

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЮМИНИЯ И МАРГАНЦА ПО ФРАКЦИЯМ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

М. В. БАЗИЛИНСКАЯ, И. С. КАУРИЧЕВ

(Кафедра почвоведения и экспериментальная база «Михайловское»)

Образование органо-минеральных производных гумусных веществ, водорастворимых органо-минеральных соединений, их способность к миграции изучается в основном в модельных лабораторных опытах [1, 9, 12, 17, 20, 24], а также при рассмотрении состава лизиметрических вод [3, 13, 15]. И если вопросы миграции, свойства железоорганических соединений довольно полно освещены в литературе, то алюмоорганическим и марганцевоорганическим производным уделено значительно меньшее внимание. При этом в большинстве работ представлены результаты исследований органопроизводных собственно гумусовых веществ [9, 14, 22], а не водорастворимых, хотя именно водорастворимые металлоорганические соединения являются одной из основных форм миграции алюминия и марганца по профилю подзолистых и дерново-подзолистых почв [13, 15, 19, 20, 24].

Способность каждой группы органических веществ образовывать соединения с железом, алюминием и марганцем мало изучена. Мы можем отметить лишь исследования распределения железа, марганца и алюминия во фракциях водорастворимых и собственно гумусовых соединений [6, 10, 18, 22, 23]. Во всех этих соединениях органический компонент может находиться в форме соединений как неспецифической, так и специфической природы, характеризующихся различной молекулярной массой. Нами сделана попытка изучить распределение алюминия и марганца в различных группах водорастворимых органических веществ, извлекаемых из растительности и содержащихся в лизиметрических водах дерново-подзолистых и дерново-глеевых почв.

Методика и объекты исследования

Анализируемые лизиметрические воды откачивали осенью и весной 1979 и 1980 гг. из приемников лизиметров-воронок, заложенных под горизонты A_0/A_1 ; A_2 и A_2B смешанного и хвойного лесов (почва дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая на покровном суглинке), A_d/A_1 заболоченного луга (почва дерново-глеявая среднеподзолистая среднесуглинистая на покровном суглинке) в учхозе «Михайловское». О физико-химических свойствах почв можно судить по данным табл. 1.

Водорастворимые органические вещества получали также путем обработки дистиллированной водой подстилок хвойного и смешанного лесов, хвои ели, опада березы, растительности заболоченного луга, тимофеевки в отношении 1:10 и настаивания в течение 72 ч при комнатной температуре. Характеристика объектов исследования дана в табл. 2.

Лизиметрические воды и экстракты из растительности сгущали в 10—50 раз при 40° под вакуумом, затем водорастворимое органическое вещество разделяли на активированном угле БАУ методом Форсита

[21], а также по молекулярной массе методом гелевой фильтрации на сефадексе G-25 [4]. В каждой фракции определяли количество углерода по Тюрину, содержание ионных и связанных с органическим веществом алюминия и марганца. Разрушение органического вещества производили прокаливанием при 550°, алюминий и марганец снимали 10 % HCl. Содержание марганца определяли формальдегидным методом [7], алюминия — с алюминоном и тиогликолевой кислотой [8]. Кислотные вытяжки доводили до pH 6—7 при определении марганца и до pH 3,5—3,8 при определении алюминия титрованием 4 % KOH на потенциометре pH 121.

Комплексообразующую способность водорастворимых органических веществ изучали методом ионного обмена [16], где источниками ионов алюминия служили растворы алюмокалиевых квасцов (pH 2,62 и 4,02), а марганца — растворы сернокислого марганца (pH 2,26). По 5 г анионита АВ-17 в Cl-форме насыщали органическим веществом в динамических условиях в хроматографических ко-

Т а б л и ц а 1

Содержание гумуса
и физико-химические свойства почв

Горизонт, см	С, %	рН _{соп}	м. экв./100 г	
			Н _г	S
Лес хвойный, дерново-среднеподзолистая почва				
A ₁ , 0—4	3,78	4,36	16,01	21,38
A ₂ , 5—18	0,55	3,76	9,23	2,80
A ₂ B, 19—41	0,21	3,76	7,79	10,00
Лес смешанный, дерново-среднеподзолистая почва				
A ₁ , 0—6	3,39	4,52	5,25	10,50
A ₂ , 7—15	0,45	4,26	4,02	6,40
A ₂ B, 16—26	0,18	3,82	6,74	7,40
Заболоченный луг, дерново-глеевая почва				
A _д A ₁ , 0—16	5,58	5,14	5,42	27,90
A _д , 17—40	5,21	5,94	1,75	25,50

