

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И АМФИФИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВАХ БОРОВСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ПОСТИРРИГАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

После почти 15-летнего прекращения орошения на Боровской ОС вследствие масштабного засоления почв в постирригационный период на относительных повышениях произошло рассоление верхней 40-сантиметровой толщи, а в мезо- и микропонижениях формируются солонцы корковые. При сравнительно благоприятных физических и физико-химических свойствах в составе гумуса лугово-черноземных почв наблюдается заметное увеличение доли гидрофобных компонентов при относительной гидрофилизации и общем снижении содержания гумуса в корковых солонцах.

Ключевые слова: почва, мелиорация, микрорельеф.

Введение

Степные почвы являются динамичными системами, быстро реагирующими на интенсивные внешние воздействия в виде орошения, применения агротехнологий и пр. При орошении водами различного качества, при сложных гидрогеологических условиях происходят взаимосвязанные процессы засоления, осолонцевания, слитизации, физической деградации почвенной структуры и др. [1]. Значительно меньше данных и теоретических обобщений о путях эволюции степных почв после того, как они выводятся из орошения, – в постирригационный период. В различных экологических, геоморфологических, мелиоративных, геохимических условиях постирригационная эволюция растительного и почвенного покрова может складываться различно. Нередко почвы проградируют в свои зональные аналоги с остаточными признаками гидрогалогенного этапа, но в ряде случаев отмечается еще более глубокая химическая деградация почвенного покрова уже в постирригационный период, когда после прекращения интенсивного орошения почвенно-экологические условия складываются таким образом, что в почвенном покрове наиболее ярко начинают проявляться засоленные и осолонцованные почвы. Эта проблема, – изменения почвенно-экологических условий в постирригационный период, – чрезвычайно важна для оценки эволюции степных биогенозов, развития экологических процессов после использования территории в орошаемом земледелии и в целом для оценки и прогноза состояния экологических условий после интенсивной антропогенной нагрузки.

В постирригационный период существенно изменяются не только химические свойства почв вследствие идущих процессов рассоления, но и физические, и такие специфические свойства почвенного органического вещества, как соотношение амфифильных, т.е. гидрофобных и гидрофильных, компонентов. Проблема изменения гумусового состояния степных почв в результате процессов вторичного засоления и последующего рассоления является в настоящее время одной из актуальных проблем эволюционного почвоведения. Многие степные районы, интенсивно орошавшиеся в середине прошлого века, в настоящее время, в постирригационный период, эволюционируют различными путями, что сказывается на составе органического вещества почв. Экспериментальных данных такого рода исследований мало встречается в литературе. Имеются лишь указания на то, что при увеличении гидроморфизма, проявлении элементов промывного режима в составе органического вещества почвы начинают преобладать гидрофильные компоненты. В свою очередь, эти процессы могут сказываться на составе почвенной биоты и на таких свойствах почвы, как ее структурный состав, водоустойчивость агрегатов, и даже на микроагрегатном составе [2].

В связи с этим целью работы явилось исследование содержания амфифильных компонентов органического вещества почв (лугово-черноземной глубокозасоленной и коркового солонца), сформировавшихся в результате естественного постирригационного рассоления. Задачами исследования явились: (1) изучение физических, физико-химических свойств солон-

цов и лугово-черноземных почв в различных условиях мезорельефа на современной стадии постирригационной эволюции экологических условий Боровской ОС; (2) исследование экологии гумусообразования солонцов и лугово-черноземных почв на основании изучения амфифильных (гидрофильных и гидрофобных) свойств почвенного органического вещества.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на территории Боровской оросительной системы (Оренбургская обл.), которая орошалась с 1934 года. В конце 90-х годов орошение на большей части территории было прекращено. Основная причина заключалась в прогрессивном засолении и осолонцевании почв. С целью получения информации о современном состоянии засоленных в процессе орошения почв и для исследования послеросительной их эволюции в 2003 году на приводораздельной части террасы р. Боровки были заложены два экспериментальных участка. Почвенными разрезами были вскрыты солонец корковый и лугово-черноземная почва, расположенные рядом (в 20-ти метрах) друг от друга и отличающиеся отметками высот: лугово-черноземная почва располагалась на относительном повышении рельефа в 0,82 м. По морфологическому описанию структура коркового солонца характеризуется большей плотностью, слитостью, липкостью. По мощности надсолонцового горизонта его можно отнести к виду коркового солонца. Для лугово-черноземной почвы характерны меньшая слитость и более глубокое прокрашивание гумусом. Оба объекта вскипают от 10% HCl приблизительно с одинаковой глубины (15 см).

