

Т. И. ЛЕВКИНА

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ КИСЛОТНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

В анаэробных условиях избыточно увлажненных торфяных почв замедлены биохимические процессы по разложению растительных остатков. В связи с этим здесь образуются и могут накапливаться органические кислоты, являющиеся промежуточными продуктами разложения.

И. В. Тюрин (1) считает, что в болотных почвах при разложении целлюлозы, сахара и белков, особенно при кислой реакции, происходит обильное накопление муравьиной, уксусной, масляной, молочной, щавелевой и других кислот. На их образование при анаэробных условиях разложения органического вещества указывает ряд авторов (2, 3, 5, 6).

Для некоторого изучения характера кислот, переходящих в водную вытяжку и в наибольшей степени сказывающихся на подкислении почвенного раствора, мы сделали пересчет показаний рН водной вытяжки на концентрацию водородных ионов, вычислив таким образом условную степень диссоциации ее кислот. Являясь условным, сравнительным показателем, она все же позволяет судить о характере кислот торфяной почвы.

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что условная степень диссоциации кислот водной вытяжки близка к константам диссоциации низкомолекулярных органических кислот, которые равны:

у лимонной кислоты — $K_{11} = 8,4 \cdot 10^{-4}$; $K_2 = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $K_3 = 4 \cdot 10^{-6}$;
у масляной кислоты — $1,515 \cdot 10^{-5}$; у молочной кислоты — $1,37 \cdot 10^{-4}$;
у муравьиной кислоты — $1,77 \cdot 10^{-4}$; у уксусной кислоты $K = 1,75 \cdot 10^{-5}$;
у щавелевой кислоты — $K_1 = 5,9 \cdot 10^{-2}$, $K_2 = 6,4 \cdot 10^{-5}$.

Характер кривой электрометрического титрования также говорит о наличии в водной вытяжке низкомолекулярных кислот.

Таким образом, приняв, что на создание кислотности торфяных почв значительное влияние оказывают низкомолекулярные органические кислоты, небезынтересно выявить их влияние на развитие растений. С этой целью были проведены опыты с ячменем: лабораторный с сортом Винер и вегетационный с сортом Майя.

Испытывавшиеся кислоты добавлялись к слабокислому (рН в КС1 — вытяжке — 5,27) низинному торфу в количествах, эквивалентных серной кислоте, подкисляющему торфяную почву до рН в КС1 — вытяжке — 2,5.

В лабораторном опыте гуминовая кислота испытывалась в форме чистого отдиализированного препарата, полученного из торфа. Для вегетационного опыта она была получена из хорошо разложившегося сосново-пушицевого торфа, который, согласно данным анализа органи-

Таблица 1

Активная кислотность торфяной почвы и условная степень диссоциации составляющих ее кислот

№ п/п	Наименование почвы	Горизонт (см)	Активная кислотность м/экв на 1 л водной вытяжки	pH водной вытяжки	Активность водородных ионов	Условная степень диссоциации
1	Торфяно-болотная со сфагново-травяным и сфагново-древесным торфом (6-го „Угольное“, Прионежский район)	2—20	1,77	4,05	$0,899 \cdot 10^{-4}$	$5,00 \cdot 10^{-5}$
2	„	20—40	1,35	4,75	$0,178 \cdot 10^{-5}$	$1,32 \cdot 10^{-5}$
3	„	40—60	0,56	5,03	$0,933 \cdot 10^{-5}$	$1,67 \cdot 10^{-6}$

ческого вещества, содержит 30,05% битумов, 51,03% гуминовых кислот, 10,42% фульвокислот и 9,27% гемицеллюлозы и целлюлозы. Мы экстрагировали битумы и таким образом в опыте были испытаны гуминовые кислоты без отщепления от них фульвокислот и удаления углеводов. Их содержание учитывалось лишь при пересчете.

В опытах испытывались серная, щавелевая, муравьиная, уксусная, гуминовая кислоты. Кроме того, испытывались в лабораторном опыте молочная и бензойная, а в вегетационном масляная кислота. Как фон во все варианты добавлялось минеральное удобрение (NPK). Все кислоты были внесены в почву за двое суток до посева.

Как показывают данные (табл. 2), в лабораторном опыте наиболее сильное токсическое действие оказали муравьиная, уксусная и бензойная кислоты, по которым не появилось даже всходов ячменя. Были сильно угнетены и стали быстро засыхать растения в чашках, куда добавлялась серная кислота. Значительное отрицательное действие оказала также щавелевая кислота, небольшое — лимонная и молочная. Гуминовая кислота оказала даже небольшое положительное влияние.

Интересно отметить, что токсическое действие низкомолекулярных органических кислот было связано не только с подкисляющей способностью испытывавшихся кислот, но и дополнительным отрицательным действием их анионной части. Так, в момент закладки опыта в чашках с щавелевой кислотой установился pH 2,89, а с серной кислотой даже 2,58, что однако не привело к полной гибели растений, тогда как в чашках с муравьиной, уксусной и бензойной кислотами, не создавшими такой высокой кислотности торфа (pH 3,53—4,07), растения даже не дали всходов.