лонках. Концентрация исходного раствора, определяемая по содержанию органического вещества (методом прокаливания) и мо-

лекулярной массе, составляла $1 \cdot 10^{-4}$ М. Об окончании насыщения судили по оптической плотности, определяемой на электрофотокolorиметре ФЭК-56 М, и по выходу углерода. Скорость пропускания 1,5 мл/мин. Непрочно закрепленные водорастворимые органические вещества отмывали два раза 50 мл дистиллированной воды. По разности между пропущенным и вышедшим органическим веществом рассчитывали закрепленное его количество. Затем в колонку вводили растворы алюминий-калийевых квасцов или сернокислого марганца концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ М в количестве, равном поглощенному углероду. Подвижные алюминий и марганец отмывали два раза по 50 мл нейтральным раствором NaCl в концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ М. Связавшиеся в комплекс алюминий и марганец определяли по разности между внесенными в колонку и оставшимися в растворе после пропускания через ионит.

Способность водорастворимых органических веществ образовывать комплексы с алюминием и марганцем сравнивали с комплексообразующей способностью фульвокислот по отношению к этим же ионам. Фульвокислоты выделяли по [11] с зольностью 1,1 % из горизонта A_дA₁ почвы заболоченного луга.

Результаты и их обсуждение

Лизиметрические воды смешанного и хвойного лесов обладают кислой и нейтральной реакцией среды (рН 4,65—6,60), при этом более кислыми являющиеся воды, поступающие из подстилки. Для лизиметрических вод заболоченного луга характерна слабощелочная реакция. У всех водных экстрактов, полученных из растительности, реакция кислая, по ее значению они располагаются в следующий восходящий ряд: луговые травы → тимфеевка → опад березы → подстилка смешанного леса → подстилка хвойного леса → хвоя ели (табл. 2).

Лизиметрические воды из горизонтов A₀A₁ почв смешанного и хвойного лесов были слабо-желтого цвета и содержали 2,1 мг углерода в 100 мл, а полученные из других почвенных горизонтов леса и заболоченного луга — бесцветными с ничтожным содержанием углерода — 0,32—0,87 мг на 100 мл.

Наиболее богаты водорастворимым органическим веществом экстракты из тимфеевки и хвой ели — 421,9 и 362,3 мг углерода в 100 мл, наименее — из луговой растительности — 21,9 мг. Водные вытяжки из опада березы и подстилки хвойного леса обогащены веществами, осаждаемыми серной кислотой, условно относимыми к гуминовым кислотам; на эту фракцию приходится 20,75 и 15,53 % всего углерода. Содержание «гуминовых кислот» в других экстрактах не превышало 4,10 % общего углерода. Экстракты из хвой ели и тимфеевки содержат наибольшее количество фенольных соединений, определяемых по методу Барс — Коган [2].

Содержание ионного алюминия в экстрактах из растительности всего 0,09—0,25 мг, а связанного с органическим веществом — 0,68—4,40 мг на 100 мл. В лизиметрических водах, кроме полученных из горизонта A₀A₁ почвы хвойного леса, почти весь алюминий связан с органическим веществом. Весь марганец в водных экстрактах представлен ионными формами, а в лизиметрических водах он практически отсутствовал.

