

УДК 631.442.4:631.417.2:631.423.5

СОСТОЯНИЕ ГУМУСА ОБЫКНОВЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА В УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЕНИЯ

С. С. ДАХИЙЯ, Н. П. ПАНОВ, В. Г. МАМОНТОВ

(Кафедра почвоведения)

Изучалось влияние различных по химизму солей на состояние органического вещества обыкновенного чернозема. Установлено, что компостирование почвы с добавлением легкорастворимых солей вызывает диспергирование органического вещества и утилизацию его микрофлорой, при этом ухудшается качественный состав гумуса, особенно в случае содово-сульфатного засоления. При внесении в почву гипса увеличивается содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием.

В настоящее время все большее внимание уделяется изучению характера взаимодействия легкорастворимых солей с почвой, что в значительной степени связано с широким использованием для орошения черноземов и каштановых почв минерализованных вод. Для того чтобы решить эту проблему, важно располагать данными об особенностях трансформации органического вещества под влиянием солей, аккумулялирующихся в почвах в результате вторичного засоления, масшта-

бы которого на многих оросительных системах весьма большие [6]. Между тем имеющиеся в литературе сведения [3, 4, 9, 12] не позволяют сделать обобщающие выводы, хотя это крайне необходимо для разработки мероприятий по стабилизации гумусного состояния орошаемых почв.

Целью настоящей работы было изучение влияния качественного состава солей на состояние органического вещества чернозема.

Методика

Объектом исследования служил обыкновенный легкосуглинистый малогумусный чернозем Саратовской области. Методика проведения модельного опыта заключалась в следующем. Образец почвы из пахотного горизонта просеивали через набор сит и отбирали фракцию размером 1—5 мм. Навески почвы массой 400 г помещали в стеклянный фильтр и вносили соли из расчета 70 мг·экв на 100 г (табл. 1). Почву, в которую добавлены соли, компостировали в течение 7 дней при комнатной температуре и влажности, равной 70 % полной влагоемкости, затем промывали 500 мл дистиллированной воды для удаления продуктов обменных реакций и вновь вносили соответствующее количество солей. Эту операцию проделывали трижды, после чего почву помещали в полиэтиленовые сосуды, на дне которых находился слой отмытого в 10 % HCl стекла, и компостировали 18 мес при влажности 70 % общей влагоемкости. По истечении этого срока почву извлекали из сосудов и высушивали при комнатной температуре.

Опыт был проведен в 3-кратной повторности. В полученных образцах pH определяли на иономере ЭВ-74 при соотношении почва:рас-

твор — 1:2,5, состав водной вытяжки — при соотношении почва:раствор — 1:5, емкость поглощения и состав обменных катионов — по методу Пфелфера в модификации В. А. Молодцова и Т. И. Игнатьевой [8], содержание общего и водорастворимого гумуса — по методу, описанному в работе [1], подвижного гумуса — в работе [2], групповой и фракционный состав гумуса — по схеме В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [10], общее содержание углеводов — согласно рекомендациям, приведенным в [10]. Перед определением содержания и состава гумуса из общего образца почвы отбирали средний образец массой 100 г и подвергали диализу для удаления легкорастворимых солей и в первую очередь хлора. Дополнительно для его удаления почву обрабатывали в центрифужных стаканах при 3 тыс. об/мин 70 % спиртом-ректификатом.

Результаты

В результате взаимодействия чернозема с водорастворимыми солями свойства его заметно изменились. Исходная почва была незасоленной, а среди ионов преобладали кальций, хлор и сульфаты. При компостировании почвы с гипсом

Таблица 1

Состав солей, используемых в модельном опыте (мг·кв)

Вариант опыта (тип засоления)	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^+	Mg^{2+}	Na^+	Сумма ионов
1 — без засоления (контроль)	—	—	—	—	—	—	—
2 — гипс	—	35	—	35	—	—	70
3 — содово-сульфатный	20	10	5	10	5	20	70
4 — хлоридно-сульфатный	5	20	10	10	5	20	70
5 — хлоридный	5	5	25	10	5	20	70

количество сухого остатка возросло до 0,38 %, при этом резко снизилась общая щелочность за счет внесения гипса. Почва классифицируется как слабозасоленная. В 3—5-м вариантах опыта установлены следующие типы засоления: содово-сульфатный с сухим остатком 0,75 % [3], хлоридно-сульфатный — 0,65 [4] и хлоридный с сухим остатком 0,773 % [5]. Почва во всех трех вариантах стала сильнозасоленной, что, в свою очередь, отразилось на составе почвенно-поглощающего комплекса (табл. 2).