Представляет интерес значительное изменение pH за время опыта (увеличение) во всех чашках, куда добавлялись органические кислоты. Так, в чашках, в которые была добавлена щавелевая кислота, значение pH увеличилось более чем на 1,5 единицы (с 2,89 до 4,48), в чашках с добавлением муравьиной кислоты — почти на единицу (с 3,53 до 4,46). На это потребовалось около месяца.

Небольшие сдвиги pH в чашках, в которые были внесены молочная и лимонная кислоты, объясняются, очевидно, тем, что к моменту опре-

Таблица 2

Данные лабораторного и вегетационного опытов по выявлению токсичности различных органических кислот

Варианты	Лабораторный опыт				Вегетационный опыт				
	рН в КСl				рН в КСl				
	перед посевом	во время уборки	ср. вес сухой массы	% от вар. № 1	при посеве	при уборке	ср. вес сух. массы	ср. вес зерна	вес зерна (%)
НРК—фон	4,38	4,36	0,68	100,60	4,38	4,40	124,8	46,3	100,0
По фону:									
Серная кислота	2,58	2,85	0,17	25,0	2,64	3,10	2,4	—	—
Щавелевая	2,89	4,48	0,34	50,0	2,90	4,60	74,3	9,2	26,4
Молочная	4,23	4,28	0,48	70,6	—	—	—	—	—
Муравьиная	3,53	4,46	нет всходов		3,53	4,37	нет всходов		
Лимонная	4,42	4,40	0,60	88,24	4,11	4,56	69,7	24,4	52,7
Уксусная	4,07	4,47	нет всходов		4,13	4,78	нет всходов		
Бензойная	3,74	3,83	нет всходов		—	—	—	—	—
Масляная	—	—	—	—	4,06	4,50	нет всходов		
Гуминовая	3,64	3,73	0,74	108,8	3,69	4,13	124,5	47,1	101,7

деления кислотности их значительная часть была уже разрушена, что и обусловило довольно высокий начальный рН торфа с внесением этих кислот.

Результаты вегетационного опыта в основном подтвердили данные лабораторного. Здесь несколько более угнетающее действие оказали серная, щавелевая и лимонная кислоты. Это отчасти объясняется большей продолжительностью вегетационного опыта в сравнении с лабораторным (3,5 месяца против 3 недель), а главным образом, видимо, тем, что в вегетационном опыте высевался более чувствительный к кислотности сорт ячменя (Майя).

Гуминовые кислоты, взятые здесь, как уже указывалось выше, без разрушения их комплекса с фульвокислотами, вели себя аналогично чистому отдиализированному препарату гуминовой кислоты, т. е. не оказали вредного действия на растения и даже несколько стимулировали их рост.

Данные вегетационного опыта также подтвердили резко отрицательное действие муравьиной и уксусной кислот, по которым всходы ячменя даже не появились.

Подтвердился и сделанный ранее вывод (на основании лабораторного опыта) о различной токсичности анионной части органических кислот, поскольку их угнетающее действие на растения здесь также не совпадало с подкисляющей способностью. Например, в сосудах с добавлением щавелевой кислоты растения показали значительное развитие и даже плодоносили, хотя она подкисляет почву намного сильнее (рН 2,9), чем муравьиная, уксусная и масляная (рН 3,53—4,13), по которым не появились даже всходы ячменя.

В вегетационном опыте наблюдалось также значительное увеличение (на 1,7 единицы) рН торфа к концу опыта (с рН 2,90 до 4,60), особенно в варианте со щавелевой кислотой.

Это, видимо, объясняется разложением кислот.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ

1. В создании высокой кислотности торфяных почв переходных и верховых болот значительное участие принимают низкомолекулярные органические кислоты.

2. Наибольшее токсическое действие на развитие растений оказывают муравьиная, уксусная, масляная и бензойная, наименьшее — лимонная и молочная кислоты. Гуминовая кислота вообще не показала угнетающего действия на растения, даже несколько стимулировала их рост.

3. Токсичность органических кислот связана не только со степенью их диссоциации, определяющей подкисление раствора, но и влиянием радикала кислоты.

*Институт леса
Карельского филиала
АН СССР*

*Поступила в редакцию
20/VIII 1958*

ЛИТЕРАТУРА

1. Тюрин И. В. Органическое вещество почвы. М.—Л., Сельхозгиз, 1937.
2. Вильямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М., Сельхозгиз, 1949, изд. 6.
3. Шмук А. Н. Динамика режима питательных веществ в почве. М., Пищепромиздат, 1950.
4. Роде А. А. О возможной роли растительности в подзолообразовании. «Почвоведение», 1944, № 4—5.
5. Роде А. А. О свойствах воднорастворимых веществ подстилок. «Почвоведение», 1941, № 3.
6. Лурье Ю. Ю. Расчетные и справочные таблицы для химиков. М., Госхимиздат, 1947.