

Т. И. ЛЕВКИНА

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД
ЕЛЬНИКОМ-ЧЕРНИЧНИКОМ И БЕРЕЗНЯКОМ РАЗНОТРАВНЫМ
ЗАПОВЕДНИКА «КИВАЧ»**

«...Чтобы управлять процессами, идущими в биогеоценозе, надо их знать, надо знать все условия, влияющие на них...»

(Сукачев, 1947)

Академик В. Н. Сукачев в учении о биогеоценозе уделяет большое значение изучению почв и протекающих в них процессов.

Развитие древесной растительности находится в тесной связи с количеством питательных веществ в почве. Повышение содержания их в зоне, доступной корням древесных растений, сказывается на усилении роста активных корней (Тюлин, 1954), а это в свою очередь не может не сказаться на повышении производительности леса.

Потребность в элементах питания у древесных растений резко меняется в течение вегетационного периода, поэтому для характеристики лесорастительных свойств почв важное значение имеет не только содержание, но и сезонная динамика питательных веществ в них.

На всесоюзных совещаниях почвоведов в 1954 и 1956 гг. обращалось особое внимание на необходимость развития исследований в направлении изучения динамики элементов плодородия почвы.

Наблюдение за сезонной изменчивостью химических свойств почв проводилось еще в 20-х годах и им посвящено много работ (Геммерлинг, 1927; Шмук, 1950; Кудрявцева, 1924 и др.). Была установлена значительная изменчивость как содержания легкоподвижных форм питательных веществ (Кудрявцева, 1924), так и общего азота (Барановская, 1927; Шмук, 1950). При проведении подобного рода работ выявилась необходимость одновременных микробиологических исследований, помогающих объяснению динамики того или иного элемента. Итоги этих работ (Корсакова, 1930; Шелоумова и Фраерман, 1928; Feher и Frank, 1936) указывают на теснейшую связь между динамикой микрофлоры и изменением физических и химических свойств почв.

Динамике химических свойств лесных почв посвящены работы М. М. Абрамовой (1947), А. Ф. Тюлина (1954), К. М. Смирновой (1955, 1958), А. И. Бурсовой (1958), И. В. Дмитриевой (1959), В. С. Шумакова (1941, 1958), С. В. Зонна (1951), А. В. Барановской (1957), Н. В. Егоровой (1958) и др. Большая часть этих работ проводилась в южных

и центральных районах страны, незначительная в Ленинградской, Калининградской и Вологодской областях и одна в Карелии, хотя в «стране лесов» этим исследованиям должно придаваться особое значение.

В связи с этим в мае 1957 г. сектор почвоведения Института леса Карельского филиала АН СССР начал исследования по изучению сезонной динамики химических свойств лесных почв.

Выбор пробных площадей для проведения стационарных наблюдений производился при участии доктора с.-х. наук Б. Д. Зайцева.

Наблюдения за сезонной динамикой химических свойств почв проводились на территории заповедника «Кивач», расположенного в 70 км к северу от Петрозаводска в двух типах леса: ельнике-черничнике, где развиты подзолистые тяжелосуглинистые почвы, подстилаемые безвалунными глинами, и березняке разнотравном, где развиты дерново-подзолистые почвы, подстилаемые моренными завалуненными легкими суглинками.

Почвы, развитые под ельником-черничником, можно охарактеризовать разрезом № 3, заложенным в средней части пологого склона (8°) северо-западной экспозиции.

Древостой IV бонитета, VI класса возраста, полнота 0,8, состав: 6ЕЗБ1Ос С. Травяно-кустарничковый покров состоит из черники, брусники, вейника. Почвенный профиль очень слабо дифференцирован. Его строение такое:

A_0	лесная подстилка из мхов, опада хвои и листьев, плохо разложившаяся, в нижней части темно-бурого цвета.
0—7 см	
A_1A_2	темно-серый, глинистый, пронизан корнями, сложение рыхлое; переход в следующий горизонт ясный.
7—10 см	
A_2B	палевого цвета с коричневым оттенком, с ржавыми пятнышками, глинистый; постепенно переходит в следующий горизонт.
11—37 см	
B	палевого цвета с ржавыми пятнами, глинистый.
37—60 см	
BC	палевого цвета с редкими ржавыми пятнами, глинистый.
60—70 см	
C	палево-серая глина.
с 70 см	

Почва подзолистая, тяжелосуглинистая, подстилаемая безвалунными глинами.

Почвы, развитые под березняком разнотравным, могут быть охарактеризованы описанием разреза, расположенного на пологом склоне северо-западной экспозиции.

Древостой VIII класса возраста, III бонитета, полнота 0,7, состав: 5Б2Ос2С 1Е. Травяно-кустарничковый покров состоит из черники, вейника, костяники, майника. Моховой покров разреженный, состоит преимущественно из зеленых мхов.

Профиль почвы характеризуется следующим строением:

A_0	лесная подстилка, состоящая из полуразложившихся листьев и мха.
0—3 см	
A_1A_2	темно-серый, супесчаный, рыхлый, много корней; переход в следующий горизонт ясный, по волнистой линии.
3—9(11)16 см	

A_2 9(11) — 16 см	белесый, супесчаный, рыхлый. Выражен отдельными пятнами.
B 16 — 46 см	ржаво-охристого цвета с яркими ржавыми пятнами, супесчаный, плотный; переход в горизонт BC постепенный.
BCg 46 — 80 см	палевый с сизоватым оттенком и ржавыми пятнами, супесчаный плотный; встречаются валуны.
C 80 — 100 см	палево-серого цвета, плотный, легкий суглинок, сильно завалуненный.

Почва дерново-подзолистая лесная супесчаная, подстилаемая моренными завалуненными легкими суглинками.

Эти две почвы резко отличаются по генетическим признакам, но в заповеднике «Кивач» нет березняка с почвами, развитыми на безвалунных глинах. Хорошо представляя невозможность полного сопоставления получаемых данных, мы провели наблюдения за сезонной динамикой химических свойств названных выше почв под этими двумя, довольно широко распространенными в Карелии типами леса, считая, что полученные данные представят не только научный, но и практический интерес.

Образцы почв отбирались один раз в месяц, в 1957 г. с мая по ноябрь (семь сроков), причем подстилка бралась в десяти-, а минеральные горизонты в двухкратной повторности. В 1958 г. образцы подстилок и минеральных горизонтов отбирались в пяти- (с июня по ноябрь — шесть сроков), а в 1959 г. трехкратной повторности (с января по май — пять сроков) по генетическим горизонтам: A_0 , A_1 , A_2 и A_2V в ельнике-черничнике и A_0 , A_1 , A_2 и B в березняке разнотравном.

Индивидуальные образцы подстилок и минеральных горизонтов почв анализировались в свежем состоянии в той же повторности, что и отбирались, методом водных вытяжек при разведении 1 : 5 для минеральных горизонтов, 1 : 12,5 для подстилки из ельника-черничника и 1 : 25 для подстилки из березняка разнотравного. В таблицах приводятся только средние данные.

В водных вытяжках определялись: аммиак реактивом Несслера, кальций и магний трилонометрически, органическое вещество методом Тюрина, титруемая кислотность путем титрования водной вытяжки стандартной щелочью по фенолфталеину и активность водородных ионов (рН) потенциометрически.

Кроме того, в свежих образцах определялся обменный аммиак в 1,0 *n* растворе хлористого калия и влажность весовым методом. В высушенных образцах определялся общий азот по Кьельдалю, общий гумус по Тюрину и механический состав почв методом пипетки по Качинскому.

Валовой состав минеральной части почвы под ельником-черничником определялся в химико-аналитической лаборатории Карельского филиала АН СССР.

В водные вытяжки переходит лишь небольшое количество зольных веществ. Так, в водных вытяжках доступными нам методами не удалось определить фосфор, калий и алюминий.

Чтобы учесть количество сравнительно легко доступных веществ, переходящих в слабые кислотные вытяжки, в 1958 г., с июня по ноябрь, наряду с водной вытяжкой применялась вытяжка 0,1 *n* серной кислотой, в которой определялись: а) азот по Кьельдалю; б) гумус по Тюрину; в) фосфор по Малюгину и Хреновой в модификации Драшеля; г) кальций и магний трилонометрически; д) железо колориметрически с роданистым калием; е) сумма полуторных окислов весовым методом.

Результаты анализа изучавшихся почв приводятся в табл. 1 и показывают, что по механическому составу (классификация Качинского) почвы под ельником-черничником можно отнести к легким глинам, а с глубины 70 см начинается средняя глина. Выделяется горизонт 25—35 см (горизонт A_1A_2) более легкого механического состава. Почвы под березняком разнотравным по механическому составу относятся к супесям, и лишь с горизонта ВС (с глубины 70—80 см) начинаются легкие суглинки.

Приведенные в табл. 2 данные по характеристике агрохимических свойств почв указывают, что обе почвы обладают повышенной кислотностью; рН солевой вытяжки почвы под ельником-черничником состав-

Механический состав иссле

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Горизонт	10—7	7—5	5—3
Березняк разнотравный		Почва дерново-подзолистая,			
Разрез 1	3—10	A_1A_2	—	0,15	0,76
•	25—35	Б	—	—	—
•	45—55		—	—	0,24
•	70—80	BC	—	0,20	0,72
Ельник-черничник		Почва подзолистая тяжело			
Разрез 3	7—10		—	—	—
•	11—20		—	—	—
•	25—35	A_2B	—	—	—
•	40—50	В	—	—	—
•	70—80	С	—	—	—

Агрохимическая характеристика почв пробных

Наименование почв	Горизонт	Глубина взятия образца, см	рН		Азот общий, %
			H_2O	KCl	
1. Подзолистая тяжелосуглинистая почва под ельником-черничником	A_0	0—4	5,5	3,7	0,63
	A_1A_2	4—10	5,7	3,40	0,12
	A_2B	20—30	6,12	3,87	0,07
	В	40—50	6,42	4,22	0,02
2. Дерново-подзолистая, супесчаная почва под березняком разнотравным	A_0	0—3	6,19	4,42	0,70
	A_1A_2	3—10	6,19	4,70	0,08
	В	25—35	6,27	4,80	0,03
	BC	45—55	6,38	4,75	0,01

ляет всего 3,7, под березняком разнотравным несколько выше, но тоже низкий — 4,42. Величины гидролитической кислотности очень высокие, особенно в горизонтах лесных подстилок, и составляют на 100 г подстилки 30,6 м/экв. в ельнике-черничнике и 20,8 в березняке разнотравном. Степень насыщенности почв основаниями невысока и равна 33,1% в подстилке ельника-черничника и 48% в подстилке березняка разнотравного. В минеральных горизонтах почв абсолютные величины гидролитической кислотности резко уменьшаются, а степень насыщенности продолжает оставаться низкой, особенно в горизонте А₁ А₂, где составляет лишь 19,6—19,4%.