Хроматография гидрофобного взаимодействия выявила однотипный фракционный состав гумусовых веществ (ГВ). Во всех проанализированных почвах ГВ представлены идентичными по амфифильным свойствам фракциями. Это согласуется с литературными данными (Милановский Е.Ю., 2009), где подтверждается, что процесс гумификации, независимо от факторов почвообразования и типа почв, имеет одно направление и состоит в отборе и накоплении термодинамически устойчивых продуктов трансформации органического материала. Как было предложено автором [2], в пределах каждой хроматограммы выделено пять фрак-

ций, различающихся по степени связывания с гидрофобной матрицей геля. Их можно охарактеризовать следующим образом: 1-я – выходящая с потоком стартового буфера (ТРИС-HCl буфер), самая гидрофильная фракция, практически не удерживаемая матрицей геля, 2-я – фракция, выделяемая при постепенном снижении концентрации сульфата аммония, 3-я – фракция, элюируемая чистым ТРИС-HCl буфером, 4-я – фракция, выделяемая при градиентном добавлении к буферу поверхностно-активного вещества (SDS), гидрофобная и 5-я – фракция, вымываемая щелочным раствором ЭДТА, самая гидрофобная фракция почвенного органического вещества [3].

Из-за разного количества органического вещества в изучаемых объектах (а соответственно и получаемой при экстракции концентрации) сложно сопоставить полученные для разных объектов значения. Важным представляется не абсолютное значение оптической плотности, а соотношение между высотами фракций. В связи с этим для того, чтобы количественно описать различие в соотношении фракций амфифильных компонентов гумусовых веществ, взято частное от деления высоты пика каждой фракции на высоту пика 4-й гидрофобной фракции. Пик 4-й фракции выбран делителем, поскольку он хорошо выражен во всех исследуемых образцах и именно с этим пиком можно связать гидрофобные свойства органического вещества почв. Таким образом, соотношение фракций 1:4, 2:4, 3:4 и 5:4 выбраны показателями для количественного изучения, а показателем гидрофобности/гидрофильности ГВ можно считать соотношение 1:4, – чем выше соотношение фракций 1:4, тем более гидрофилен гумус, чем меньше – тем больше в нем гидрофобных компонентов.

Результаты и обсуждение

Результаты изучения основных физических и физико-химических свойств изучаемых почв представлены в таблице 1. Из морфологического описания профилей почв следует, что структура коркового солонца характеризуется большей плотностью, слитостью. Для лугово-черноземной глубоко засоленной почвы характерны меньшая плотность, слитость и относительно высокие показатели водопроницаемости – важного свойства орошаемых почв.

Это, безусловно, находит свое отражение в результатах полученных анализов. Плотность лугово-черноземной почвы в гумусовом горизонте (0–55 см) составляет от 1,0 до 1,15 г/м³. Эта величина меньше, чем измеренная в 1934 г. до начала орошения (в те годы она достигала значений 1,3 г/м³). В солонце корковом этот показатель равен в среднем по профилю более 1,5 г/м³. Это величина намного выше оптимальной, которая не превышает 1,3 г/м³. Разница в величине коэффициента впитывания для этих вариантов весьма значительна. Если в корковом солонце по всему профилю коэффициент впитывания имеет очень низкие значения (0,1–0,3 мм/мин.), то на поверхности лугово-черноземной почвы эта величина составляет 4,5 мм/мин., ниже по профилю составляет в среднем 2–4 мм/мин., а в слое 60–65 см дости-

гает значения 5,8 мм/мин. Водоустойчивость макроагрегатов по результатам мокрого просеивания (табл. 1) указывает на полное отсутствие водопрочности в корковом солонце и небольшую водопрочность оставшихся агрегатов диаметром 1–2 мм в лугово-черноземной почве.