Характеристика объектов исследования

Объект исследования и горизонт	рН	С	ГК	Фенольные соединения	Al ₂ O ₃	Mп
Экстракты:						
хвои ели	4,20	362,3	14,84	51,4	0,15	0,87
подстилки хвойного леса	4,58	71,1	14,76	17,9	2,14	0,87
опада березы	4,71	67,9	10,55	29,1	0,25	2,07
подстилки смешанного леса	4,65	86,8	2,86	16,6	1,62	2,07
луговой растительности	5,22	21,9	Не опр.	10,81	0,10	3,45
тимофеевки	4,97	421,9	3,75	50,8	0,68	3,50
Лизиметрические воды: смешанного леса (осень)					0,09	2,22
A ₀ /A ₁	5,36	2,1	Не опр.	Не опр.	1,26	2,22
A ₂ B	5,34	0,6	» »	» »	0,11	1,10
хвойного леса (весна)					1,95	1,10
A ₀ /A ₁	4,65	2,1	» »	» »	0,0	0,0
A ₂	6,60	0,3	» »	» »	4,40	0,22
A ₂ /B	6,30	0,4	» »	» »	0,02	0,52
заболоченного луга (осень), A _д /A ₁	6,94	0,5	» »	» »	0,52	—
заболоченного луга (весна), A _д /A ₁	7,12	0,8	» »	» »	0,01	—
					0,38	—
					0,32	0,28
					0,32	0,28
					0,0	—
					0,25	—
					0,0	—
					0,12	—
					0,0	0,0
					0,50	0,16
					0	—
					0,17	—

П р и м е ч а н и е. В числителе — ионные Al₂O₃ и Mп, в знаменателе — общие.

При разделении водорастворимых органических веществ на активированном угле по методу Форсита были получены четыре фракции: первые три — в основном вещества неспецифической природы, четвертая — фульвокислоты [5]. Как видно из табл. 3, водорастворимые органические вещества лизиметрических вод на 65—100 % представлены соединениями неспецифической природы, при этом на долю фульвокислот в водах, вымываемых из горизонта A₀A₁ почвы смешанного леса, приходится ~34 %, а хвойного — только 17 % общего углерода. В то же время из горизонта A₂B смешанного леса поступают лизиметрические воды, полностью лишенные фульвокислот, а воды из этого же почвенного горизонта хвойного леса содержат до 25 % фульвокислот от общего количества органического вещества. Различают лизиметрические воды заболоченного луга осеннего и весеннего сроков: в первых углерод фульвокислот составлял до 34 %, во вторых — только 6 %.

Экстракты из растительности сильно различаются по составу водорастворимых органических веществ. Так, в вытяжках из тимофеевки

Таблица 3

Распределение ионов алюминия по фракциям водорастворимых органических веществ, разделяемых по Форситу

Фракция	C	Al ₂ O ₃	Приходится Al на 1 мг С, мкг
	% от общего		
Лизиметрические воды смешанного леса (осень) A ₀ A ₁			
1	9,05	13,85	194,89
2	28,09	15,58	71,72
3	31,90	48,08	197,39
4	34,28	25,96	991,87
A ₂ B			
1	0	16,58	
2	100,0	72,05	269,49
3	0	17,36	
4	0	13,16	
Лизиметрические воды хвойного леса (весна) A ₀ A ₁			
1	33,20	54,37	132,35
2	33,14	1,25	13,11
3	14,70	7,81	36,27
4	17,16	23,44	105,80
A ₂			
1	0	0	
2	53,12	77,08	1151,36
3	40,54	43,24	564,27
4	0	0	
A ₂ B			
1	2,32	61,66	370,00
2	60,46	12,50	20,00
3	16,74	16,67	150,00
4	25,12	8,33	47,27
Лизиметрические воды заболоченного леса осень, A _д A ₁			
1	0	24,00	
2	0	36,00	
3	69,81	20,00	142,97
4	33,96	34,00	499,11
весна, A _д A ₁			
1	16,09	85,71	529,00
2	38,85	5,71	15,35
3	15,40	5,71	40,69
4	5,98	5,71	105,80
Экстракт из хвон ели			
1	25,59	7,94	0,97
2	62,15	18,69	0,94
3	2,94	13,08	13,91
4	4,93	63,55	4,02
Экстракт из подстилки хвойного леса			
1	27,78	16,48	7,18
2	37,65	11,73	3,75
3	4,27	13,58	38,28
4	27,01	54,94	24,51