Таблица 1

двух почв (по Качинскому), %

3—1	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,01	<0,001
супесчаная, подстилаемая завалунными легкими суглинками							
1,77	6,24	41—40	41—56	—	1—40	8,95	7,45
—	—	—	—	—	—	—	—
0,78	3,70	39,21	42,92	4,27	4,40	13,39	4,72
0,50	2,35	34,99	49,21	5,11	3,80	12,71	3,80
2,77	6,77	25,20	33,37	18,29	6,69	28,73	3,85
суглинистая, подстилаемая безвалунными глинами							
—	1,03	10,38	33,99	21,28	25,38	54,60	7,94
—	2,52	7,49	33,41	25,04	24,93	56,58	6,61
—	3,04	10,42	36,03	23,10	21,81	50,51	5,6
—	2,04	3,89	25,97	34,65	28,84	68,09	4,6
—	1,12	4,95	23,73	25,42	32,58	70,2	12,2

Таблица 2

площадей в двух типах леса заповедника „Кивач“

Углерод общий, %	C:N	Гидролити- ческая кис- лотность, м/экв. на 100 г	Сумма поглощен- ных основа- ний, м/экв. на 100 г	Степень насыщенно- сти основа- ниями, %	P ₂ O ₅ по Кирса- нову, мг на 100 г	K ₂ O, по Пейве, мг на 100 г
35,47	56,3	30,6	15,2	33,1	62,1	181,9
4,48	37,3	17,7	4,32	19,6	Сл.	18,3
1,02	14,5	8,10	3,95	32,7	15,4	8,8
0,23	11,5	2,67	5,43	67,0	37,6	5,5
40,66	58,8	20,8	19,2	48,0	62,3	281,2
2,14	26,7	9,36	2,26	19,4	13,0	8,0
0,62	20,7	2,3	1,94	45,7	—	нет
0,17	17,0	2,1	2,63	55,6	14,03	нет

Количество подвижной фосфорной кислоты значительно больше в подстилке (62,1—62,3 мг на 100 г); в горизонте $A_1 A_2$ под ельником-черничником оно резко падает, обнаруживаются лишь следы этой кислоты, а в том же горизонте под березняком разнотравным ее количество составляет 13 мг на 100 г и почти не меняется с глубиной (незначительно увеличивается). В почве под ельником-черничником количество фосфорной кислоты с глубиной возрастает и достигает 15,4 мг в горизонте $A_2 B$ и 37,4 мг в иллювиальном горизонте.

Подвижного калия также больше всего содержится в горизонтах лесной подстилки, особенно в березняке разнотравном—281,2 мг на 100 г. Вниз по профилю почв его количество резко уменьшается, составляя 8,8—5,5 мг в горизонтах $A_2 B$ и B под ельником-черничником. В почве под березняком разнотравным в горизонтах B и BC подвижного калия не обнаружено вообще.

Содержание общего углерода и азота также самое высокое в горизонте лесной подстилки при очень широком отношении $C:N$ (58,8 в подстилке березняка разнотравного и 56,3 в ельнике-черничнике). С глубиной содержание общих углерода и азота уменьшается.

Анализ валового состава минеральной части почвы нам удалось сделать лишь для почвы под ельником-черничником. Данные анализа приводятся в табл. 3 и указывают, что количество кремнезема увеличивается до горизонта $A_2 B$ (глубина взятия 25—35 см); сумма же полуторных окисей магния и фосфора в этом горизонте уменьшается, что свидетельствует о его некотором оподзоливании.

Таблица 3

Данные валового состава минеральной части подзолистой почвы под ельником-черничником на территории заповедника „Кивач“

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Потери при прокаливании, %	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3	Сумма
			(в % на прокаленную массу)												
A_0	0—7	71,38	66,44	0,49	11,11	4,32	15,43	0,37	2,66	4,66	2,68	2,44	0,73	0,40	95,9
$A_1 A_2$	7—10	6,61	68,0	0,66	13,01	6,62	20,50	0,04	2,61	2,21	2,86	2,40	0,18	0,06	98,64
$A_2 B$	25—33	2,22	69,10	0,64	12,55	5,80	19,25	0,04	2,42	2,36	3,11	2,01	0,22	0,04	98,29
B	50—60	2,91	67,77	0,70	12,87	6,64	20,48	0,07	2,76	2,35	3,03	2,20	0,20	0,04	98,45
BC	80—90	3,05	66,65	0,68	13,25	6,64	20,87	0,10	2,82	2,60	3,36	2,42	0,20	0,04	98,45
C	110—120	2,66	67,66	0,72	13,99	5,79	20,66	0,05	2,93	2,42	2,88	2,06	0,11	0,10	98,82
C	140—150	2,75	66,0	0,71	14,19	6,65	21,66	0,04	3,24	1,67	3,26	2,38	0,07	0,10	98,31

В горизонтах B и BC с соответствующей глубиной 50—60 и 80—90 см количество кремнезема уменьшается, а полуторных окислов CaO , MgO и K_2O возрастает.

Нужно отметить, что морфологически профиль очень слабо расчленен и при полевом описании разреза горизонт $A_2 B$ был описан, как горизонт B , хотя, как показали последующие анализы, из него продолжается вымывание полуторных окислов.

Прежде чем перейти к рассмотрению результатов наших исследований, следует кратко охарактеризовать метеорологические условия вегетационных периодов 1957—1958 гг., поскольку интенсивность биохимических и биологических процессов в почве, определяющих скорость минерализации подстилки и вымывание продуктов ее разложения, находится в самой тесной зависимости от погодных условий.

Метеорологические наблюдения проводились сотрудниками отдела гидрологии Карельского филиала АН СССР. Часть их данных с любезного согласия Л. К. Попенко мы и использовали для краткой характеристики метеорологических условий указанных выше лет.

Начало и середина мая 1957 г. характеризовались теплой и сухой погодой с последующим резким похолоданием в третьей декаде мая. С конца мая до начала второй декады июля удерживалась холодная

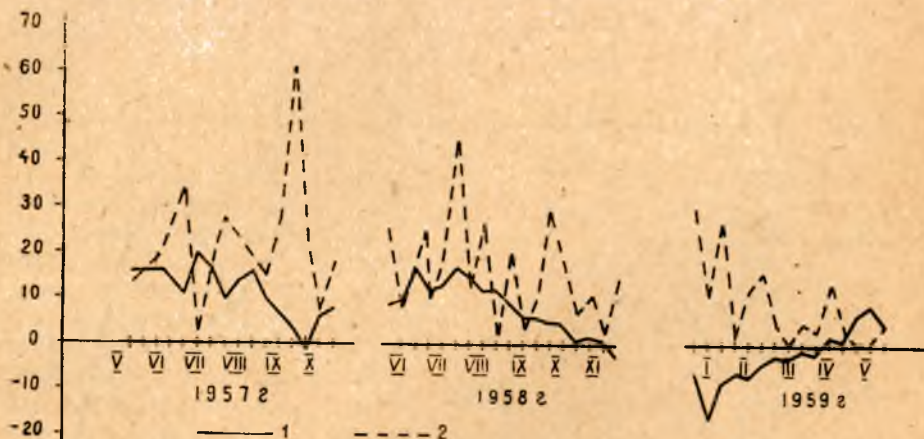


Рис. 1. Осадки и среднесуточные температуры воздуха.

1 — осадки, мм; 2 — температура, (°).

с частыми дождями погода. Конец июля был сухим и теплым, в августе держалась довольно теплая и влажная погода.

Сентябрь отличался большим количеством осадков (около двух норм) на фоне повышенных среднесуточных температур.

Октябрь характеризовался резкими колебаниями температуры воздуха и близким к норме количеством осадков.

Май и половина июня 1958 г. (рис. 1) были холодными и дождливыми, с третьей декады установилась теплая погода. Июль был теплым и влажным, особенно дождливой была третья декада. В августе и сентябре стояла теплая погода с количеством осадков, близким к среднему многолетнему (в сентябре количество осадков было даже ниже среднего многолетнего) с сентября началось похолодание. Октябрь был дождливым и холодным, в нем насчитывалось 11 дней с температурой ниже или равной 0°. Вообще в течение 1958 г. отмечены лишь два месяца (июль и август), когда не было дней с температурой ниже или равной 0°.

Апрель и первые две декады мая 1959 г. были значительно теплее, чем в 1958 г., и с очень небольшим количеством осадков.

Влажность верхних горизонтов почв как под ельником-черничником, так и березняком разнотравным подвержена значительным колебаниям

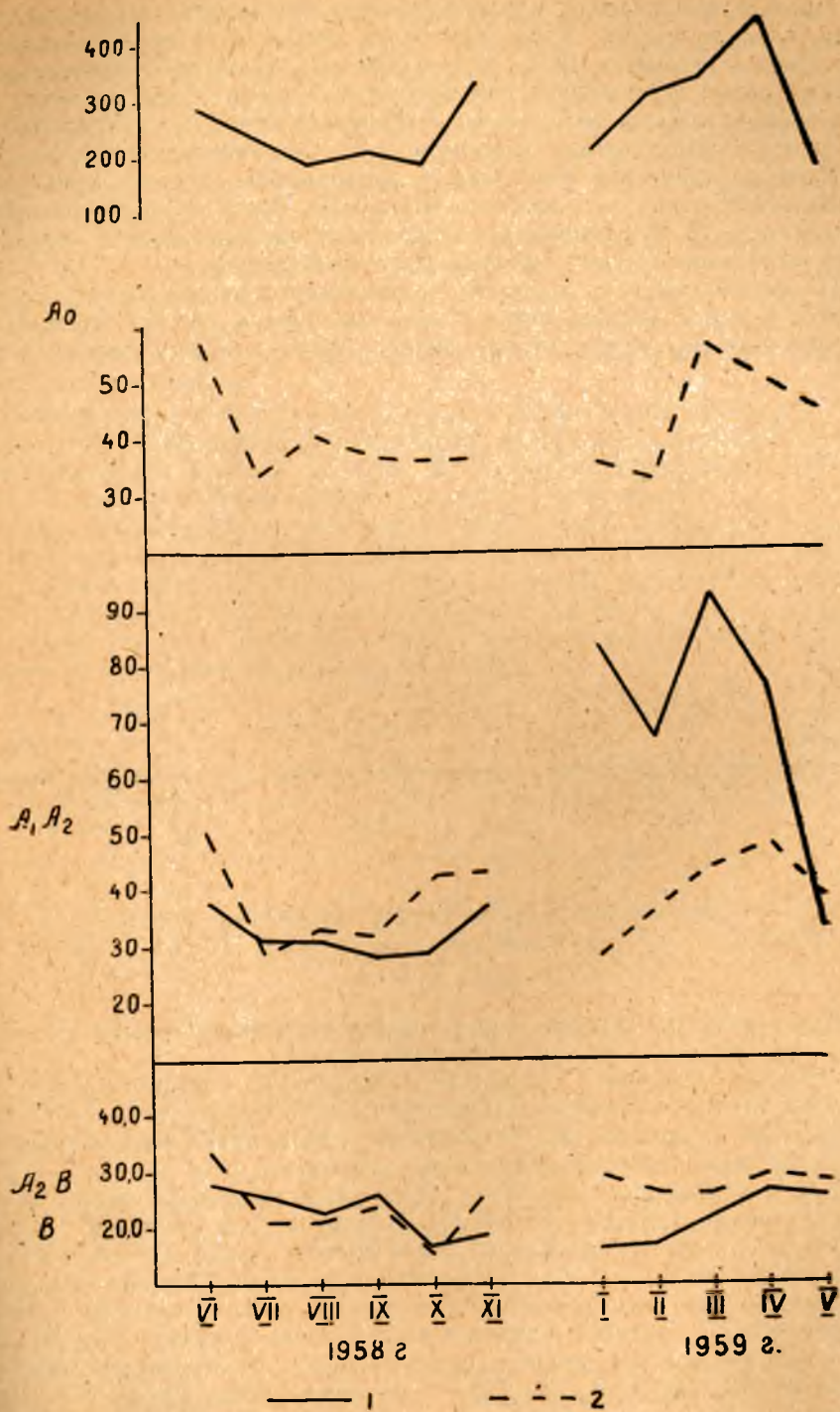


Рис. 2. Изменение влажности почв под ельником-черничником и березняком разнотравным.

