ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ СОЛОНЦОВ БАРАБЫ ПОСЛЕ 27-ЛЕТНЕГО ДЕЙСТВИЯ ОДНОРАЗОВОГО ВНЕСЕНИЯ ГИПСА

Изучено гумусовое состояние многонариевых солонцов при длительном действии одно-разового внесения различных доз гипса (11, 23, 36, 45, 56 т/га): общее содержание углерода (и гумуса), изменение его группового и фракционного состава под действием мелиоранта. Установлено, что при вовлечении солонцов в сельскохозяйственный оборот содержание гумуса в слое 0–20 см снизилось за счет усиления микробиологических процессов и процессов минерализации гумусовых веществ. В длительном залежном состоянии (20 лет) содержание гумуса в мелиорированных солонцах возросло до 5 % при содержании на контроле 3,6 %. На контроле и целинном солонце тип гумуса фульватный. Соотношение $C_{гк} : C_{фк} > 0,3$. В мелиорированных солонцах групповой состав гумуса в слое 0–20 см фульватно-гуматный ($C_{гк} : C_{фк} > 1$), почва приближается к типу зональной лугово-черноземной. В слое 20–40 см тип гумуса менялся на гуматно-фульватный. На контроле в составе гуминовых кислот преобладала фракция 2 (10 % от общего углерода почвы). В длительно мелиорированных солонцах процентное содержание данной фракции возросло практически вдвое (18–28 % от общего углерода). С увеличением дозы гипса возрастало содержание фракции 2, связанной с кальцием. На варианте с дозой гипса 11 т/га в составе гумуса преобладали фульвокислоты, а на вариантах с высокими дозами их содержание существенно снизилось, что свидетельствовало об уменьшении подвижности гумусовых веществ.

Ключевые слова: солонцы корковые мелиорированные и целинные, групповой и фракционный состав гумуса, фульвокислоты, гуминовые кислоты, негидролизующий остаток.

Вопросу изучения гумусового состояния солонцовых почв уделялось особое внимание в 80–90 годы XX в. [1–6]. Н.Д. Градобоевым и соавторами [5], в частности, установлено, что для солонцов лесостепи Омской области характерна прочная взаимосвязь гумуса с минеральной частью почвы и его концентрация в менее дисперсных фракциях мелкозема. В составе гумуса лесостепных солонцов преобладают гуминовые кислоты, причем максимум их приходится на иллювиальные горизонты. Для солонцов степной зоны свойствен фульватный тип гумуса. К такому же выводу пришли исследователи гумуса солонцов Алтайского края [3, 4]. Н.И. Базилевич [7] при изучении состава гумуса луговых среднестолбчатых солонцов лесостепной зоны Барабинской низменности установила, что в горизонте А (0–15 см) тип гумуса гуматно-фульватный ($C_{гк} : C_{фк} = 0,6–0,7$), в иллювиальном (горизонт В, 15–30 см) фульватно-гуматный ($C_{гк} : C_{фк} = 1,5$). С глубиной фульвокислоты снова преобладают над гуминовыми кислотами.

На основании имеющихся литературных данных видно, что изученность гумусового состояния почв солонцовых комплексов недостаточна, особенно в химически мелиорированных солонцах.

Цель исследования – изучить гумусовое состояние многонариевых солонцов при длительном действии одноразового внесения различных доз гипса: общее содержание углерода (и гумуса), изменение его группового и фракционного состава под действием мелиоранта.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в микроделяночном опыте на солонце корковом луговом многонариевом в АОЗТ «Кабинетное» Чулымского района Новосибирской области (северная лесостепь Барабинской низменности) на бывшем «солонцовом» стационаре Сибирского научно-исследовательского института земледелия и химизации сельского хозяйства.

Микроделяночный опыт заложен в 1986 г. Дозы гипса рассчитаны с учетом содержания обменного натрия в среднем образце почвы (17,3 мг-экв. / 100 г почвы, или 38,7 %) с интервалом 0,25 нормы по натрию – от 0 до 1,25 нормы (метод Гедройца). Варианты опыта: контроль (без внесения гипса), гипс 11, 23, 36, 45, 56 т/га.