Продолжение

Фракция	C	Al ₂ O ₃	Приходится Al на 1 мг С, мкг
	% от общего		
Экстракт из опада березы			
1	15,78	7,94	2,42
2	42,23	18,69	2,37
3	5,64	13,08	12,27
4	22,20	63,55	15,05
Экстракт из подстилки смешанного леса			
1	7,76	21,90	21,35
2	36,97	25,55	5,27
3	5,27	18,25	26,60
4	42,60	54,01	9,72
Экстракт из луговой растительности			
1	5,03	16,00	149,08
2	10,01	31,64	147,34
3	8,32	18,61	104,64
4	49,04	32,00	30,42
Экстракт из тимopheвки			
1	77,76	79,54	5,64
2	16,94	12,28	3,18
3	2,29	2,86	4,92
4	0,71	4,28	26,43

на долю фульвокислот приходилось 0,71 %, хвой ели — 5, а луговой растительности и опада березы — соответственно 49 и 22 % (табл. 3). В водорастворимых органических веществах, извлекаемых из подстилок хвойного и смешанного лесов, содержание фульвокислот было высоким — 27 и 42 % всего углерода.

Результаты гелевой хроматографии показали, что водорастворимые органические вещества весьма неоднородны по своему составу (табл. 4). Органические вещества лизиметрических вод разделены на три фракции: >2000; 2000 и ~200. При этом в лизиметрических водах смешанного леса, полученных из горизонта A₀A₁, и заболоченного луга осенью на долю низкомолекулярных фракций приходилось 67,1 и 62,2 % общего углерода, а в остальных случаях — 4—9 %, что, очевидно, связано с разными условиями образования органических веществ и их трансформации.

Большая часть водорастворимых органических веществ, экстрагируемых из растительности, в основном представлена низкомолекулярными фракциями (170—800);

Т а б л и ц а 4

Распределение ионов алюминия по фракциям водорастворимых органических веществ, разделяемых по молекулярной массе

Средняя ММ	С	Al ₂ O ₃	Приходится Al на 1 мг С, мкг
	% от общего		
Лизиметрические воды смешанного леса осень, A ₀ A ₁			
>2000	4,80	13,50	37,03
2000	15,20	25,00	214,91
170	67,10	68,50	123,31
весна, A ₀ A ₁			
>2000	3,40	9,37	113,36
2000	65,05	53,12	67,11
200	7,77	34,37	363,69
A ₂			
>2000	12,50	12,04	396,75
2000	68,75	48,00	288,54
170	21,87	32,00	604,57
A ₂ B			
>2000	13,95	41,67	440,83
2000	81,39	41,67	75,57
180	4,65	16,67	529,00
Лизиметрические воды заболоченного луга осень A _д /A ₁			
>2000	11,30	3,10	546,67
2000	35,90	17,40	242,10
170	62,20	47,40	379,91
весна, A _д /A ₁			
>2000	28,73	11,76	21,16
2000	49,42	36,47	140,68
180	9,19	41,18	426,87
Экстракт из хвои ели			
>2000	1,50	18,70	74,51
2000	3,30	23,40	41,86
170	84,30	53,70	2,48
Экстракт из подстилки хвойного леса			
>2000	8,00	37,50	10,24
2000	49,60	18,70	0,83
800	28,90	18,70	1,42
180	13,40	12,50	2,03
Экстракт из опада березы			
>2000	2,60	9,10	52,89
2000	39,30	31,20	12,24
170	58,10	40,30	10,69
Экстракт из подстилки/смешанного леса			
>2000	9,40	24,60	43,15
2000	19,90	12,70	9,24
190	72,00	49,20	11,48
Экстракт из луговой растительности			
>2000	9,20	38,50	197,39
2000	58,40	33,30	26,90
170	22,20	47,20	100,14
Экстракт из тимфеевки			
>2000	5,91	9,54	8,90
2000	8,90	16,82	10,42
800	35,23	41,36	6,48
574	25,26	17,27	3,77
360	8,27	12,27	8,18

исключение составляют водорастворимые органические вещества, извлекаемые из луговой растительности и тимфеевки (табл. 4).

