

ЛЕСНОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 634.0.114.351

Р. К. КЫЛЛИ

**ДИНАМИКА ФРАКЦИОННОГО И ЗОЛЬНОГО СОСТАВА
ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК НА БУРО-ПСЕВДОПОДЗОЛИСТЫХ,
БУРЫХ ЛЕСНЫХ И РЕНДЗИННЫХ ПОЧВАХ**

Для изучения разложения опада в ходе формирования подстилки и для характеристики биологического круговорота веществ необходимо в составе общей подстилки выделять фракции растительного происхождения (фитогенная подстилка).

Показано, что разложение опада протекает примерно с одинаковой скоростью на буро-псевдоподзолистых (модер) и бурых (муллевая) почвах, а минерализация (или гумификация) разложенных фракций опада более интенсивна на бурых почвах.

Подстилка и продукты ее гумификации и минерализации играют большую роль в накоплении почвенного гумуса, а также влияют на его качественный состав, от которого зависит продуктивность леса. Хотя подстилка (гор. A_0) образуется главным образом из лесного опада, немаловажная роль при ее формировании принадлежит также минеральным частицам гумусового горизонта, попадающим в подстилку, и дождевым водам, обогащенным химическими элементами при просачивании через кроны деревьев и живой напочвенный покров [11].

Накопление и зольный состав подстилки зависят не только от количества и состава опада, но в большей мере от скорости разложения и условий минерализации последнего и от характера вымывания зольных элементов в почву при формировании подстилки. Скорость разложения сильно варьирует в зависимости от состава (фракционного, зольного и биохимического) опада, структуры фитоценоза, деятельности микроорганизмов и почвенных беспозвоночных, а также от почвенных, климатических и других условий местообитания [1, 2, 8].

При определении запасов лесной подстилки практически невозможно отделить ее органическую часть от минеральных почвенных частиц. Но для изучения биологического круговорота и разложения опада необходимо знать именно ту часть лесной подстилки, которая имеет фитоценотическое (растительное) происхождение. Поэтому мы в дальнейшем выделяем так называемую фитогенную (или чистую) подстилку в отличие от лесной (общей или загрязненной подстилки).

Общие запасы зольных элементов в лесных подстилках хвойных лесов таежной зоны, в зависимости от скорости разложения, весьма велики (150—200 кг/га). Наиболее богатыми ими являются подстилки лиственных лесов [8].

Для изучения зольного состава лесной подстилки и для характеристики роли зольных элементов лесного опада в образовании подстилки необходимо знать зольный состав ее фитогенной части.

Нами проведены исследования на лесных стационарах кафедры почвоведения и агрохимии ЭСХА в течение 1967—1969 гг. одновременно с изучением состава и динамики лесного опада [3], почв [6, 7], структуры фитомассы [4, 5] и разложения и превращения органического вещества [1].

Объектами исследования служили лесные подстилки ельника (1) и сосняка-кисличника (2) на псевдоподзолистых почвах, ельника кислично-перелескового на бурой лессивированной почве (3), ельника (4) и дубняка (5) перелескового на бурых типичных почвах и ельника перелескового на рихтовой рендзине (6). Характеристика древостоев, подлеска и живого напочвенного покрова приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика фитоценозов

Номер типа биогеоценоза *	Древесный ярус						Фитомасса других ярусов, ц/га		
	состав	средний возраст	полнота	запас, м ³	класс бонитета	фитомасса, т/га	подрост и подлесок	травянистые растения	мхн
1	10Е	80	0,86	451	I	302	36,3	14,4	15,2
2	9С 1Е+Б	73	1,31	642	Ia	373**	Не опр.	4,5	15,0
3	8Е 10л1Б	51	0,81	201	I	190	58,3	13,3	11,6
4	9Е1ДБ+С	84	0,70	287	II	244	53,8	24,0	14,0
5	10Д+Б	200	0,64	163	IV	165**	Не опр.	30,7	3,0
6	10Е+СБ	54	1,0	338	I	203**	»	19,2	14,0

* Названия в тексте.

** Вычислено косвенно по таксационным данным.

Запас подстилки учитывали в 10—20 повторностях при помощи металлического шаблона (0,1 м²) 3 раза в течение вегетационного периода: весной (I аспект в таблицах и на рисунках), летом (II аспект) и осенью (III аспект). В каждый аспект были взяты средние образцы подстилки. Средние образцы каждого срока исследования разделялись по следующим фракциям: 1 — свежий и полуразложившийся опад (хвоя, листья, ветви, шишки, кора, остатки мхов и травянистых растений); 2 — хорошо и полуразложившаяся часть лесной подстилки (неопределенная по происхождению); 3 — почва, загрязняющая подстилку. Для установления доли почвы в подстилке мы допускали, что выделяемая при зольном анализе фракция «механические примеси» практически происходит от почвы. Только незначительная доля примесей может все же являться растительной (продукты распада) по происхождению. Общую зольность и содержание механических примесей определяли в средних образцах подстилки, а также в образцах почвы, взятых из подподстилочных горизонтов. На основании содержания примесей рассчитывали содержание почвы в общей подстилке. Фитогенную подстилку определяли путем вычитания почвенной части из общей подстилки. Хорошо разложившуюся часть подстилки устанавливали путем вычитания полученных после фракционирования неразложившихся частей опада из фитогенной подстилки.