Для последней характерно повышенное содержание крупных агрегатов в поверхностном (0–5 см) слое [4]. Весьма характерными являются величины рН (табл. 2) в исследованных почвах. Поверхностные горизонты лугово-черноземных почв, расположенных на микро- и мезоповышениях, заметно снизили рН, приближаясь к нейтральной. Напротив, величина рН солонца коркового, приуроченного к понижению, резко возросла, достигнув величин, близких к 10,0. Столь значительные изменения рН также указывают на характерную локальную постиррига-

Таблица 1. Некоторые водно-физические, физико-химические свойства солонца коркового и лугово-черноземной глубокозасоленной почвы

Глубина отбора образцов, см	Плотность, г/см ³	Влажность при определении плотности, %	Водопроницаемость, мм/мин.	Содержание фракции <0,25 мм при мокром просеивании, %	рН	Электропроводность, мСм/см	Степень засоления
1	2	3	4	5			7
Солонец корковый							
0-5	1,51	25,10	0,1	69,5	8,8	6,5	Средняя
10-15	1,46	20,60	0,2	60,1	9,7	6,7	Сильная
20-25	1,48	26,32	0,2	91,8	9,7	7,42	Очень сильная
30-35	1,57	18,03	0,1	99,6	9,8	4,6	Очень сильная
40-45	1,51	19,22	0,1	98,9	10,2	5,2	Сильная
60-65	1,54	20,72	0,3	98,9	10,5	5,5	Сильная
80-85	1,68	17,17	0,5	89,8	10,5	8,55	Сильная
Лугово-черноземная почва							
0-5	1,11	39,24	4,5	30,4	6,8	1,45	Незасоленные
10-15	1,06	37,83	3,2	48,8	7,7	1,1	Незасоленные
20-25	1,00	32,10	3,5	34,1	7,8	2,5	Незасоленные
30-35	1,08	29,80	2,1	35,1	8,3	2,45	Незасоленные
40-45	1,15	28,90	4,4	44,1	8,3	2,0	Слабая
60-65	1,36	23,50	5,8	58,2	9,1	1,45	Слабая
80-85	1,60	21,70	3,4	67,7	9,0	2,55	Слабая

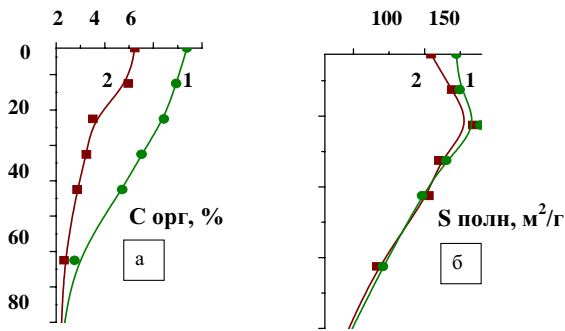


Рисунок 1. Изменение содержания органического углерода (а) и величина удельной площади поверхности (б) по профилю солонца коркового (2) и лугово-черноземной почвы (1)

Таблица 2. Соотношение оптических плотностей хроматографических фракций в солонце корковом и лугово-черноземной почве

Глубина, см	Соотношение фракций			
	1:4	2:4	3:4	5:4
Солонец корковый				
0-5	0,8	0,2	0,6	0,4
10-15	2,1	0,7	1,9	1,0
20-25	1,4	0,3	0,4	0,7
30-35	1,3	0,4	0,4	1,0
40-45	1,7	0,7	0,3	1,7
60-65	1,0	0,7	0,3	1,0
Лугово-черноземная почва				
0-5	0,7	0,2	0,5	0,2
10-15	0,8	0,2	0,6	0,3
20-25	0,9	0,4	0,6	0,9
30-35	0,9	0,2	0,3	0,7
40-45	0,6	0,3	0,0	0,6
60-65	1,0	0,3	0,0	1,0

ционную эволюцию экологических условий и почвенного покрова, связанных с перераспределением осадков, растительности и уровня грунтовых и поверхностных вод в характерном микрорельефе ОС.

Содержание углерода органического вещества (рис. 1, а) в лугово-черноземной почве в два раза выше, нежели в солонце корковом, хотя распределение гумуса в обоих профилях можно охарактеризовать как аккумулятивно-прогрессивное. Сравнивая полученные данные с результатами содержания гумуса, полученными в 1934 г. и в 1984 г., можно сделать вывод, что гумусное состояние почв данной территории ухудшилось весьма существенно.