1 — ельник-черничник; 2 — березняк разнотравный.

и зависит в первую очередь от количества выпавших осадков (рис. 2). Самая высокая влажность в горизонтах лесных подстилок, особенно в подстилке ельника-черничника; в ней же самые значительные колебания влажности.

В горизонтах В березняка разнотравного и A_2B ельника-черничника как абсолютные величины влажности, так и колебания их в течение сезона заметно уменьшаются.

На сезонную динамику общих углерода и азота указывал целый ряд авторов. Изменения количества лесной подстилки и содержания гумуса в ней в течение сезона отмечены в почвах лесного заповедника Калининской области в работе М. М. Абрамовой (1947). На изменение содержания общего азота почвы указывают данные А. Шелоумовой и В. Фраерман (1928), А. В. Барановской (1957) и др. На относительное увеличение соединений общего азота в растительных остатках в процессе разложения опада и формирования подстилки указывает В. С. Шумаков (1958).

А. Ф. Тюлин (1954) объясняет летнюю убыль органического вещества интенсивным поглощением корнями растений питательных веществ, в том числе азота. В подтверждение своей гипотезы автор приводит данные по изолированным от растительности площадкам, где такой убыли органического вещества не наблюдалось.

Хорошо представляя себе, какая тщательность отбора образцов почв требуется при изучении сезонной динамики общего азота и гумуса, мы, однако, считаем возможным привести наши данные, используя их хотя бы для того, чтобы показать направление этого процесса в лесных почвах Карелии.

По нашим данным (табл. 4, рис. 3), в 1958 г. уменьшение содержания общего азота в минеральных горизонтах почв под ельником-черничником происходило в августе, а в горизонте подстилки — в августе и сентябре (теплый и влажный период года). Количество азота, переходящего в 0,1 *n* сернокислую вытяжку, при этом меняется незначительно, а в горизонте подстилки его количество даже несколько увеличивается, что свидетельствует о большей подвижности азота в этот период и в конечном счете о большей степени разложения подстилки.

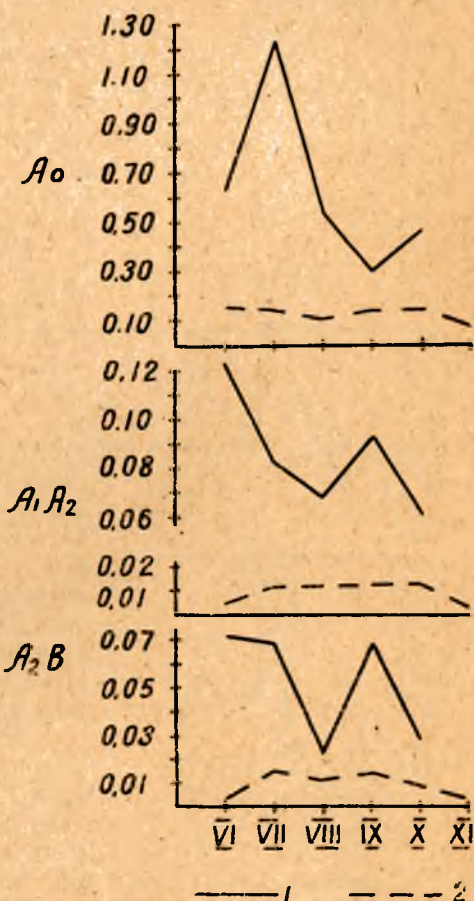


Рис. 3. Отношение азота, растворимого в децинормальной серной кислоте, к общему в течение сезона 1958 г. в почвах под ельником-черничником, %.

1 — общий азот; 2 — азот, растворимый в децинормальной серной кислоте.

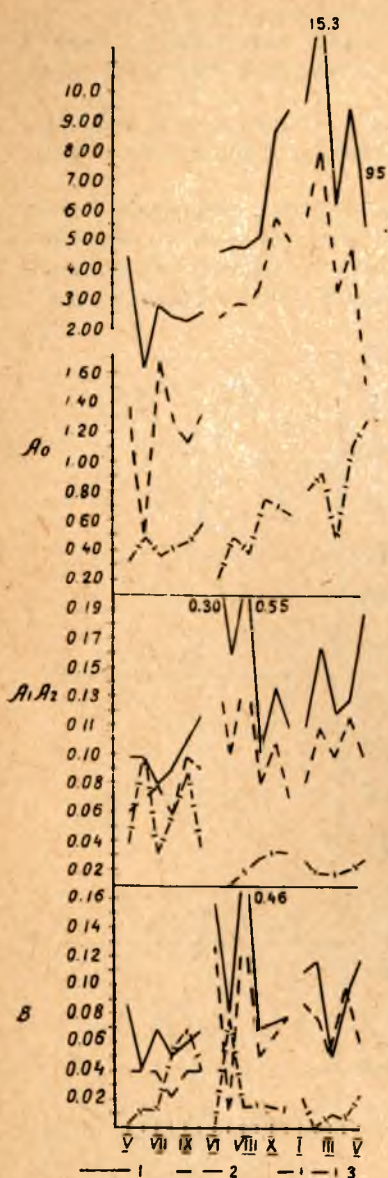


Рис. 4. Отношение азота, растворимого в децинормальной серной кислоте, к общему в течение сезона 1958 г. в почвах под березняком разнотравным, %.
1 — азот общий; 2 — азот, растворимый в децинормальной серной кислоте.

В подстилке березняка разнотравного (рис. 4) минимум в содержании общего азота отмечен в июле при возросшем в этот период количестве азота, переходящего в 0,1 *n* сернокислую вытяжку. На наш взгляд, это объясняется тем, что опад 1957 г. в основном минерализовался в это время, последующее возрастание общего азота связано с поступлением свежего опада.

Заметное уменьшение азота, переходящего в 0,1 *n* сернокислую вытяжку в ноябрьский срок, причем в обоих типах леса и во всех горизонтах (за исключением горизонта В под березняком разнотравным), вероятнее всего, объясняется затуханием биологических процессов почв, способствующих минерализации органического азота, а также использованием его древесной растительностью.

На обратнопропорциональную зависимость между легкогидролизуемым и общим азотом указывается в работах Н. В. Дмитриевой (1959) по изучению сезонной динамики химических свойств почв Молдавии. Вполне естественно, что там процессы минерализации общего азота идут более энергично и эта зависимость вырисовывается очень четко. Мы же такую зависимость можем фиксировать лишь в отдельные периоды, которые наиболее благоприятны для разложения подстилки. В целом нужно отметить, что подвижность азота (% азота, растворимого в 0,1 *n* H_2SO_4 , от общего) выше в почвах под ельником-черничником.

Общий углерод определялся всего в три срока (июнь, август и октябрь 1958 г.). Данные, приведенные в табл. 4, указывают на заметное уменьшение его в почвах ельника-черничника в августе. Это был период наиболее благоприятный по температурным условиям и влажности для разложения подстилки. Данные сектора микробиологии Карельского филиала АН СССР (рис. 5, 6) указывают, что в этот период довольно активно шли

микробиологические процессы в почве, о чем свидетельствует высокая численность таких групп, как грибы, актиномицеты и целлюлозоразлагающие микроорганизмы и высокая биохимическая активность («дыхание») почвы (по данным М. Г. Тягны-Рядно с сотрудниками, 13,3 мг CO_2 на 100 г почвы). Об активно идущем процессе разложения подстилки в этот период свидетельствует и уменьшение отношения C:N, равное 51,5 против 56,3 в июле. Самое высокое отношение C:N отмечается

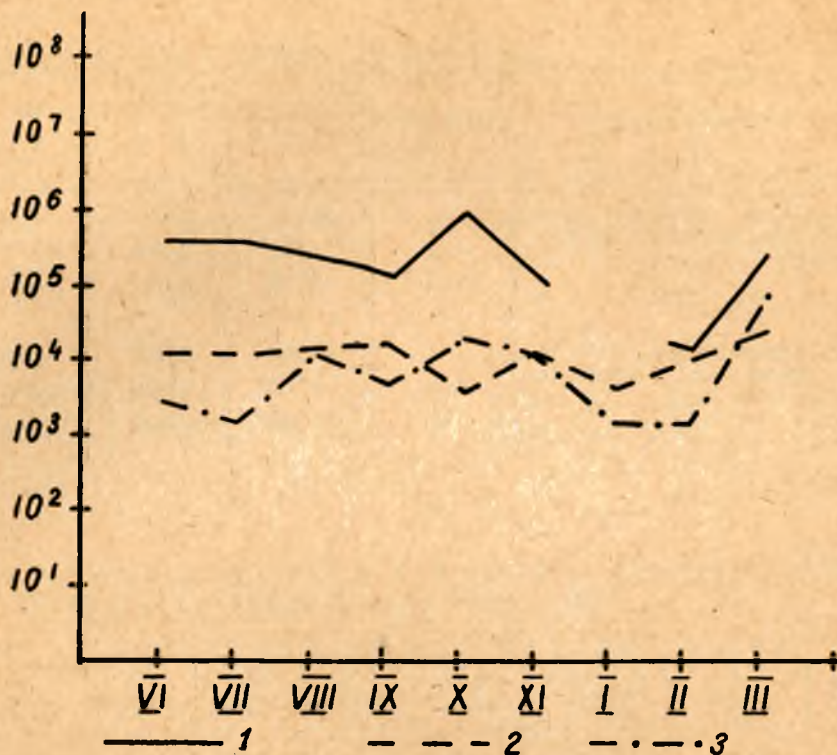


Рис. 5. Сезонные изменения группового состава микрофлоры в подстилке ельника-черничника (данные сектора микробиологии Института леса Карельского филиала АН СССР в 1958—1959 гг.

1 — сапрофитные бактерии; 2 — грибы; 3 — актиномицеты.

в октябре, когда оно равно 85,0 и обусловлено быстрым отмиранием и гумификацией мелких корней и корневых волосков. Увеличение отношения С:N к осени зафиксировано и в почвах Зап. Германии и Венгрии (Feher, 1936).

В подстилке березняка разнотравного не наблюдается августовского минимума в содержании общего углерода, что можно объяснить большой пространственной неоднородностью напочвенного покрова. Однако в августе здесь отмечается очень значительное сужение отношения С:N, которое равняется 47,1 против 57,1 в июне, что является показателем большей минерализации подстилки.

В этот же период заметно выросло в горизонте подстилки количество актиномицетов и грибов (рис. 6).