Неоднородность свойств фракций водорастворимых органических веществ, разделяемых по Форситу, подтверждается и распределением в них ионов алюминия и марганца (табл. 3 и 5). Так, фракции водорастворимых органических веществ лизиметрических вод, как правило, отличались большей насыщенностью указанными ионами, чем из растительных экстрактов. С неспецифической частью водорастворимых органических веществ (1—3-я группы) лизиметрических вод связана

Т а б л и ц а 5
Распределение ионов марганца по фракциям водорастворимых органических веществ, разделяемых по Форситу

Фракция	Мп, % от общего	Приходится Мп на 1 мг С, мкм
Лизиметрические воды заболоченного луга, A _д A ₁ (осень)		
1	68,75	1,27
2	18,75	11,33
Экстракт из хвои ели		
1	45,98	4,31
2	36,78	1,42
Из подстилки хвойного леса		
1	56,52	59,21
2	42,08	32,49
Из опада березы		
1	50,86	166,04
2	38,57	47,06
Из подстилки смешанного леса		
1	57,66	190,19
2	31,53	21,82
Из луговой растительности		
1	78,18	781,82
2	23,64	118,72
Из тимфеевки		
1	100	0,67

Примечание. Ионы марганца в 3-й и 4-й фракциях водорастворимых органических веществ, извлекаемых из лизиметрических вод заболоченного луга и растительных экстрактов, не обнаружены; лишь в 3-й фракции этих веществ, выделенных из подстилки смешанного леса, содержалось 0,36 мг Мп, или 16,22 % от общего.

большая часть алюминия: 75—87 % общего углерода в почвах смешанного леса, 77—100 % — в почвах хвойного леса и 66—94 % — заболоченного луга.

В экстрактах из растительности и подстилок лесов на долю ионов алюминия, связанных с неспецифической частью органического вещества, извлекаемого водой, приходилось только 36—68 %, а остальные ионы были связаны с фульвокислотами (табл. 3). Исключение составляют водорастворимые органические вещества, экстрагируемые из тимофеевки, здесь только 4 % всех ионов алюминия связано с группой фульвокислот.

Как уже отмечалось, весь марганец в экстрактах из растительности и в лизиметрических водах представлен ионными формами, отсюда при разделении по Форситу он весь выходит с 1—3-й группами, куда попадают истинные солевые растворы (табл. 5).

Водорастворимые органические вещества изучаемых объектов характеризовались и неодинаковой степенью насыщенности ионами алюминия и марганца (табл. 3 и 5). Для алюминия в лизиметрических водах этот показатель колебался в пределах 15—1151 мкг на 1 мг С, в экстрактах из растительности — в пределах 0,94—149 мкг. Наиболее насыщены алюминием водорастворимые органические вещества, извлекаемые из луговой растительности, а наименее — из хвои ели и опада березы (табл. 3). То же можно сказать и о марганце: более насыщены ионами марганца фракции водорастворимых органических веществ, экстрагируемых из луговой растительности (119—719 мкг в 1 мг С), и менее — из хвои ели (1—4 мкг). Насыщенность водорастворимых органических веществ лизиметрических вод из почвы заболоченного луга ионами марганца меньше (1—11 мкг в 1 мг С), чем ионами алюминия (143—500 мкг).

Фракции водорастворимых органических веществ различной молекулярной массы, разделяемые методом гельфильтрации, также различаются по содержанию ионов алюминия (табл. 4). Как правило, низкомолекулярные фракции этих веществ насыщены алюминием больше, чем высокомолекулярные (123—604 мкг против 21—547 мкг Al в 1 мг С). При этом на долю алюминия, связанного с высокомолекулярными фракциями, в лизиметрических водах приходится 33—77 % общего алюминия. Аналогичные данные о содержании ионов алюминия во фракциях водорастворимого органического вещества, выделенного из поверхностных вод стационара «Михайловское», приводятся в работе [6].