Уровень залегания грунтовых вод в опыте менялся по годам от 40 до 350 см. Их минерализация составляла 1,5–2,0 г/л. Степень засоления профиля солонца – сильносолончаковатая смешанного типа. Гранулометрический состав среднеглинистый. В исходном состоянии емкость катионного обмена составила 44,7 мг-экв. / 100 г почвы. Величина pH_{H_2O} по профилю менялась в пределах 7,2–9,3. Содержание гумуса было около 5 % от массы почвы. С 1994 г. посев в опытных вариантах не проводили, т.е. они находились под залежью [8]. В 2013 г. на контрольных делянках, а также на делянках с внесением гипса 11, 45 и 56 т/га отобраны образцы на глубину 0–20 и 20–40 см. Для сравнения с той же глубины взяты образцы с целинного участка лугово-черноземной солонцеватой почвы и с целинного коркового солонца по генетическим горизонтам и слоям 0–20 и 20–40 см. В отобранных образцах по методу Тюрина определили общее содержание углерода, групповой и фракционный состав гумуса [9]. Запасы гумуса рассчитывали с учетом плотности почвы, определение которой проводили для каждого почвенного слоя в пятикратной повторности. Полученные результаты по качественному составу гумуса сравнивали с контрольным вариантом (без гипса), а также с данными лугово-черноземной солонцеватой почвы и с целинным солонцом корковым многонариевым.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты исследований, при 27-летнем действии гипса наблюдалась тенденция к некоторому увеличению содержания общего гумуса в мелиорированных солонцах в слое 0–40 см (табл. 1). Если на контроле в слое 0–20 см оно составило 3,6 %, в слое 20–40 см – 1,4 %, то на варианте с внесением 56 т/га гипса – соответственно 5,0 и 2,6 %. С увеличением дозы гипса в слое 0–20 см возрастало содержание гумуса. В лугово-черноземной солонцеватой почве количество гумуса в этих слоях соста-

Таблица 1

Общее содержание гумуса в мелиорируемых солонцах после 27-летнего действия
одноразового внесения гипса

Вариант опыта, доза гипса	Глубина взятия образца, см	Плотность почвы, г/см ³	Содержание гумуса, % к сухой почве	Запасы гумуса, т/га
<i>Солонец корковый многонариевый</i>				
Контроль	0–20	1,30 ± 0,12	3,6	93,6
	20–40	1,36 ± 0,18	1,4	36,2
	0–40			129,8
11 т/га	0–20	1,22 ± 0,16	4,1	100,0
	20–40	1,34 ± 0,18	2,8	75,0
	0–40			175,0
45 т/га	0–20	1,01 ± 0,18	4,7	94,9
	20–40	1,18 ± 0,15	1,7	40,1
	0–40			135,0
56 т/га	0–20	1,01 ± 0,16	5,0	101,0
	20–40	1,15 ± 0,15	2,6	59,8
	0–40			160,8
Целина	0–5	1,01 ± 0,11	4,0	20,2
	10–20	1,46 ± 0,14	1,2	17,5
	20–40	1,44 ± 0,18	0,7	20,2
	0–40			57,9
Целина	0–20	1,40 ± 0,14	4,2	117,6
	20–40	1,42 ± 0,16	0,8	22,7
	0–40			140,3
<i>Лугово-черноземная солонцеватая</i>				
Целина	0–20	1,10 ± 0,12	6,4	140,8
	20–40	1,28 ± 0,14	2,6	66,6
	0–40			207,4

вило 6,4–2,6 %, в целинном солонце корковом содержание гумуса с глубиной резко падало: в горизонте А (0–5 см) – 4 %, в иллювиальном горизонте (10–20 см) – 1,2, в горизонте В₂ – 0,7 %. Общие запасы гумуса на контроле и в мелиорированных солонцах практически не менялись и находились в слое 0–20 см в пределах 93,6–101,0 т/га. В целинной лугово-черноземной почве они составляли 140,8 т/га. В солонце корковом на целине запасы гумуса были невелики: в слое 0–5 см – 20,2 т/га, 10–20 см – 17,5, 20–40 см – 20,2 т/га.

На контроле содержание общего гумуса несколько меньше, чем в целинных солонцах, что связано с активизацией микробиологических процессов при распашке и, как следствие, усилением процесса минерализации гумусовых веществ.

Если по содержанию гумуса в мелиорируемых солонцах и на контрольном варианте различия были незначительными, то в их фракционном составе при длительном действии гипса произошли существенные изменения. В целинном солонце в горизонте А (0–5 см) гуминовые и фульвокислоты были примерно в равных количествах: соотношение $C_{\text{ГК}} : C_{\text{ФК}} = 1$ (табл. 2).