Следствием активно идущих процессов разложения подстилки ельника-черничника в августе является также увеличение подвижности

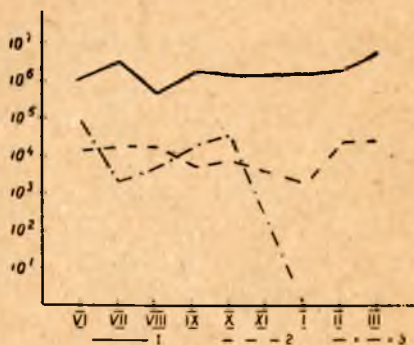


Рис. 6. Сезонные изменения группового состава микрофлоры подстилки березняка разнотравного в 1958—1959 гг. (данные сектора микробиологии Института леса Карельского филиала АН СССР).

1 — сапрофитные бактерии; 2 — грибы; 3 — актиномицеты.

Изменение процентного содержания

Наименование почв	Горизонт	4/VI		
		С, %	N, %	С : N
1. Подзолистая тяжелосуглинистая почва под ельником-черничником	A ₀	35,47	0,6313	56,3
	A ₁ A ₂	1,3943	0,0509	35,9
	A ₂ B	1,0218	0,0721	14,1
2. Дерново-подзолистая супесчаная почва под березняком разнотравным	A ₀	43,33	0,7576	57,1
	A ₁ A ₂	2,7776	0,0830	33,5
	B	0,7052	0,0332	21,2

Изменение соотношения между воднорастворимым, раст дом в подзолистой тяжелосуглинистой поч

Горизонт	4/VI						
	С общий	С в 0,1 n H ₂ SO ₄	% от общего	С в H ₂ O	% от общего	С общий	С в 0,1 n H ₂ SO ₄
A ₀	35,77	0,7699	2,15	0,125	0,35	27,26	0,7755
A ₁ A ₂	4,4765	0,0933	2,08	0,005	0,11	1,26	0,0548
A ₂ B	1,0218	0,0805	7,87	0,000	—	0,14	0,0509

Изменение соотношения между воднорастворимым, раствори в дерново-подзолистой супесчаной почве

Горизонт	14/VI						
	С общий	С в 0,1 n H ₂ SO ₄	% от общего	С в H ₂ O	% от общего	С общий	С в 0,1 n H ₂ SO ₄
A ₀	43,33	1,4031	3,20	0,100	0,23	40,66	1,5686
A ₁ A ₂	2,7777	0,0829	2,98	0,001	0,04	2,1375	0,0278
B	0,7052	—	—	0,001	0,14	0,8156	0,1513

углерода в этот период (рис. 7). Так, в августе процент углерода органического вещества, переходящего в децинормальную серную кислоту, от общего углерода (табл. 5, рис. 7) составляет 2,84 против 2,15 в июне, а процент воднорастворимого углерода от общего соответственно 0,86 против 0,35. В горизонте же A₂B в этот период количество углерода органического вещества, переходящего в децинормальную сернокислую вытяжку, составляет 35,3% от общего углерода против 7,87% в июле. Процент воднорастворимого углерода в августе в горизонте A₂B состав-

Таблица 4

общего углерода и азота в сезон 1958 г.

11/VIII			16/X		
С, %	N, %	C : N	С, %	N, %	C : N
27,26	0,5287	51,5	39,57	0,4655	85,0
1,2623	0,0679	18,5	1,3241	0,0610	21,7
0,1439	0,0222	6,4	0,3598	0,0277	12,9
40,66	0,8671	47,1	36,58	0,7323	48,5
2,1375	0,0823	25,9	2,3837	0,0839	28,4
0,8156	0,0652	12,5	0,9211	0,0388	23,7

Таблица 5

воримым в децинормальной серной кислоте и общим углеро-
ве под ельником-черничником в 1958 г., С%

11/VIII			16/X					
% от общего	С в H ₂ O	% от общего	С общий	С в 0,1 л H ₂ SO ₄	% от общего	С в H ₂ O	% от общего	
2,84	0,236	0,86	39,57	0,8462	2,13	0,228	0,57	
4,34	0,010	0,79	1,3241	0,0530	3,24	0,024	1,81	
35,3	0,010	7,14	0,3598	0,0415	11,5	0,030	8,33	

Таблица 6

мым в децинормальной серной кислоте и общим углеродом
под березняком разнотравным в 1958 г., С %

11/VIII			16/X					
% от общего	С в H ₂ O	% от общего	С общий	С в 0,1 л H ₂ SO ₄	% от общего	С в H ₂ O	% от общего	
3,85	0,294	0,72	35,58	1,6801	4,72	—	—	
1,30	0,011	0,51	2,3837	0,0861	3,61	0,016	0,67	
18,3	0,015	1,83	0,9211	0,1428	15,5	0,016	1,74	

ляет 7,14% от общего углерода. Эти цифры указывают прежде всего вообще на очень большую подвижность углерода в почвах ельника-черничника и, кроме того, на незначительное возрастание ее в августе. Вообще количество органического вещества, как воднорастворимого, так и переходящего в 0,1 л сернокислую вытяжку, подвержено очень значительным сезонным колебаниям.

В почвах под березняком разнотравным отмечены меньшие колебания как в содержании общего углерода, так и углерода органического

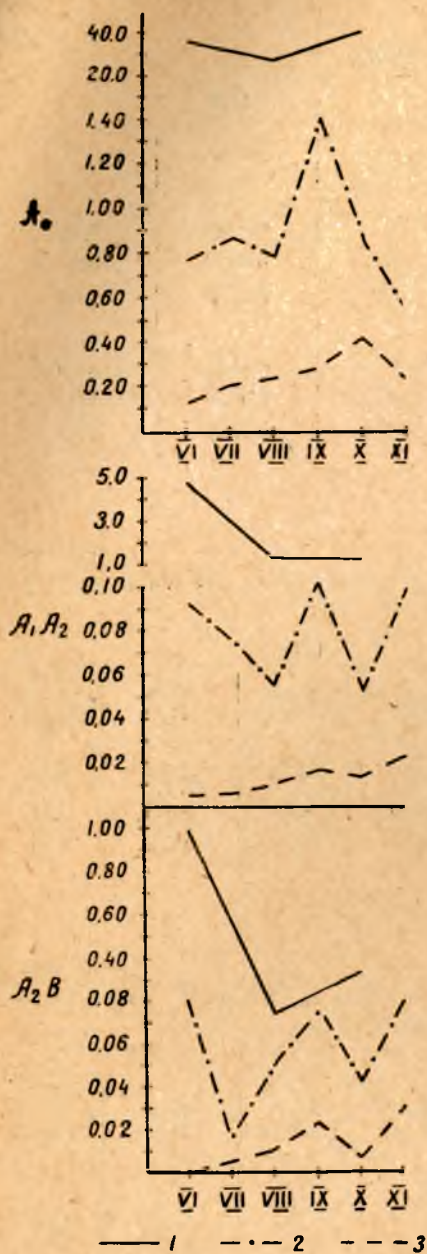


Рис. 7. Изменение соотношения между подвижным и общим углеродом в течение сезона 1958 г. в почвах под ельником-черничником, %.

1 — углерод общий; 2 — углерод, переходящий в дециормальную серную кислоту; 3 — углерод воднорастворимый.

количество зольных элементов, в первую очередь кальция и магния (рис. 9, табл. 7 и 8).

С. П. Кравков (1908) в своих классических работах по разложению растительных остатков пришел к выводу, что «при разложении расти-

вещества, переходящего в водную и 0,1 n сернокислую вытяжки (рис. 8, табл. 6).

Отношение C:N в подстилке березняка разнотравного значительно уже, чем в ельнике, особенно в августе и октябре. Подобные данные получены К. М. Смирновой (1958).

Растворимость органического вещества, как уже отмечалось выше, в почвах под ельником-черничником возрастает в августе, а в почвах под березняком разнотравным в октябре.

По данным А. В. Барановской (1957), увеличение растворимого гумуса наблюдалось в ранне-весенний и осенний периоды.

В почвах под ельником-черничником наблюдаются как большие абсолютные величины углерода воднорастворимого органического вещества, так и процент его от общего углерода (табл. 5, 6).

По мнению Г. Ф. Морозова (1926), «весь химизм лесных почв, насколько он обусловлен лесом, весь подзолообразовательный процесс, коренится, главным образом, в свойствах лесной подстилки и в условиях ее перегнивания».

В результате работ ряда исследователей как у нас, так и за границей это положение Морозова подтверждено и установлено, что лесная подстилка является основным источником питательных веществ, необходимых для роста и развития древесной растительности.

Довольно высокое годовое количество осадков в Карелии и слабое испарение их приводит к периодическому значительному промыванию почв, что в свою очередь обуславливает особую динамичность веществ, находящихся в почвенном растворе.

Нами проводились наблюдения за воднорастворимыми кальцием, магнием и органическим веществом.

Ранняя весна 1957 г. способствовала довольно активному разложению подстилки березняка разнотравного и освобождению значительных коли-