Таблица 2

Изменение физико-химических свойств обыкновенного чернозема при засолении

Вариант опыта	рН	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Емкость обмена, мг-экв на 100 г
		% к емкости обмена			
1	7,21	82,7	14,6	2,7	27,1
2	7,25	90,8	8,3	0,9	27,3
3	8,45	60,4	14,8	24,8	30,8
4	7,62	67,3	15,4	17,3	28,6
5	7,54	73,8	13,5	12,7	28,0

Особенно заметно изменились физико-химические свойства почвы при содово-сульфатном засолении. В составе обменных катионов доля натрия резко возросла (с 2,7 до 24,8 % к емкости обмена), а обменного кальция — снизилась (с 82,7 до 60,4 %). Одновременно изменились емкость обмена и реакция среды (табл. 2). Аналогичные изменения, правда, менее выраженные, наблюдались при хлоридно-сульфатном и хлоридном засолении. В варианте с гипсом наиболее существенно изменилось содержание обменного кальция, натрия и магния (табл. 2).

Легкорастворимые соли оказали влияние и на содержание гумуса в почве (табл. 3). Самым высоким

оно было в контроле (4,79 %) и в варианте с гипсом (4,71 %). В остальных вариантах содержание общего гумуса составило 4,46—4,61 %. Внедрение иона натрия в почвенно-поглощающий комплекс вызывает диспергирование органического вещества, которое становится легкодоступным микроорганизмам и при благоприятной влажности активно подвергается минерализации [7]. В контроле и в варианте с гипсом органическое вещество более прочно связано с минеральной частью почвы и поэтому в значительно меньшей степени доступно микроорганизмам.

Таблица 3

Изменение содержания компонентов органического вещества почвы при засолении (% к массе почвы)

Вариант опыта	Гумус			Углероды
	общий	подвижный	водорастворимый	
1	4,79±0,11	0,16±0,02	Сл.	0,42
2	4,71±0,13	0,08±0,01	Нет	0,44
3	4,46±0,11	0,64±0,06	0,36	0,21
4	4,57±0,10	0,47±0,06	0,15	0,28
5	4,61±0,10	0,31±0,05	0,10	0,27

О диспергировании органического вещества легкорастворимыми солями при засолении почвы свидетельствуют данные о содержании подвижного и водорастворимого гумуса. В контроле и в варианте с гипсом водорастворимый гумус практически отсутствовал, а содержание подвижного гумуса составляло соответственно 0,16 и 0,08 %. Больше всего водорастворимого гумуса обнаружено в варианте с содово-сульфатным засолением (0,36 %, или 8 % общего гумуса почвы), в котором содержание обменного натрия было самым высоким.

При хлоридно-сульфатном и хло-

ридном засолении степень осолонцевания почвы, а также содержание подвижного и водорастворимого гумуса были меньше, чем при содово-сульфатном засолении. Различия по содержанию данных компонентов органического вещества по сравнению с таковым в 1-м и 2-м вариантах оказались довольно значительными. Это прежде всего относится к содержанию подвижного гумуса, которое было в 2—3 раза выше.

Содержание углеводов во всех вариантах опыта оказалось невысоким, что скорее всего обусловлено утилизацией их микроорганизмами, для которых углеводы выступают в качестве одного из основных источников питания [5]. Их содержание в почве в основном коррелирует с уровнем подвижного и водорастворимого гумуса.