Таблица 2
Качественный состав гумуса солонцов корковых после 27-летнего действия однократового внесения гипса, 2013 г.

Вариант опыта, доза гипса	Глубина взятия об- разца, см	Общий орга- нический уг- лерод (С), % к почве	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты					Серно- кислый гидроли- зат	Негидро- лизующий остаток	С _{гк} / С _{фк}	
			Фракция			Фракция								
			Сумма			Сумма								
			1	2	3	1a	1	2	3					
% от общего углерода почвы														
Солонец многонаприевый														
Контроль	0-20	2,09	0,5	10,1	6,2	16,8	4,8	00	21,0	32,3	58,1	74,9	25,1	0,3
	20-40	0,77	1,3	13,4	3,6	18,3	6,5	0,0	39,0	19,5	65,0	83,3	16,7	0,3
11 т/га	0-20	2,41	0,4	12,8	7,9	21,1	4,2	0,4	17,4	35,4	57,4	78,5	21,5	0,4
	20-40	1,60	0,6	12,5	11,3	24,4	5,0	0,0	41,3	18,1	64,4	88,8	11,2	0,4
45 т/га	0-20	2,74	0,7	25,5	15,0	41,2	4,0	0,4	22,3	9,9	36,6	77,8	22,2	1,1
	20-40	0,97	1,0	18,6	9,3	28,9	6,2	0,0	26,8	21,6	54,6	83,5	16,5	0,5
56 т/га	0-20	2,85	0,4	24,6	12,3	37,3	3,9	0,4	17,9	9,8	32,0	69,3	30,7	1,2
	20-40	1,53	0,6	28,8	7,8	37,2	4,6	0,0	28,8	7,2	40,6	77,8	22,2	0,9
Целина	0-5	2,33	1,7	24,0	8,2	33,9	3,0	0,4	26,2	3,0	32,6	66,5	33,5	1,0
	10-20	0,73	0,0	8,8	8,2	17,0	6,8	1,4	26,0	8,2	42,4	59,4	40,6	0,4
	20-40	0,43	0,0	4,6	4,6	9,2	4,6	2,3	14,0	9,3	30,2	39,4	60,6	0,3
Лугово-черноземная солонцеватая														
Целина	0-20	3,73	3,7	25,5	12,8	42,0	3,2	6,4	30,8	3,8	44,2	86,2	13,8	1,0
	20-40	1,45	2,1	27,6	10,3	40,0	4,8	4,1	29,7	10,4	49,0	89,0	11,0	0,8

В горизонтах В₁ (10–20 см) и В₂ (20–40 см) тип гумуса был гуматно-фульватным, т.е. фульвокислоты преобладали над гуминовыми: $C_{\text{ГК}} : C_{\text{ФК}} = 0,4-0,3$. В горизонте А в гуминовых кислотах преобладала фракция 2, связанная с кальцием (24 %), тогда как в горизонтах В₁ и В₂ содержание ее резко снижалось (8,8 и 4,7 %) и здесь же отсутствовала фракция 1 – свободные (ГК и связанные с подвижными полуторными оксидами). В фульвокислотах преобладала фракция 2, связанная с фракцией ГК-2. На долю нерастворимого остатка приходилось 30–40 %, с глубиной ее величина возрастала.

По данным Н.Д. Градобоева и соавт. [5], качественный состав гумуса солонцов лесостепи Омской области фульватно-гуматный и имеет тенденцию к увеличению в иллювиальном горизонте. Гумусовые кислоты преимущественно связаны с кальцием, и 2/3 гумусовых веществ не переходили в щелочной раствор, а оставались в нерастворимом остатке. Н.И. Базилевич, изучая качественный состав средних солонцов Барабы, установила фульватную природу гумуса в верхней и нижней частях профиля и гуматную – в средней. Из полученных результатов видно, что в Барабинской низменности в элювиальном горизонте А солонцов преобладают гуминовые кислоты, а к низу их содержание снижается.

В гумусе зональной лугово-черноземной солонцеватой почвы на целине соотношение $C_{\text{ГК}} : C_{\text{ФК}}$ близко к единице (см. табл. 2). В гуминовых кислотах преобладает фракция ГК-2, связанная преимущественно с кальцием. На ее долю приходилось 25,5–27,6 %. В фульвокислотах также преобладала фракция 2 (30,8–29,7 %). Негидролиземый остаток небольшой (13,8–11,0 %), что согласуется с данными других исследователей [10].