Величины полной удельной площади поверхности (рис. 1, б) у обоих вариантов близки, только в верхних 20 см ее значение у лугово-

черноземной почвы несколько выше (160 м²/г), чем у коркового солонца (150 м²/г).

По профилю солонца коркового 4-я гидрофобная фракция заметно меньше гидрофильной (табл. 2). Частное от деления величин пиков оптических плотностей составляет 1,3–2,1. Напротив, в лугово-черноземной почве отношение 1:4 однозначно указывает на увеличение гидрофобности гумуса этих почв, что, как известно, является показателем благоприятного процесса, так как он способствует развитию формирования устойчивой агрегатной структуры. По величине оптической плотности в лугово-черноземной почве хорошо выражена третья фракция (отношение 3:4 равно 0,5–0,6), что также указывает на уменьшение подвижности гумусовых веществ, их относительную гидрофобизацию.

Таким образом, исследование экологии гумусообразования солонцов и лугово-черноземных почв на основании изучения амфифильных (гидрофильных и гидрофобных) свойств почвенного органического вещества показало заметное увеличение доли гидрофобных компонентов в составе гумуса лугово-черноземных почв при относительной гидрофилизации и общем снижении содержания гумуса в корковых солонцах.

Выводы

1. В постирригационный период на относительных повышениях произошло рассоление верхней 40-сантиметровой толщи, снизился рН (в среднем от 8,0 до 6,8), а в мезо- и микропонижениях процесс засоления и осолонцевания продолжал нарастать, что привело к формированию солонцов корковых с рН около 10 и к повышению электропроводности почв в слое 80–85 см до 8,55 мСм/см.

2. Физические, физико-химические свойства солонцов корковых и лугово-черноземных почв на современной стадии постирригационной эволюции экологических условий Боровской ОС заметно отличаются: при сравнительно благоприятных водопроницаемости, плотности, водоустойчивости структуры лугово-черноземных почв солонцы корковые плохо водопроницаемы, имеют неустойчивую макроструктуру и повышенную плотность.

3. Исследование экологии гумусообразования солонцов и лугово-черноземных почв на основании изучения амфифильных свойств органического вещества показало заметное уве-

личение доли гидрофобных компонентов в составе гумуса лугово-черноземных почв при от-

носительной гидрофилизации и общем снижении содержания гумуса в корковых солонцах.

14.03.2011

Список литературы:

1. Айдаров И.П. Перспективы развития комплексных мелиораций в России. М.: МГУП, 2004. 138 с.
2. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М.: ГЕОС, 2009. 186 с.
3. Русанов А.М., Милановский Е.Ю., Шейн Е.В., Засыпкина Д.И., Демченко Э.В. Антропогенная эволюция почв Боровской оросительной системы // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2005. - №1. - С. 170-173.
4. Теории и методы физики почв. Колл. монография. Под ред. Е.В. Шейна, Л.О. Карпачевского. М.: «Гриф и К», 2007. 616 с.

Сведения об авторах:

Шейн Евгений Викторович, заведующий кафедрой физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, доктор биологических наук, профессор

Русанов Александр Михайлович, заведующий кафедрой общей биологии, декан химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

Демченко Элеонора Викторовна преподаватель кафедры общей биологии химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета

460018, Оренбург, пр-т. Победы 13, корп. 16, раб. тел. (3532)372480, e-mail: fns@mail.osu.ru

UDC 631.48

Shein E.V., Rusanov A.M., Demchenko E.V.

PHYSICAL PROPERTIES AND AMPHIPHILIC COMPONENTS OF ORGANIC MATTER IN SOILS OF THE BOROVS K IRRIGATION SYSTEM DURING THE POST IRRIGATION PERIOD

After nearly 15 years of irrigation cessation on Borovsk irrigation system due to scaled soil salinization during the post irrigation period desalinization of the upper 40-centimeter soil occurred on relatively elevated areas while cortical solonets were formed in the meso- and micro depressions. When physical and physicochemical properties of humus in the meadow-chernozem soils are relatively favorable a noticeable increase in the proportion of hydrophobic components is observed with relative hydrophilization and general decline of humus content in the cortical solonetz.

Key words: soil, drainage, micro relief.