Заметно изменился и качественный состав гумуса чернозема, особенно при содово-сульфатном засолении (табл. 4). В этом варианте относительное содержание гуминовых кислот уменьшилось всего на 2 %, в то же время весьма значительно (с 16,6 до 25,5 %) возросло содержание фракций фульвокислот. В связи с этим отношение $C_{гк}:C_{фк}$ снизилось с 2,71 до 1,69, что ука-

зывает на ясно выраженный процесс фульватизации гумуса чернозема. Не менее существенно изменился и фракционный состав гумуса. В первую очередь следует отметить резко возросшую подвижность гумусовых веществ. Если в контроле относительное содержание гумусовых веществ, переходящих в 0,1 н. NaOH вытяжку, составляло 5 %, то под влиянием засоления оно возросло до 22 %. При этом содержание фульвокислот увеличилось на 6,5 %, а гуминовых — на 10,5 %. Таким образом, содержание подвижной фракции гумусовых кислот в почве возрастает большей частью за счет гуминовых. Изменения содержания остальных фракций фульвокислот менее существенны. Фракции гуминовых кислот подвержены более заметной трансформации. Это прежде всего относится к фракции, связанной с кальцием, содержание которой по сравнению с контролем снизилось на 9 %. Количество гуминовых кислот, прочно связанных с глинистыми минералами, уменьшилось на 3 %.

О наличии процесса разрушения органо-минеральных комплексов в условиях засоления можно судить по увеличению (с 1,8 до 4,6 %) ука-

Таблица 4
Изменение группового и фракционного состава гумуса при засолении почвы (% к $C_{общ}$)

Вариант опыта	$C_{общ}$, %	Фракции ГК				Фракции ФК					Негидролизуемый остаток	$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$
		1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма		
1	2,78	2,2	36,7	6,1	45,0	1,8	2,9	9,7	2,2	16,6	38,4	2,71
2	2,73	Нет	41,2	4,0	45,2	1,5	1,1	7,3	3,5	13,4	41,4	3,37
3	2,59	12,7	27,4	3,1	43,2	4,6	9,4	7,9	3,6	25,5	31,3	1,69
4	2,65	7,5	30,2	4,9	42,6	3,0	6,0	8,3	3,0	17,3	37,1	2,46
5	2,67	6,7	31,5	4,9	32,1	3,0	2,6	9,0	2,6	17,2	39,7	2,51

содержания органических веществ, переходящих в сернокислую вытяжку при декальцинировании почвы, и уменьшению негидролизующего остатка. Содержание гумусовых веществ, прочно связанных с минеральной частью почвы, было на 7 % ниже, чем в контроле.

Совершенно иной характер изменения группового и фракционного состава гумуса наблюдался в варианте с гипсом. Содержание гуминовых кислот по сравнению с контролем увеличилось незначительно, а фульвокислот снизилось с 16,6 до 13,4 %, что привело к увеличению отношения $C_{гк}:C_{фк}$ с 2,71 до 3,37. В этом варианте свободные гуминовые кислоты отсутствовали, а содержание органических веществ, переходящих в 0,1 н. NaOH вытяжку, было самым низким. При внесении гипса содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием, возросло на 4,5 %, в то же время несколько снизилось содержание гуминовых кислот, прочно связанных с минеральной частью почвы. Изменения фракционного состава фульвокислот были слабо выражены и проявлялись в некотором снижении относительного содержания 1-й и 2-й фракций.

При хлоридно-сульфатном засолении содержание гуминовых кислот уменьшилось с 45 до 42,6 %, а содержание фульвокислот несколько возросло, в результате отношение $C_{гк}:C_{фк}$ снизилось с 2,71 до 2,46. Наряду с этим повысилась степень диспергируемости органического вещества, о чем можно судить по увеличению выхода свободных гумусовых веществ. Относительное содержание гуминовых кислот возросло на 5,3 %, а фульвокислот — на 3,1 %. В группе гуминовых кислот наряду с увеличением доли их подвижной фракции уменьшилось относительное содержание гуминовых кислот, связанных с

кальцием. По содержанию негидролизующего остатка и веществ декальцината контроль и вариант с хлоридно-сульфатным засолением различались незначительно.