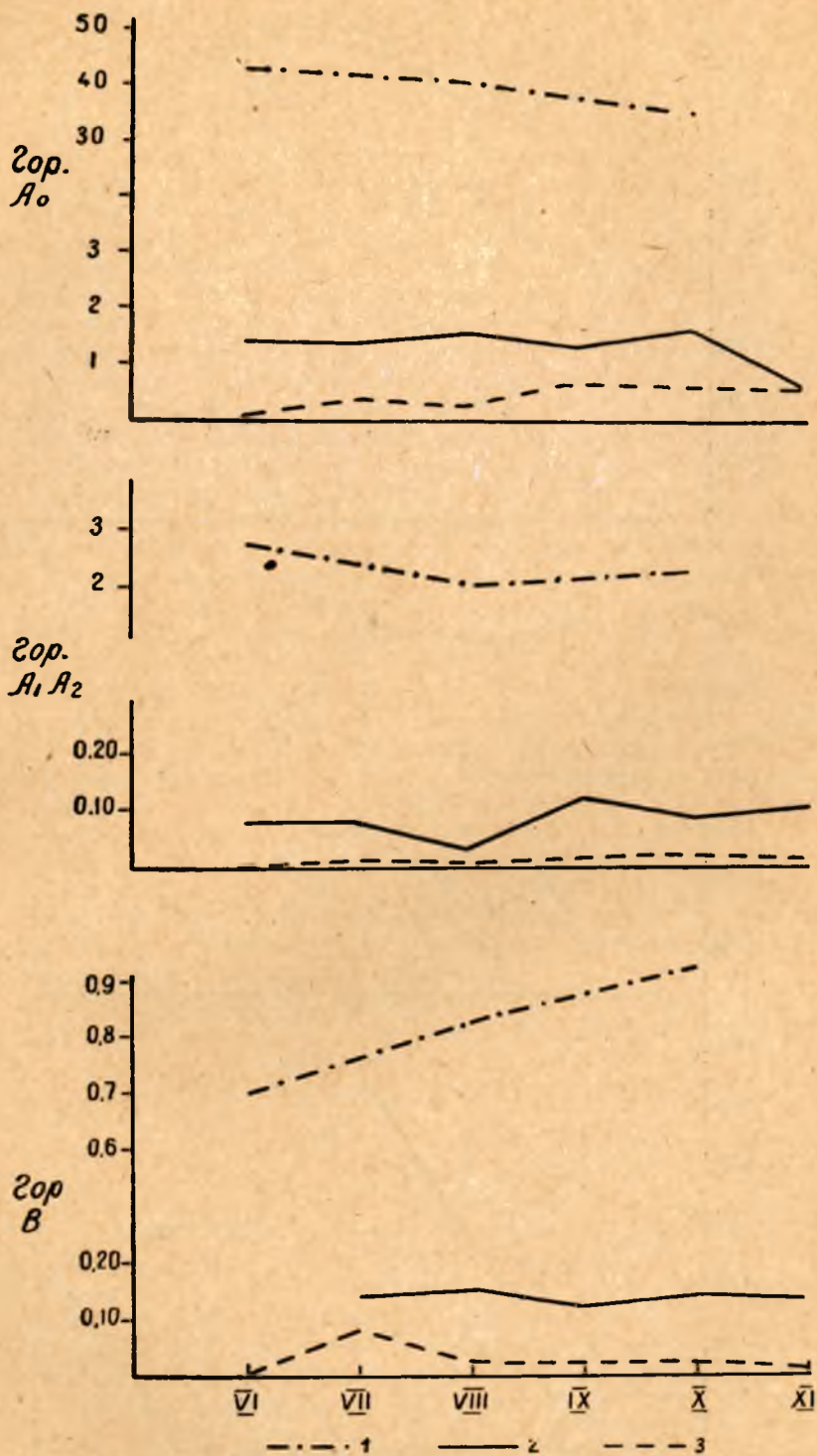


Рис. 8. Изменение соотношения между подвижным и общим углеродом в течение сезона 1958 г. в почвах под березняком разнотравным, %.

1 — углерод общий; 2 — углерод, переходящий в децинормальную серную кислоту; 3 — углерод воднорастворимый.

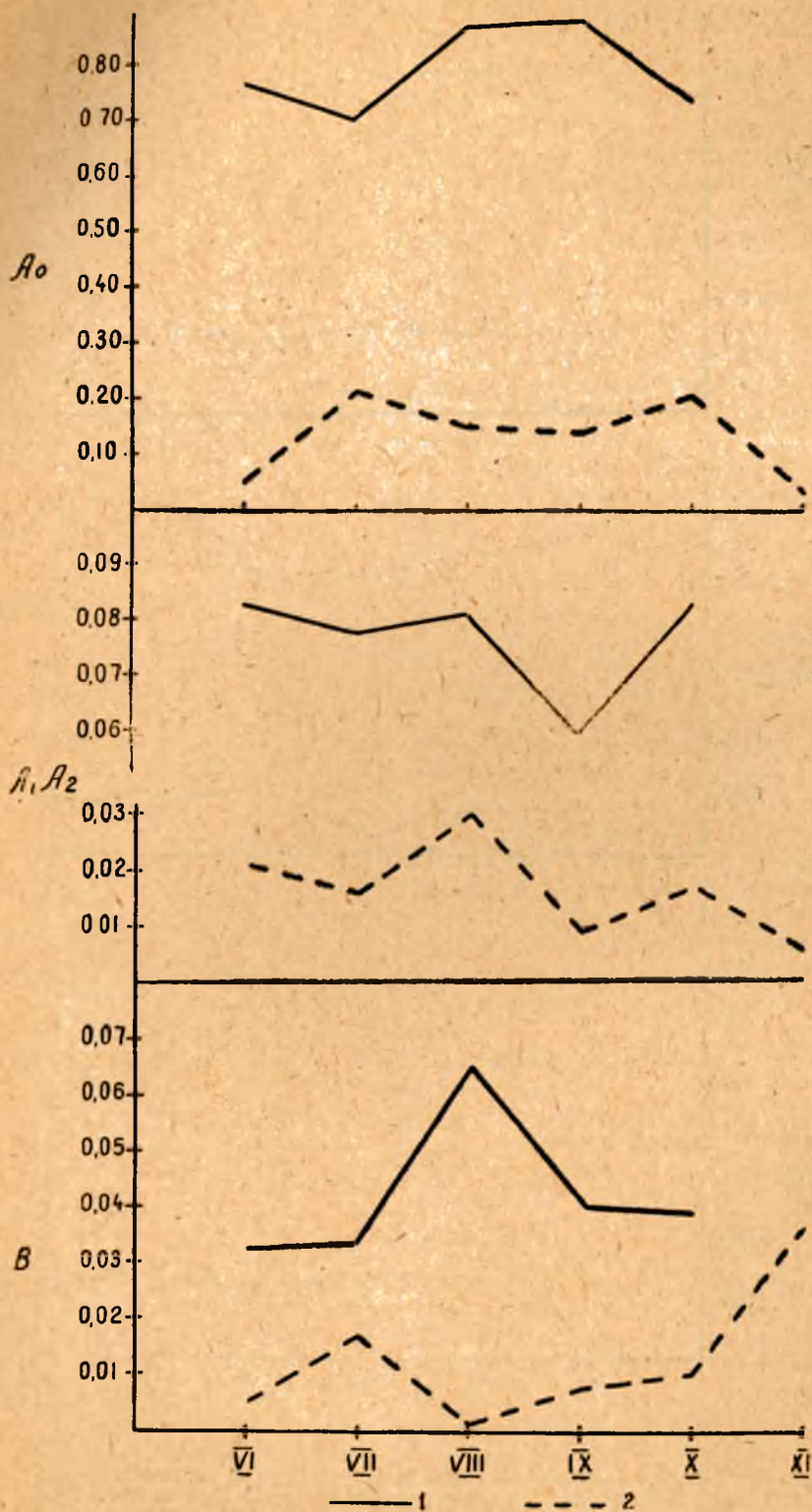


Рис. 9. Сезонная динамика воднорастворимых кальция и магния в почвах под березняком разнотравным.

1 — кальций + магний, м/эква. на 100 г.; 2 — кальций, м/эква. на 100 г.

тельных остатков первыми веществами, идущими в раствор и притом почти нацело, являются известь и магнезия». Обильно прошедшие дожди в середине июня привели к значительному вымыванию кальция и магния, чем, на наш взгляд, объясняется резкое (в три-четыре раза) уменьшение содержания их в июне. Количество воднорастворимого органического вещества в этот период несколько возросло, возможно, в связи с тем, что его меньше связывают воднорастворимые основания (из-за уменьшения их количества). Конец июля был очень теплым и сухим; основания, которые образовались при разложении органического вещества, вымывались незначительно, чем и объясняется увеличение их количества в августе. В последующие сроки количество их меняется незначительно, несколько увеличиваясь к октябрю. Количество воднорастворимого органического вещества несколько уменьшается в августе, вероятнее всего, за счет связывания его основаниями, а в целом имеет тенденцию к увеличению от мая к октябрю (1957 г.).

1958 год был более благоприятным по сравнению с предыдущим для разложения подстилки, что обусловило большее количество оснований в почвенном растворе всех горизонтов под березняком разнотравным. Причем в горизонте подстилки (A_0) количество воднорастворимых оснований увеличивается от июня к сентябрю незначительно и затем резко — от сентября к ноябрю. В горизонтах же A_1A_2 и В максимум содержания оснований наблюдался в августе с последующим уменьшением их количеств, что довольно четко коррелирует с количеством осадков. Обильные осадки первой половины лета способствовали вымыванию образующихся оснований в нижележащие горизонты, где количество их возрастало; последующее уменьшение вымывания (сухие периоды — конец августа и конец сентября) привело к увеличению оснований в горизонте лесной подстилки и соответствовало уменьшению их в минеральных горизонтах. Интересно, что в этот период резко возросла биологическая активность почв (со 150 до 300 мг CO_2).

Самое высокое содержание воднорастворимых кальция и магния отмечено в январе и особенно феврале 1959 г. (до 15,3 м/экв. против 4,5 м/экв. в июне 1958 г.). Вероятно, это связано как с уменьшением потребления их растениями, так и с уменьшением или даже прекращением вымывания в зимний период.

В почвах под ельником-черничником (рис. 10, табл. 9) прежде всего обращает на себя внимание, что абсолютные величины воднорастворимых кальция и магния значительно ниже по сравнению с почвами под березняком разнотравным, а количество воднорастворимого органического вещества выше.

Сезонная динамика воднорастворимых оснований здесь выражена очень ясно, но тяжелый механический состав этих почв накладывает заметный отпечаток на процессы вымывания: обильные осадки июня 1957 г. привели к очень сильному промыванию почв под березняком разнотравным и в этот же срок совершенно не оказали влияния на количество воднорастворимых оснований в почвах под ельником-черничником. В целом количество воднорастворимых оснований возрастает от мая к ноябрю (1957 г.). В 1958 г. воднорастворимых кальция и магния в почве было значительно больше, чем в 1957 г. Очень четко выражен августовско-сентябрьский минимум содержания воднорастворимых оснований в горизонте лесной подстилки и максимум содержания их в горизонтах A_1A_2 и A_2B , свидетельствующий о вымывании оснований в эти горизонты и вымывании их из горизонта A_0 .

В зимний период 1959 г., как и в березняке разнотравном, отмечено высокое содержание воднорастворимых оснований в горизонте лесной

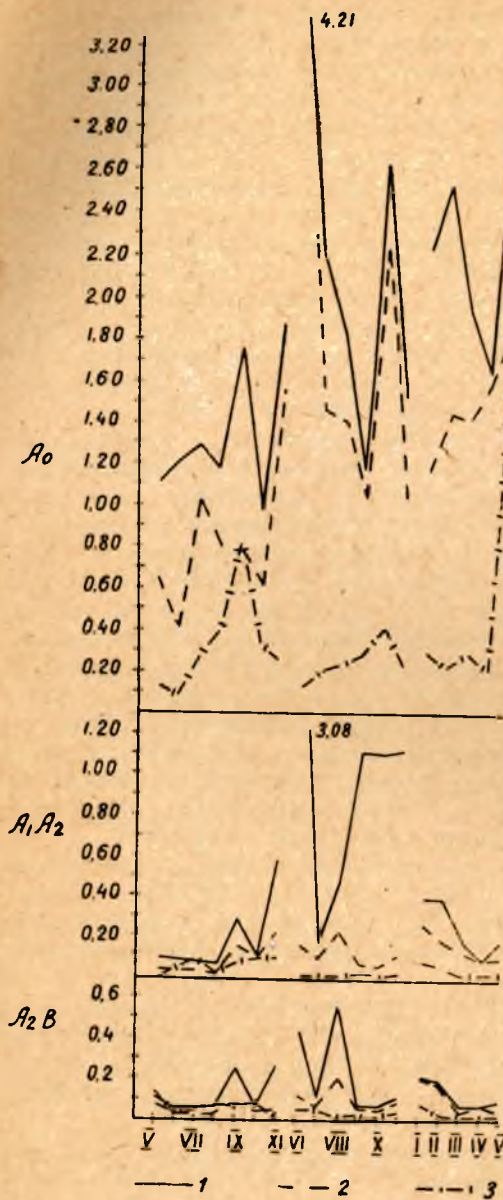


Рис. 10. Сезонная динамика воднорастворимых кальция, магния и углерода под ельником-черничником.