При длительном последствии однократного внесения гипса в качественный состав гумуса корковых солонцов произошли существенные изменения. Во-первых, по всем вариантам опыта в почвенных образцах в гуминовых кислотах отмечено небольшое содержание фракций ГК-1 (гуминовые кислоты, свободные и связанные с подвижными формами оксидов). Причем, в слое 0–20 см их меньше (0,35–0,72 %), чем в подпахотном слое 20–40 см (до 1,3 % на контроле), в то время как в целинном солонце данная фракция отсутствовала. Во-вторых, в гуминовых кислотах мелиорированных солонцов преобладала фракция ГК-2, связанная с кальцием. При этом четко прослеживалось увеличение содержания данной фракции с возрастанием дозы мелиорантов. На вариантах с высокими дозами гипса (45–56 т/га) данный показатель приближался к показателям зональной лугово-черноземной почвы.

В составе фульвокислот мелиорированных солонцов, по нашим данным, практически отсутствовала фракция ФК-1, связанная в почве с фракцией ГК-1 (кислоты свободные и связанные с подвижными полуторными оксидами). В целинном солонце и лугово-черноземной солонцеватой почве эта фракция присутствовала в небольших количествах, причем в лугово-черноземной почве больше (6,4–4,1 %), чем в солонце, что, очевидно, связано с гидроморфными процессами, происходящими в профиле данных почв.

В мелиорированных солонцах и целинных почвах обнаружена «агрессивная» фракция ФК-1а, в которую входят фульвокислоты, свободные и связанные с подвижными полуторными оксидами. В слое 0–20 см их содержалось меньше, чем в слое 20–40 см. Достоверных различий в содержании данной фракции в изучаемых вариантах не выявлено. Во всех вариан-

тах опыта и в целинных почвах преобладала фракция ФК-2, связанная с фракцией ГК-2, которая преимущественно связана с кальцием.

Увеличение в мелиоративных солонцах в составе гумуса гуминовых и фульвокислот фракции 3 свидетельствует о закреплении гумусовыми кислотами высокодисперсных минералов и образовании прочных органо-минеральных комплексов (см. табл. 2). Подобные результаты получены Е.М. Шлевковой [1], а также Н.П. Пановым и соавт. [6] при изучении качественного состава гумуса почв солонцового комплекса и его изменения под влиянием длительного освоения.

На вариантах с высокими дозами гипса (45 и 56 т/га) в слое 0–20 см соотношение $C_{гк} : C_{фк}$ так же, как и в лугово-черноземной солонцеватой почве, равно единице или несколько больше (1,1–1,2), что свидетельствует о преобладании гуминовых кислот. В слое 20–40 см в данных почвах оно становится меньшим (0,5–0,9). Следует отметить, что в целинном солонце это соотношение равно единице лишь в слое 0–5 см (горизонт А), а далее с глубиной вновь увеличилось содержание фульвокислот.

При вовлечении солонцов в сельскохозяйственный оборот в фракционном составе гумуса происходит существенная перестройка, которая сохраняется и в долговременной залежи, и по этому показателю состав гумуса мелиорированных солонцов приближается к составу зональной лугово-черноземной почвы. С глубиной величина негидролизующего остатка уменьшается. В целинном солонце доля негидролизующего остатка высока (33,5–60,6 %), с глубиной она значительно возрастала, что указывает на вымывание в щелочной среде более мобильных органо-минеральных соединений из верхних слоев в нижние. При длительном действии мелиоранта в мелиорированном профиле солонцов такого передвижения не происходило.

ВЫВОДЫ

1. При вовлечении солонцов в сельскохозяйственный оборот содержание гумуса в слое 0–20 см снизилось за счет усиления микробиологических процессов и процессов минерализации гумусовых веществ. В длительном залежном состоянии (20 лет) содержание гумуса в мелиорированных солонцах возросло до 5 % при содержании 3,6 % на контроле.

2. На контроле и в целинном солонце в слоях 0–20 и 20–40 см тип гумуса фульватный. Соотношение $C_{гк} : C_{фк} > 0,3$. В мелиорированных солонцах групповой состав гумуса в слое 0–20 см фульватно-гуматный, т.е. преобладали гуминовые кислоты ($C_{гк} : C_{фк} > 1$), тип гумуса приближался к типу зональной лугово-черноземной почвы. В слое 20–40 см он менялся на гуматно-фульватный и соотношение $C_{гк} : C_{фк} < 1$.