Таблица 6

Комплексообразующая способность водорастворимых органических веществ по отношению к ионам алюминия (алюмокалиевые квасцы)

Объект	рН 2,62			рН 4,02		
	поглощено, мг		С: Al	поглощено, мг		С: Al
	С	Al		С	Al	
Экстракты:						
хвои ели	11,01	1,31	1:0,12	10,43	0,84	1:0,08
подстилки хвойного леса	11,88	1,85	1:0,15	11,92	1,82	1:0,15
опада березы	5,24	0,88	1:0,16	4,98	0,95	1:0,20
подстилки смешанного леса	11,68	2,61	1:0,22	11,46	1,44	1:0,12
луговой растительности	17,64	3,36	1:0,19	16,29	4,05	1:0,25
timoфеевки	12,25	0,91	1:0,07	12,30	1,27	1:0,10
Лизиметрические воды						
хвойного леса, A ₀ A ₁ (весна)	3,54	0,19	1:0,05	2,21	0,09	1:0,04
Фульвокислоты	71,88	6,26	1:0,09	71,21	6,72	1:0,09

Комплексообразующая способность водорастворимых органических веществ по отношению к ионам марганца (марганец сернокислый, рН 2,27)

Объект	Поглощено, мг		
	С	Mn	С: Mn
Экстракты:			
хвой ели	13,02	1,14	1:0,09
подстилки хвойного леса	11,43	2,61	1:0,23
опада березы	15,73	0,32	1:0,02
подстилки смешанного леса	10,88	0,20	1:0,02
луговой растительности	16,91	4,15	1:0,24
тимофеевки	11,83	1,40	1:0,12
Лизиметрические воды хвойного леса, А ₀ А ₁ (весна)	3,68	0,28	1:0,08
Фульвокислоты	72,04	15,99	1:0,22

В водорастворимых органических веществах, извлекаемых из растительности, высокомолекулярные фракции более насыщены ионами алюминия, чем низкомолекулярные (табл. 4). При этом на долю всего алюминия, связанного с водорастворимым органическим веществом, относимым к тяжелым фракциям, приходится 31—60 % общего.

Комплексообразующая способность изученных водорастворимых органических веществ мало зависит от рН раствора алюминия (табл. 6 и 7). У водорастворимых органических веществ, извлекаемых из растительности, она выше, чем у органических веществ, выделяемых из лизиметрических вод. Фульвокислоты по этому показателю занимают промежуточное положение. По отношению к ионам марганца наибольшей комплексообразующей способностью обладают фульвокислоты, а также водорастворимые органические вещества, извлекаемые из подстилки хвойного леса и луговой растительности, и ничтожно малой — из опада березы и подстилки смешанного леса.

Полученные данные свидетельствуют о значительной подвижности водорастворимых алюмо- и марганцевоорганических соединений, а также об их способности присоединять ионы металлов с образованием насыщенных молекул органо-минеральных производных.

Выводы

1. Результаты гелевой хроматографии и разделения на активированном угле показали качественную неоднородность водорастворимых органических веществ лизиметрических вод и экстрактов из растительности. Соотношение в их составе низко- и высокомолекулярных фракций, а также веществ специфической и неспецифической природы неодинаковое.

2. В лизиметрических водах с неспецифической частью водорастворимых органических веществ связано 66—100 % алюминия, в экстрактах из растительности — 36—68 %, остальные ионы алюминия связаны с фульвокислотами.

3. Фракции по молекулярной массе различались насыщенностью ионами алюминия: в экстрактах из растительности более насыщенными были высокомолекулярные фракции, в лизиметрических водах — низкомолекулярные.

4. По отношению к ионам алюминия комплексообразующая способность водорастворимых органических веществ лизиметрических вод слабее, чем экстрактов из растительности, а фульвокислоты занимают промежуточное положение.