1 — кальций + магний, м/экв. на 100 г почвы; 2 — кальций, м/экв. на 100 г почвы; — 3 углерод, %.

подстилки, обусловленное уменьшением вымывания и потребления их растениями. Резкое уменьшение количества их в апреле является следствием начавшегося вымывания в связи с весенним таянием снега.

Май 1959 г. был довольно теплым и сухим. В этот период, по данным Тягны-Рядно с сотрудниками, резко возросла биологическая активность почв: «дыхание» почв — 500 мг CO_2 против 75 мг в марте, высокие показатели ферментативной активности почв (активности сахаразы и протеазы). В этот срок обнаружено и самое высокое содержание воднорастворимых оснований и углерода органического вещества. Все эти факты свидетельствуют о довольно активно начавшемся процессе разложения подстилки.

Обращает на себя внимание разное соотношение между кальцием и магнием в течение сезона. Так, в подстилке ельника-черничника в июле 1957, сентябре 1958 и апреле 1959 г. в водную вытяжку переходит в основном кальций, магний фактически отсутствует; в июне, августе, сентябре 1957, июне 1958 и январе, феврале и особенно в мае 1959 г. количество магния в водной вытяжке заметно возросло.

В вытяжках из подстилки березняка разнотравного содержание воднорастворимого магния значительно выше, чем в ельнике-черничнике. Кроме того, в березняке разнотравном количество воднорастворимого

магния чаще всего равно, а в отдельные сроки превышает количество воднорастворимого кальция. Поскольку магний входит в число элементов, необходимых растению, являясь составной частью молекулы хлорофилла и оказывая значительное влияние на ход многих биологических и физиологических процессов, то он представляет известный интерес.

Небезынтересно также сопоставление количеств кальция и магния, переходящих в C_1 и сернокислую и водную вытяжки. В горизонте лес-

ной подстилки ельника-черничника (рис. 11) отмечается августовский максимум в содержании растворимых в 0,1 *n* кислоте кальция и магния, свидетельствующий об активно идущем процессе разложения подстилки. Количество воднорастворимых оснований в этот период уменьшается, вымываясь в горизонты A_1A_2 и A_2B , где их число резко растет.

Обильные осадки середины июля вызвали еще более сильное вымывание воднорастворимых кальция и магния, поскольку даже в горизонте A_2B под ельником и горизонте В под березняком в этот срок отмечается уменьшение воднорастворимых оснований.

Безусловно, передвижение этих элементов по профилю почв объясняется не только процессами их вымывания. Здесь большую роль играет древесная и травяная растительность, активно поглощающая все воднорастворимые вещества и уменьшающая содержание воднорастворимых оснований (август).

Обращает на себя внимание, что отношение между кальцием и магнием, растворимыми в 0,1 *n* серной кислоте и воде, также подвержено значительным колебаниям в течение года. Так, в горизонте подстилки ельника-черничника оно порядка 30:1, 25:1, в горизонте A_1A_2 приближается к отношению 5:1, а в горизонте A_2B опять резко возрастает, особенно в ноябре, когда количество оснований, переходящих в кислотную вытяжку, в пятьдесят раз превышает количество их в водной вытяжке.

В почвах под березняком разнотравным несколько иная картина (рис. 12). Здесь количество оснований, растворимых в 0,1 *n* серной кислоте, продолжает оставаться высоким (порядка 90—100 м/экв. на 100 г почвы) в течение всего вегетационного периода (1958 г. начиная с июля). Количество воднорастворимых оснований сильно увеличивается лишь в октябре и ноябре, когда вымывание их было ослаблено уменьшившимся количеством осадков. В августе вымывание шло активно вплоть до горизонта В, где количество их довольно резко возросло.

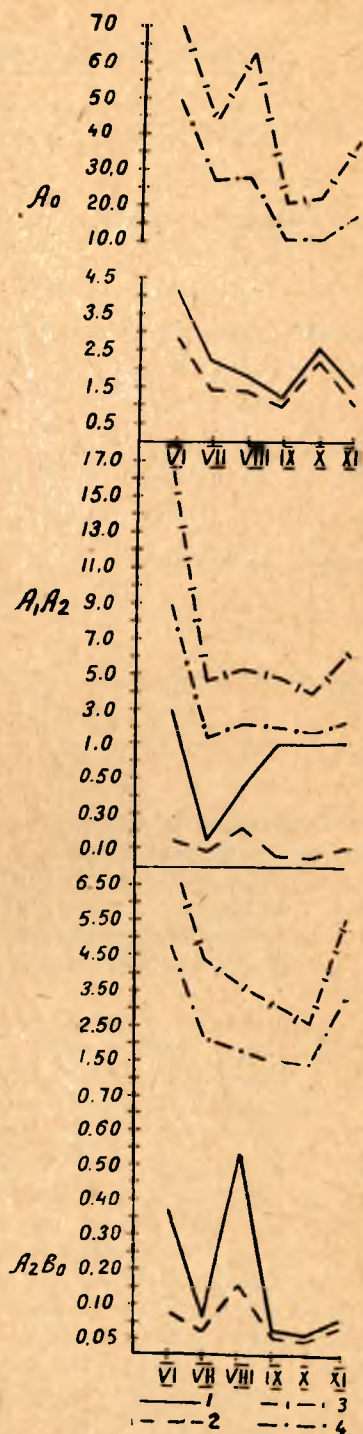


Рис. 11. Отношение воднорастворимых кальция и магния к кальцию и магнию, растворимым в децинормальной серной кислоте в почвах под ельником-черничником.

1 — кальций + магний воднорастворимый; 2 — кальций воднорастворимый; 3 — кальций + магний, растворимые в децинормальной серной кислоте; 4 — кальций, растворимый в децинормальной серной кислоте. Все четыре в м/экв. на 100 г.

Сезонная динамика воднорастворимых веществ дерно

Наименование веществ	Горизонт	1957 г.						
		V	VI	VII	VIII	IX	X	VI
Сумма кальция и магния, м/экв. на 100 г	A ₀	4,59	1,52	2,86	2,40	2,34	2,60	4,55
	A ₁ A ₂	0,09	0,09	0,10	0,12	0,16	0,09	0,30
	B	0,09	0,04	0,07	0,05	0,06	0,07	0,16
Кальций, м/экв. на 100 г	A ₀	1,30	0,43	1,61	1,18	1,03	1,27	2,35
	A ₁ A ₂	0,05	—	0,07	0,05	0,09	0,08	0,22
	B	0,04	—	0,04	0,02	0,04	0,04	0,13
Органическое вещество, С %	A ₀	0,22	0,40	0,26	0,33	0,37	0,51	0,100
	A ₁ A ₂	0,028	0,093	0,022	0,050	0,08	0,026	0,001
	B	0,002	0,015	0,012	0,051	0,072	0,043	0,001
Аммиак, мг на 100 г	A ₀	—	—	—	—	—	—	окр.
	A ₁ A ₂	—	—	—	—	—	—	нет
	B	—	—	—	—	—	—	нет
Аммиак обменный, мг на 100 г	A ₀	—	—	—	—	—	—	—
	A ₁ A ₂	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—

Отношение воднорастворимых кальция и магния к кислоторастворимым в горизонте подстилки здесь значительно уже (1:5; 1:10). В горизонтах A₁A₂ и B это отношение остается таким же, заметно возрастая лишь в ноябре.

Увеличение отношения воднорастворимых оснований к кислоторастворимым свидетельствует о большей энергии минерализации подстилки.

Содержание углерода органического вещества, переходящего в водную вытяжку (рис. 9 и 10, табл. 7, 9) также подвержено очень значительным сезонным колебаниям.

Увеличение его количества обычно приурочено к периодам наиболее активного разложения подстилки, уменьшение — к периодам обильных осадков, приводящих к промыванию. Наряду с этим намечается некоторая корреляция в содержании воднорастворимых кальция и магния и органического вещества. Наличие значительных количеств оснований в почвенном растворе приводит к взаимодействию их с воднорастворимым органическим веществом и связыванию его. Такая закономерность в содержании этих элементов наблюдалась в подстилке березняка разнотравного (рис. 9, табл. 7) в ноябре 1957, июне 1958 и январе 1959 г., а в подстилке березняка разнотравного в июне и августе 1957, июле, октябре и ноябре 1958 г. На подобную корреляцию воднорастворимых органического вещества и кальция указывается в работе А. В. Барановской (1957).

Кислотные свойства как подзолистой тяжелосуглинистой почвы под ельником-черничником, так и дерново-подзолистой супесчаной почвы под березняком разнотравным меняются в течение сезона очень заметно (рис. 13, 14).

Таблица 7

во-подзолистой почвы под березняком разнотравным

1958 г.					1959 г.				
VII	VIII	IX	X	XI	I	II	III	IV	V
4,77	4,76	5,16	8,73	9,5	9,6	15,3	6,0	9,5	5,4
0,16	0,55	0,09	0,14	0,11	0,11	0,17	0,12	0,13	0,19
0,08	0,46	0,07	—	0,08	0,11	0,12	0,05	0,10	0,12
2,82	2,80	3,53	5,78	4,9	5,65	8,00	3,17	4,61	1,44
0,09	0,30	0,07	0,10	0,06	0,07	0,11	0,09	0,12	0,09
0,06	0,30	0,05	—	0,08	0,09	0,08	0,05	0,10	0,06
0,408	0,294	0,648	—	0,549	0,715	0,861	0,342	1,015	1,216
0,007	0,011	0,020	0,016	0,025	0,020	0,010	0,009	0,011	0,020
0,077	0,025	0,007	0,006	0,013	0,024	0,002	0,010	0,006	0,024
9,8	2,92	7,10	2,00	17,9	сл.	сл.	окр.	сл.	сл.
нет	нет	нет	0,41	нет	нет	сл.	сл.	сл.	сл.
нет	2,92	нет	0,44	нет	нет	сл.	сл.	сл.	сл.
—	—	—	9,34	14,6	22,4	46,7	9,55	10,53	окр.
—	—	—	0,65	1,13	1,75	1,93	1,51	сл.	1,31
—	—	—	0,57	1,26	1,37	1,42	1,12	0,93	0,88

Таблица 8

Сезонная динамика веществ дерново-подзолистой почвы под березняком разнотравным, переходящих в 0,1 л сернокислую вытяжку