3. На контроле в составе гуминовых кислот преобладала фракция ГК-2 (100 % от общего углерода). В длительно мелиорированных солонцах процентное содержание данной фракции выросло практически в 2 раза и более (18–28 % от общего углерода), причем с увеличением дозы гипса возрастало и содержание данной фракции, связанной с кальцием.

4. Наибольший негидролизующий остаток отмечен в солонце корковом на целине (33,5–60,6 % от общего углерода в почве). При сельскохозяйственном использовании его количество существенно снижалось как

на контроле, так и на мелиорированных вариантах. В лугово-черноземной солонцеватой почве негидролизующий остаток составил 13–14 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шлевкова Е.М. Гумусовое состояние почв солонцового комплекса // Физико-химия почв и их плодородие: сб. науч. тр. – М., 1988. – С. 132–138.
2. Убогов В.И. Влияние соединений гумуса на солонцеватость почвы Западной Сибири, их свойства и способы улучшения: сб. науч. тр. – Омск, 1984. – С. 22–32.
3. Пудовкина Т.А. Содержание и состав гумуса почв черноземно-солонцовых комплексов надпойменных террас р. Алей // Химическая мелиорация и удобрение почв Западной Сибири: науч. тр. – Омск, 1976. – Т. 150. – С. 37–43.
4. Балашова Л.П. Качественный состав гумуса солонцов равнинной левобережной части Алтайского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1972. – 16 с.
5. Градобоев Н.Д., Коровицкая Е.Н., Парфенов А.И. Качественный состав гумуса солонцов лесостепной зоны Омской области и степень солонцеватости их // Доклады сибирских почвоведов к IX международному конгрессу почвоведов. – Новосибирск, 1968. – С. 141–148.
6. Панов Н.П., Квачи Петер, Рабич Мухамед. Качественный состав гумусовых веществ почв солонцового комплекса и их изменение под влиянием лесных насаждений и длительного освоения // Мелиорация солонцов: материалы Всесоюз. науч.-техн. совещ. по проблеме мелиорации солонцов (г. Кустонай, 20–25 июня 1967 г.). – М., 1968. – Ч. 1. – С. 154–164.
7. Базилевич Н.И. Геохимия почв содового засоления. – М.: Наука. – 1965. – 394 с.
8. Семендяева Н.В. Химическая мелиорация гидроморфных солонцов Западной Сибири // Почвоведение. – 1998. – № 8. – С. 974–979.
9. Практикум по агрохимии / под. ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 687 с.
10. Кленов Б.М. Гумус почв Западной Сибири. – М.: Наука, 1981. – 144 с.

Поступила в редакцию 28.05.2014

N.V. SEMENDYAEVA, Doctor of Science in Agriculture, Professor

Novosibirsk State Agrarian University
e-mail: semendyeva@ngs.ru

HUMIC CONDITION OF BARABA SOLONETZ SOILS AFTER 27-YEAR ACTION OF SINGLE APPLICATION OF GYPSUM

Under long-term effect of single application of gypsum (11, 23, 36, 45 and 56 tons per ha) was studied humic condition of multi-sodium solonetz soils: total carbon and humus contents, changes in group and fraction structure as influenced by soil improvers. When solonetz soils are involved in agricultural turnover, the humus content in the 0–20 cm layer has been found to reduce because of intensified microbiological processes and mineralization of humic substances. The humus content in reclaimed solonetz soils, being in long-term (20 years) fallow condition, increased up to 5 percent as compared with 3.6 percent in the control. The type of humus in the control and virgin solonetz soil is fulvate. The $C_{gk} : C_{fk}$ ratio is approximately 0.3. In reclaimed solonetz soils, group structure of humus in the 0–20 cm layer is fulvate-humate ($C_{gk} : C_{fk} > 1$), and approaches the type of zonal meadow-chernozem soil. In the 20–40 cm layer, it changed to humate-fulvate. In the control, humic acids composition had fraction 2 (10 percent of total carbon in soil) prevalent. In long-term reclaimed solonetz soils, the percentage of this fraction almost doubled (18–28 percent of total carbon). As a dose of gypsum increased, the fraction 2 content bound with calcium increased as well. In the variant with the gypsum dose of 11 tons per ha, fulvic acids prevailed in the humus content, and in the variants with high doses, they considerably decreased, which was indicative of reduced mobility of humic substances.

Keywords: reclaimed and virgin crusted solonetz soils, group and fraction structure of humus, fulvic acids, humic acids, unhydrolyzable remains.