Направленность трансформации группового и фракционного состава гумуса в варианте с хлоридным засолением в целом была такой же, что и при содово-сульфатном и хлоридно-сульфатном засолении, и в первую очередь характеризовалась фульватизацией гумуса. В целом состав гумуса при хлоридном засолении был аналогичен таковому при хлоридно-сульфатном засолении.

Таким образом, при взаимодействии почвы с гипсом создаются благоприятные условия для закрепления подвижных гумусовых веществ, что очень важно в условиях орошения. С другой стороны, гуминовые кислоты становятся менее доступны микроорганизмам, что предотвращает возможность их минерализации.

При взаимодействии чернозема с легкорастворимыми солями, наблюдаемом при вторичном засолении, органическое вещество может существенно трансформироваться: резко повышается его дисперсность, снижается содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием, ослабляется прочность связи гумусовых веществ с минеральной частью почвы, происходит фульватизация гумуса. Повышенная растворимость органического вещества, слабое закрепление в почве способствуют минерализации его микроорганизмами и миграции по профилю. И в том, и в другом случае почвы будут обедняться гумусом.

Выводы

1. Компостирование чернозема при добавлении легкорастворимых солей привело к его засолению и осолонцеванию. При этом увели-

чилась подвижность органического вещества и снизилось содержание углеводов, ухудшился качественный состав гумуса, в котором меньшую долю стали занимать гуминовые кислоты, связанные с кальцием. Наиболее значительная трансформация органического вещества наблюдалась при содово-сульфатном засолении.

2. Внесение гипса способствовало насыщению почвенно-поглощающего комплекса чернозема кальцием и улучшению качественного состава гумуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв.— М.: Изд-во МГУ, 1970.— 2. Егоров М. А. Определение подвижного органического вещества.— Зап. Харьковского СХИ, 1938, т. 1, вып. 2, с. 3—38.— 3. Кизяков Ю. Е. Изменение почв сухих степей Украинской ССР при длительном воздействии мелиораций.— Автореф. докт. дис. М., 1985.— 4. Кирюшин В. И., Лебедева И. Н. Влияние засоления и солонцеватости черноземных почв Казахстана на состав

гумуса и некоторые свойства гуминовых кислот.— Почвоведение, 1975, № 4, с. 38—49.— 5. Личко Р. П., Степутина В. И. Биологическая активность и содержание углеводов в орошаемых почвах.— Почвоведение, 1984, № 7, с. 74—80.— 6. Мамонтов В. Г. Особенности почвообразовательных процессов и плодородие черноземов и каштановых почв при орошении.— М.: ВНИИТЭАгропром, 1990.— 7. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия.— М.: Наука, 1972.— 8. Молодцов В. А., Игнатова Т. И. Об определении состава обменных оснований в засоленных почвах.— Почвоведение, 1975, № 6, с. 111—115.— 9. Муха В. Д., Васильева Л. И., Куцыкович М. Б., Муса К. Ф. О малонатриевой солонцеватости почв.— Почвоведение, 1984, № 2, с. 77—81.— 10. Орлов Д. С., Гришина Л. А. Практикум по химии гумуса.— М.: Изд-во МГУ, 1981.— 11. Панов Н. П., Мамонтов В. Г. Состав гумуса темнокаштановых почв юга Украины при орошении минерализованными водами.— Докл. ВАСХНИЛ, 1986, № 6, с. 10—12.— 12. Попова Т. В. Влияние слабоминерализованных оросительных вод на гумусное состояние южного чернозема.— Автореф. канд. дис. М., 1986.

Статья поступила 3 января 1992 г.

SUMMARY

The effect of chemical aspect in salts on the condition of organic matter of common chernozem was studied. It has been found that soil composting with addition of freely soluble salts causes dispersion of organic matter and utilizing it by microflora, the qualitative composition of humus getting lower, especially in case of sodium carbonate-sulfate salination. When gypsum is applied into the soil, the amount of humic acids bound to calcium increases.