Наименование веществ	Горизонт	1958 г.					
		VI	VII	VIII	IX	X	XI
Сумма кальция и магния, м/экв. на 100 г	A ₀	18,7	100,4	88,3	108,8	91,1	96,5
	A ₁ A ₂	4,05	3,83	2,86	3,10	2,0	3,67
	B	1,00	0,88	1,67	1,13	2,20	0,44
Кальций, м/экв. на 100 г	A ₀	6,54	61,2	58,9	69,1	59,7	45,8
	A ₁ A ₂	2,79	2,11	1,67	1,79	1,56	2,01
	B	0,82	0,44	1,15	0,79	1,76	0,13
Фосфорная кислота, P ₂ O ₅ мг на 100 г	A ₀	46,0	25,5	42,4	14,7	16,0	нет
	A ₁ A ₂	2,18	нет	1,60	1,09	нет	53,4
	B	2,36	нет	4,10	1,02	нет	сл.
Железо, мг на 100 г	A ₀	нет	нет	нет	сл.	нет	нет
	A ₁ A ₂	107,5	101,0	74,04	58,8	114,2	142,0
	B	107,5	85,0	62,5	58,8	95,0	76,0
Сумма полуторных окислов, R ₂ O ₃ %	A ₀	6,26	0,51	0,86	2,8	2,74	1,70
	A ₁ A ₂	1,51	0,51	0,33	0,79	0,76	0,99
	B	1,45	0,86	1,50	1,11	1,47	1,15
Азот, %	A ₀	0,047	0,2073	0,1460	0,1347	0,2091	0,0485
	A ₁ A ₂	0,021	0,0159	0,0031	0,0089	0,0173	0,0056
	B	0,005	0,0170	0,0011	0,0078	0,0098	0,0367
Органическое вещество, С%	A ₀	1,4031	1,3771	1,5616	1,2778	1,6801	0,6616
	A ₁ A ₂	0,0829	0,0829	0,9278	0,1189	0,0861	0,108
	B	—	0,1405	0,1513	0,1226	0,1428	0,1262

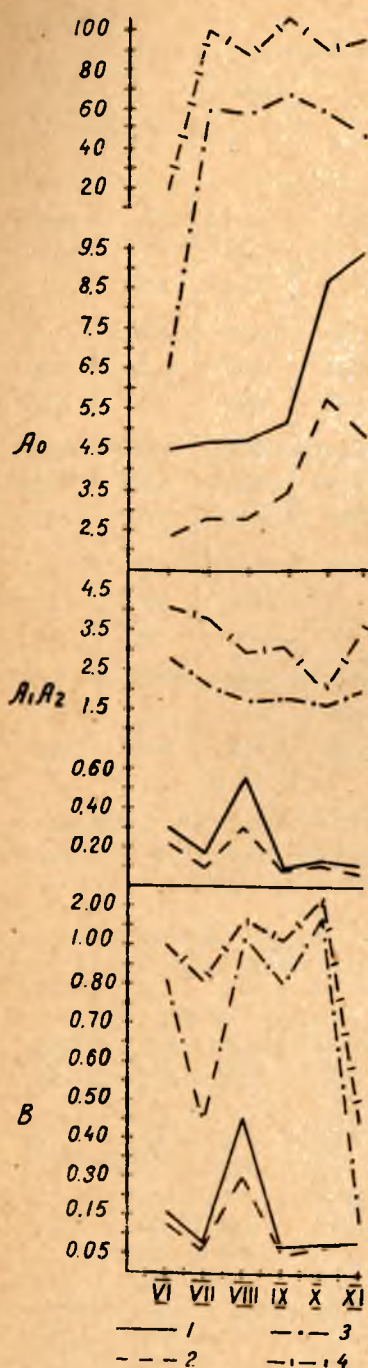


Рис. 12. Отношение воднорастворимых кальция и магния к кальцию и магнию, растворимым в децинормальной серной кислоте, в почвах под березняком разнотравным.

1 — кальций + магний воднорастворимые; 2 — кальций воднорастворимый; 3 — кальций + магний, растворимые в децинормальной серной кислоте; 4 — кальций, растворимый в децинормальной серной кислоте. Все четыре в м.экв. на 100 г.

В почвах под ельником-черничником (рис. 13) самый низкий рН водной вытяжки в горизонте лесной подстилки в сравнении с минеральным горизонтом. В 1957 г. рН всего почвенного профиля незначительно повысилось от мая к ноябрю, несколько понижаясь в июле и сентябре. Титруемая кислотность горизонта лесной подстилки заметно повышается в летние месяцы (июнь — сентябрь), затем падает, приближаясь в ноябре к величине ее в мае.

В 1958 г. активность водородных ионов менялась очень мало, титруемая кислотность горизонта лесной подстилки возросла в летние месяцы (июль — октябрь), в ноябре ее величина резко упала.

Очень заметно подкисление почв в марте 1959 г. рН падает больше чем на единицу (с 6,3 до 5,1); при этом титруемая кислотность почти не меняется.

Сопоставление величин титруемой кислотности и рН в некоторой степени позволяет подойти к характеристике кислот, обуславливающих кислотность водных вытяжек из подстилок (Роде, 1941).

Так, уменьшение титруемой кислотности в подстилке ельника-черничника в ноябре 1958 г., сопровождаемое уменьшением рН, свидетельствует о появлении в растворе более сильных, хорошо диссоциирующих кислот; увеличение же титруемой кислотности при возросшем рН в январе 1959 г. указывает на появление в почвенном растворе кислот с меньшей активностью водородных ионов, т. е. более слабых.

Почвы под березняком разнотравным (рис. 14) характеризуются более высокими значениями рН, причем в отличие от ельника-черничника рН лесной подстилки выше и иногда значительно (июль и октябрь 1957 г.), чем рН минеральных горизонтов. Это вполне закономерно, так как подстилка березняка разнотравного состоит в основном из опавших листьев, содержащих значительное количество оснований. Обращает на себя внимание, что при таких высоких значениях рН определяются значительные величины титруемой кислотности, которая здесь может быть обусловлена лишь слабыми кислотами и, в первую очередь, видимо, угольной кислотой. Особенно большая величина титруемой кислот-

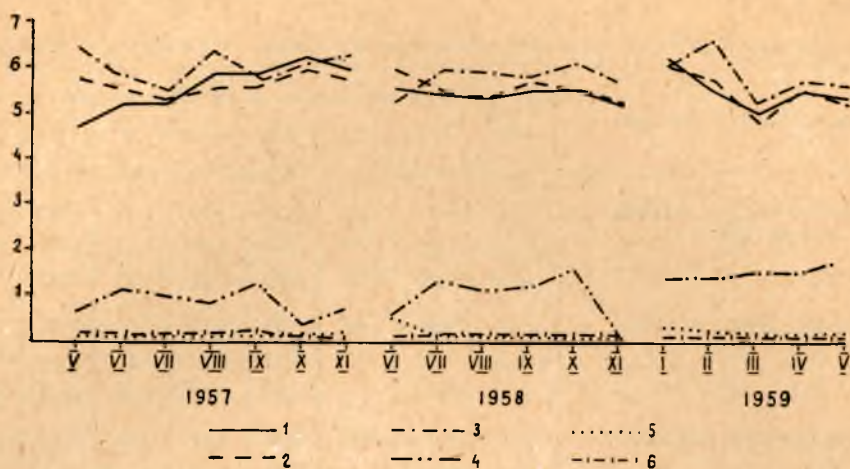


Рис. 13. Изменение кислотных свойств подзолистой тяжелосуглинистой почвы под ельником-черничником. рН водной вытяжки горизонтов: A_0 (1); A_1A_2 (2); A_2B (3). Титруемая кислотность горизонтов: A_0 (4); A_1A_2 (5); A_2B (6).

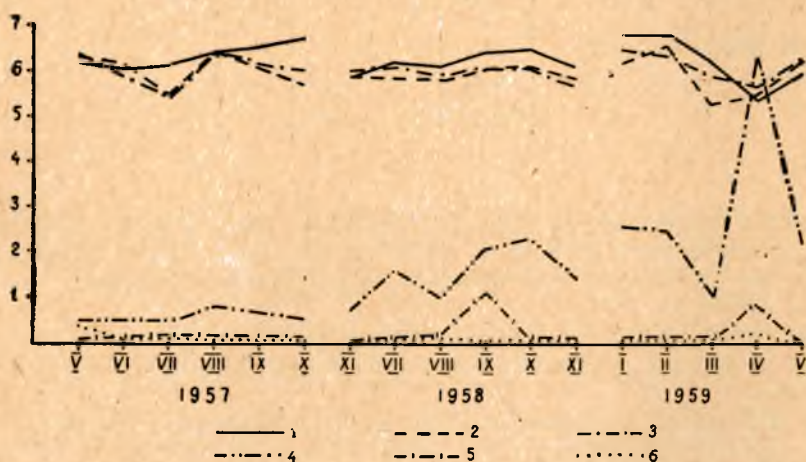


Рис. 14. Изменение кислотных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под березняком разнотравным. рН водной вытяжки горизонтов A_0 (1); A_1A_2 (2); B (3). Титруемая кислотность горизонтов: A_0 (4); A_1A_2 (5); B (6).

ности отмечена в апреле 1959 г. На наш взгляд, в этот период слабые органические и угольная кислоты принимают наибольшее участие в создании кислотности водной вытяжки.

Воднорастворимый аммиак в минеральных горизонтах, как правило, не обнаруживался, а в горизонтах подстилки определение его было затруднено окрашиванием вытяжек. В связи с этим, начиная с октября 1958 г., мы стали определять обменный аммиак (табл. 7, 9).

Самое высокое содержание обменного аммиака обнаружено в подстилках, при этом отмечено значительное увеличение его количества от октября 1958 к февралю 1959 г. Эта закономерность характерна для почв под обоими типами леса. В подстилке ельника-черничника его

Сезонная динамика воднорастворимых веществ подзоли

Наименование анализа	Гори- зонт	1957 г.						
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Сумма кальция и магния, м/экв. на 100 г	A ₀	1,11	1,22	1,30	1,18	1,79	0,98	1,91
	A ₁ A ₂	0,10	—	0,06	0,07	0,29	0,10	0,60
	A ₂ B	0,12	0,05	0,06	0,07	0,27	0,07	0,28
Кальций, м/экв. на 100 г	A ₀	0,67	0,42	1,04	0,8	0,8	0,62	1,57
	A ₁ A ₂	0,04	—	0,04	0,02	0,16	0,10	0,23
	A ₂ B	0,08	—	0,03	0,03	0,09	0,05	0,05
Органическое вещество, С %	A ₀	0,140	0,09	0,28	0,41	0,85	0,33	0,26
	A ₁ A ₂	0,004	—	0,09	0,033	0,083	0,103	0,101
	A ₂ B	0,015	0,03	0,04	0,078	0,073	0,088	0,027
Аммиак, мг на 100 г	A ₀	—	—	—	—	—	—	—
	A ₁ A ₂	—	—	—	—	—	—	—
	A ₂ B	—	—	—	—	—	—	—
Аммиак обменный, мг на 100 г	A ₀	—	—	—	—	—	—	—
	A ₁ A ₂	—	—	—	—	—	—	—
	A ₂ B	—	—	—	—	—	—	—

количество возрастает от 8,99 до 27,79 мг на 100 г, а в подстилке березняка разнотравного от 9,34 до 46,73 мг на 100 г. После февральского максимума наступает уменьшение количества обменного аммиака (к маю 1959 г.).

На резкое увеличение подвижных форм азота (нитратов) в зимний период (февраль) указывает Feher (1936) для почв Венгрии и Западной Германии.

В минеральных горизонтах количество обменного аммиака резко уменьшается в сравнении с содержанием его в подстилках, а закономерность изменения его количества в течение сезона сохраняется та же — увеличение от октября к февралю и последующее снижение в мае (1959 г.). На наш взгляд резкое увеличение обменного аммиака в зимний период связано с накоплением его в связи с уменьшением вымывания и потребления его растительностью. Наряду с этим весьма вероятно, что образование аммиака частично продолжается и при пониженных температурах в зимний период. Данные сектора микробиологии указывают на то, что микробиологические процессы идут довольно активно и в зимний период (рис. 5, 6). Так, зимой в почвах под березняком разнотравным количество сапрофитных бактерий возрастает, под ельником-черничником оно хотя несколько уменьшается, но параллельно уменьшается и количество грибов, являющихся в этих условиях потребителями аммиака. В связи с этим увеличение аммиака в зимний период частично может быть обусловлено уменьшением потребления его микроорганизмами.