5. Наибольшее количество ионов марганца связывается в комплексы фульвокислотами и водорастворимыми органическими веществами, извлекаемыми из подстилки хвойного леса и луговой растительности, наименьшее — из опада березы и подстилки смешанного леса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев С. А., Шыхов М. А. Характер железно- и алюмоорганических соединений желтоземных почв. — Изв. АН АзССР. Сер. биол. наук, 1979, № 3, с. 46—49.
2. Барс Е. А., Коган С. С. Органическое вещество подземных вод нефтегазоносных областей. М.: Недра, 1965.
3. Дьяконова К. В. Методы исследования органического вещества в лизиметрических водах, почвенных растворах и других аналогичных природных объектах. — В кн.: Методы стационар. изучения почв. М.: Наука, 1977, с. 199—226.
4. Карпухин А. И., Фокин А. Д. Применение гелевой хроматографии для определения молекулярной массы фульвокислот. — Изв. ТСХА, 1970, вып. 5, с. 131—136.
5. Кауричев И. С., Яшин И. М. Фракционирование на углеводорастворимых веществ. — Изв. ТСХА, 1973, вып. 1, с. 89—91.
6. Кауричев И. С., Карпухин А. И., Степанова Л. П. Изучение водорастворимых железоорганических соединений подзолистых и дерново-подзолистых почв. — В сб.: Особенности почв. процессов дерново-подзол. почв. М.: ТСХА, 1977, с. 5—21.
7. Методы агрохимических анализов почв. — Отраслевые стандарты. М.: ЦИНАО, 1977, с. 63—81.
8. Ноздрюнова Е. М. Некоторые данные о формах алюминия в верховодке (почвенных водах) почв лесной зоны. — Докл. ТСХА, 1965, вып. 115, ч. 2, с. 51—55.
9. Орлов Д. С. Теоретические и прикладные проблемы химии гумусовых веществ. — Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ АН СССР, 1979.
10. Орлов Д. С., Мотон В. С. Об органо-минеральных соединениях и о распределении зольных элементов по молекулярно-весовым фракциям гумусовых веществ. Деп. Молд. НИИТИ, 4 июля 1979, № 69.
11. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980.
12. Степанова М. Д. Микроэлементы в органических веществах почв (черноземов и дерново-подзолистых). Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1976.
13. Суворов А. К. О миграции органических и минеральных веществ в дерново-подзолистых почвах. — Зап. Лен. с.-х. ин-та, 1970, т. 137, № 4, с. 113—125.
14. Трубин А. И., Кожухарь Ю. Н., Орехова Е. В. Термические исследования некоторых металлгумусовых соединений. — В сб.: Почвовед. и агрохим. Проблемы и методы. Пушкино, 1977, с. 67—72.
15. Цыпанова А. Н. Сезонные изменения и миграция некоторых подвижных соединений в почвах южной тундры европейской части СССР. — В сб.: Биол. основы использования природы Севера. Сыктывкар, 1970, с. 141—147.
16. Фокин А. Д., Карпухин А. И. Исследование состава комплексных соединений фульвокислот с железом. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 1, с. 132—137.
17. Шоба В. Н. Формы миграции железа, алюминия и кремния дерново-глубокоподзолистых почв Салаира. — В сб.: Специфика почвообразования в Сибири. Новосибирск, 1979, с. 163—171.
18. Bloomfield C., Kelso W. I., Praden G. — J. Soil Sci., 1976, vol. 27, N 1, p. 16—31.
19. Bruckert S. — C. r. Acad. Sci., 1966, D. 263, N 21, p. 1572—1575.
20. Brucket S. — Ann. agron., 1970 (1971), vol. 21, N 6, p. 735—757.
21. Forsyth W. G. C. — The Biochemical J., 1947, vol. 41, N 2, p. 176—181.
22. Rashid M. A. — Soil Sci., 1971, vol. 111, N 2, p. 298—306.
23. Sequi P., Petruzzelli G., Guidi G. — Agrochimica, 1971, vol. 15, N 4—5, p. 362—370.
24. Vedy J. C., de Jacon Françoise, Bruckert S. — Soil. Site Factor Forests Temp and cool Zones Proc. Symp. Zvolen. Zvolen, 1977, vol. 1, p. 243—257.

Статья поступила 26 октября 1981 г.

SUMMARY

Water soluble organic substances extracted from vegetation and from lysimetric waters in soils of mixed and coniferous forests and of marshy meadow were divided into groups by Forsyth's method and into fractions by molecular mass by means of gel filtration technique. In each group distribution of aluminium and manganese ions was studied. Water soluble organic substances of lysimetric waters and of extracts from vegetation are qualitatively heterogenous. In lysimetric waters with non-specific portion of water soluble organic substances 66—100% of aluminium are bound, in extracts from vegetation — 36—68%, other aluminium ions being bound with fulvic acids. Fractions by molecular mass differed in saturation with aluminium: in extracts from vegetation high-molecular fractions were more saturated, in lysimetric waters — low-molecular fractions. With reference to aluminium ions, complexing, capacity of water soluble organic substances of lysimetric waters is lower than that of extracts from vegetation.