Содержание подвижного фосфора (табл. 8 и 10) также подвержено значительным колебаниям в течение вегетационного периода. Очень четко выделяется его июльский минимум, отмечаемый в обоих типах

Таблица 9

той тяжелосуглинистой почвы под ельником-черничником

1958 г.						1959 г.				
VI	VII	VIII	IX	X	XI	I	II	III	IV	V
4,21	2,18	1,83	1,17	2,61	1,51	2,22	2,54	1,94	1,64	3,05
3,08	0,17	0,47	1,10	1,10	1,17	0,40	0,40	0,18	0,09	0,19
0,45	0,11	0,59	0,07	0,06	0,11	0,21	0,19	0,06	0,07	0,09
2,94	1,46	1,41	1,03	2,25	1,03	1,17	1,45	1,42	1,59	1,88
0,17	0,10	0,23	0,07	0,06	0,12	0,28	0,19	0,13	0,09	0,10
0,13	0,07	0,21	0,05	0,04	0,09	0,28	0,19	0,04	0,07	0,04
0,125	0,211	0,236	0,292	0,423	0,228	0,312	0,227	0,296	0,215	1,891
0,005	0,006	0,010	0,017	0,014	0,024	0,081	0,060	0,019	0,012	0,017
0,060	0,095	0,016	0,023	0,010	0,030	0,081	0,012	0,003	0,007	0,015
окр.	7,43	2,7	2,5	15,3	14,1	сл.	сл.	окр.	сл.	сл.
сл.	нет	нет	нет	нет	нет	сл.	сл.	нет	сл.	сл.
сл.	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	сл.	сл.	сл.
—	—	—	—	9,0	9,8	13,4	27,8	14,8	11,4	8,0
—	—	—	—	0,33	1,2	2,6	4,2	1,8	0,7	0,67
—	—	—	—	0,21	0,84	1,5	1,8	0,8	сл.	0,68

леса и по всем горизонтам. Это период очень теплой и влажной погоды, когда растения усиленно вегетировали и использовали фосфор. В августе наблюдается некоторое увеличение его содержания. Общая же тенденция в изменении содержания фосфора — уменьшение от весны к осени (от июня к ноябрю). В минеральных горизонтах подвижный фосфор не обнаруживается уже в сентябре, а в ноябре даже в подстилке. Очевидно, разложение подстилки в этот период шло замедленно, в связи с чем количество освобождающегося фосфора резко упало. Уменьшение количества фосфора может быть объяснено использованием его растениями и частично, возможно, благодаря связыванию с полуторными окислами, количество которых в этот период возрастает. Вообще надо отметить, что зависимость между содержанием подвижного фосфора и полуторных окислов сохранялась в основном обратнопропорциональной в течение всего вегетационного сезона.

ВЫВОДЫ

1. Основные питательные вещества, поступающие с опадом и отмирающей травяной и моховой растительностью, накапливаются в горизонте лесной подстилки, в котором и отмечено наибольшее количество как воднорастворимых, так и растворимых в децинормальной серной кислоте веществ. В минеральных горизонтах количество их резко падает.

2. Содержание в лесных почвах воднорастворимых и растворимых в 0,1 n H₂SO₄ веществ подвержено значительным колебаниям в течение

Таблица 10

Сезонная динамика веществ, переходящих в 0,1 п сернокислую вытяжку, подзолистой тяжелосуглинистой почвы под ельником-черничником

Наименование веществ	Горизонт	1958 г.					
		VI	VII	VIII	IX	X	XI
Сумма кальция и магния, м/экв. на 100 г	A ₀	69,89	43,77	65,2	20,8	23,13	38,6
	A ₁ A ₂	16,65	4,67	5,33	4,89	3,79	6,20
	A ₂ B	7,96	4,40	3,66	3,08	2,56	5,63
Кальций, м/экв. на 100 г	A ₀	49,96	27,36	28,2	11,1	11,6	17,91
	A ₁ A ₂	9,07	1,42	2,21	2,00	1,85	2,36
	A ₂ B	4,96	2,22	1,85	1,54	1,41	3,32
Фосфорная кислота, P ₂ O ₅ мг на 100 г	A ₀	32,43	28,64	37,0	15,7	24,8	нет
	A ₁ A ₂	3,91	нет	1,92	нет	нет	нет
	A ₂ B	3,23	1,46	2,61	1,92	1,09	сл.
Железо, мг на 100 г	A ₀	463,7	сл.	157,4	301,0	нет	224,0
	A ₁ A ₂	59,63	146,9	96,9	122,4	105,0	12,4
	A ₂ B	117,66	92,35	95,0	113,0	85,0	8,2
Сумма полуторных окислов, R ₂ O ₃ %	A ₀	8,49	0,57	2,89	2,52	0,33	4,91
	A ₁ A ₂	0,82	0,93	0,80	0,63	0,67	1,06
	A ₂ B	0,61	0,46	0,49	0,72	0,49	0,83
Азот, %	A ₀	0,1555	0,1439	0,1113	0,1453	0,1453	0,0791
	A ₁ A ₂	0,0054	0,0117	—	0,0150	0,0116	0,0022
	A ₂ B	0,0031	0,0153	0,0106	0,0141	0,0083	0,2033
Органическое вещество, С %	A ₀	0,7699	0,8581	0,7755	1,4023	0,8462	0,5244
	A ₁ A ₂	0,0933	0,0768	0,0548	0,1093	0,0530	0,1019
	A ₂ B	0,0805	0,0166	0,0509	0,0748	0,0415	0,081

сезона и определяется главным образом свойствами лесной подстилки и условиями ее разложения и промывания, среди которых наряду с биологическим фактором важную роль играют метеорологические условия, в первую очередь, температура и влажность.

Оптимальные условия разложения подстилки приводят к увеличению подвижных элементов питания растений в почвах. Избыточные осадки могут вызывать вымывание их.

Большое влияние на динамику питательных веществ в почве оказывает древесная растительность, потребляющая в отдельные периоды вегетации значительные количества зольных элементов и азота.

3. Изучение сезонной динамики только воднорастворимых веществ не дает возможности достаточно полно характеризовать пищевой режим почв, так как в водной вытяжке мы не могли количественно определить доступными нам методами такие элементы, как фосфор, калий, алюминий, железо и др.

4. В почве под березняком разнотравным в сравнении с почвой под ельником-черничником значительно больше подвижных кальция, магния, фосфора, азота и других элементов питания. Эти почвы характеризуются меньшей кислотностью, большим количеством микроорганизмов, особенно бактериальной микрофлоры.

5. Для повышения производительности древостоя необходимо разработать такую систему лесохозяйственных мероприятий, которая способствовала бы освобождению основных питательных веществ из раз-

лагающей подстилки в период наибольшей потребности в них древесных растений.

При научном обосновании этой системы наряду с лесоводственными данными должны быть использованы данные по сезонной динамике элементов питания и микрофлоры в почве.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова М. М. Сезонная изменчивость некоторых химических свойств лесной подзолистой почвы. «Тр. Почв. ин-та АН СССР», т. 25, 1947.
- Барановская А. В., Дараган-Сушова А. Ю., Глобус А. М. Итоги наблюдений за изменчивостью почв Вологодской области. В кн.: «Сборник работ Центрального музея почвоведения», вып. 2, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957.
- Бурсова А. И. Роль опада и корней растений в развитии химических свойств почв. «Тр. Всесоюз. заочн.-лесотехн. ин-та», вып. 3, 1958.
- Геммерлинг В. В. Русские исследования в области изучения динамики естественных почв. «Бюлл. почвовед», 1927, № 5—6.
- Дмитриева Н. В., Сабельникова В. И., Лунева Р. И. О динамике химических свойств лесных почв Кодр (предварительное сообщение). «Изв. Молдавск. филиала АН СССР», 1959, № 4(49).
- Егорова Н. В. О сезонных изменениях химических свойств в почвах южной Карелии. «Тр. Карел. филиала АН СССР», вып. 9, 1958.
- Зайцев Б. Д. Растворимость в воде гумуса почв Охтенской лесной дачи. «Изв. Лесн. ин-та», вып. 35, 1926.
- Зонн С. В., Алешина А. К. О воздействии дубовых лесов на почвы. «Тр. Ин-та леса АН СССР», т. 7, 1951.
- Корсакова М. А. Итоги стационарных работ по биодинамике почв. «Тр. Ин-та с.-х. микробиологии», т. 4, вып. 1, 1930.
- Кравков С. П. Материалы по изучению процессов разложения растительных остатков в почве. СПб., 1908.
- Кудрявцева А. А. Превращение форм азота в почве в связи с нитрификацией. «Науч.-агрономич. журн.», 1924, № 4.
- Морозов Г. Ф. Учение о лесе. Л., ГИЗ, 1926.
- Орфанитский Ю. А. Варьирование некоторых химических свойств подзолистой почвы на вырубке. «Почвоведение», 1957, № 10.
- Роде А. А. О свойствах воднорастворимых веществ лесных подстилок. Там же, 1941, № 3.
- Смирнова К. М., Громашева Б. Н. Динамика химических свойств почв под хвойными зеленомоховыми лесами. Там же, 1955, № 6.
- Смирнова К. М., Глазунова Н. М. Динамика химических свойств почв под березняком разнотравным. «Вестн. МГУ», 1958, № 2.
- Степанов П. Н. Процесс минерализации опадающей листвы и хвои деревьев и кустарников. «Почвоведение», 1940, № 9.
- Сукачев В. Н. Основы теории биогеоценологии. В кн.: «Юбилейный сборник к 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции», М.—Л., Изд-во АН СССР, 1947.
- Тюлин А. Ф., Щербина К. Г. Биологический круговорот азота и фосфора между растительностью и почвой в широколиственных лесах южной части лесостепи за вегетационный период. ДАН СССР, новая серия, 1954, т. 17, № 1.
- Шелоумова А., Фраерман В. Исследования по биодинамике почв. «Тр. Ин-та с.-х. микробиологии», т. 3, 1928.
- Шмук А. А. Динамика режима питательных веществ в почве. М., Пищепромиздат, 1950.
- Шумаков В. С. Динамика разложения растительных остатков и взаимодействие продуктов их разложения с лесной почвой. «Тр. ВНИИЛХ», т. 1, вып. 24, 1941.
- Шумаков В. С. Азотный режим почвы в двух типах соснового леса. В кн.: «Сборник работ по лесн. хоз-ву Всесоюз. ин-та лесоводства и механизации лесн. хоз-ва», вып. 35, 1958.
- Teher D. und Frank M. Untersuchungen über den periodischen Kreislauf des Stickstoffes des Phosphors und des Kaliums in den Waldboden. Zeitschrift für Pflanzenernährung Düngung und Bodenkunde. Band, 43, Heft 1/2. 1936. Berlin.