Для определения объемного веса измеряли мощность подстилки в шаблоне (в мм), причем среднюю мощность для каждой повторности получали на основании 6—9 измерений. Все данные представлены в пересчете на сухой вес.

Для характеристики формирования лесной подстилки определили коэффициенты аккумуляции (или разложения). Абсолютные коэффициенты аккумуляции представляют собой отношение количеств фракций подстилки к соответствующим фракциям годичного опада, а относительные коэффициенты — отношение доли фракций неразложившейся части подстилки к их долям в годичном опаде. Сопоставление неразложившейся

Таблица 2

Аккумуляция отдельных фракций лесного опада в лесной подстилке *

Часть	Номер типа биогеоценоза					Среднее
	1	2	3	4	5	
Хвоя	1,7	1,2	1,6	1,0	—	1,4
	0,9	0,8	1,0	0,8	—	0,9
Листья	0,4	1,1	0,5	0,7	0,5	0,6
	0,2	0,8	0,4	0,6	0,8	0,6
Ветви	2,8	3,7	3,3	3,3	1,6	3,0
	1,5	2,7	2,2	2,5	2,8	2,3
Кора	6,2	2,1	3,8	5,3	6,0	4,7
	3,6	1,5	3,2	4,3	9,6	4,4
Шишки	1,4	1,0	2,3	1,3	1,0	1,4
	0,8	0,7	1,5	1,0	1,0	1,0
Мхи	1,8	0,5	0,4	1,2	0,2	0,8
	1,0	0,4	0,3	0,9	0,3	0,6
Остатки трав	0,4	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3
	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,3

* Числитель — абсолютный, знаменатель — относительный коэффициент аккумуляции.

части подстилки с годовым опадом позволяет выяснить характер разложения отдельных фракций лесного опада в ходе образования подстилки и влияние почвенных и других факторов местообитания на скорость разложения.

Абсолютные коэффициенты аккумуляции (разложения) показывают, за сколько лет разлагаются или накапливаются отдельные фракции лесного опада в подстилке. Абсолютные коэффициенты характеризуют условия разложения и отражают комплекс факторов, влияющих на формирование подстилки.

Относительные коэффициенты зависят только от фракционного состава и помогают выяснить относительную скорость разложения отдельных фракций. Чем меньше коэффициент аккумуляции, тем меньше накопление соответствующей фракции в подстилке и тем быстрее она разлагается до стадии трухи (фракции, неопределенные по происхождению).

Содержание азота и зольных элементов определяли по общепринятой методике [9]. Для пересчета данных анализа общей подстилки на фитогенную были проанализированы также средние образцы почвы из подподстилочных горизонтов. Путем вычитания из количества элементов общей подстилки соответствующее «примесям» количество элементов почвенного происхождения получали состав фитогенной подстилки.

Для выяснения своеобразия формирования зольного состава лесных подстилок определяли коэффициенты аккумуляции элементов.

Коэффициенты аккумуляции фракций опада (табл. 2) одинаковы для псевдоподзолистых (типы 1 и 2) и бурых почв (типы 3, 4, 5). Наиболее быстро разлагаются остатки трав и листья, весьма медленно кора и ветви, доля которых увеличивается в подстилке. Весьма мало содержится неразложившейся фракции в подстилке дубняка (табл. 3). В подстилке сосняка больше коры, меньше шишек и трав, чем в подстилках ельников. Количество же неразложившихся хвои и ветвей, по-видимому, зависит не от почвы и типа леса, а преимущественно от полноты и возраста древостоя. Доля неразложившихся листьев и травянистых растений значительно увеличивается в подстилках бурых почв, отражая тем самым и видовую структуру (состав) их растительности.

Таблица 3

Количество неразложившихся фракций опада в лесной подстилке, ц/га

Часть	Номер типа биогеоценоза					
	1	2	3	4	5	6
Хвоя	42,1	27,2	31,9	16,8	—	30,1
Листья	0,7	1,5	4,2	4,6	14,6	1,2
Ветви	35,2	22,8	25,1	20,2	8,3	48,9
Кора	5,6	7,9	3,0	3,2	0,9	4,2
Шишки	17,0	4,1	7,2	5,5	0,1	9,1
Мхи	15,1	4,3	3,0	8,6	0,5	11,3
Остатки трав	1,6	0,3	1,6	2,9	2,9	2,4
Всего	117	68	76	62	27	107

Таблица 4

Динамика фракций неразложившейся части лесной подстилки (среднее 1,0)

Часть	Аспект	Номер типа биогеоценоза					Среднее
		1	2	3	4	5	
Хвоя	I	1,2	1,1	1,2	1,2	—	1,2
	II	0,8	0,7	0,8	0,8	—	0,8
	III	1,0	1,2	1,0	1,0	—	1,0
Листья	I	0,8	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0
	II	0,3	0,4	0,2	0,5	0,5	0,4
	III	1,9	1,6	1,7	1,3	1,5	1,6
Ветви	I	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0
	II	0,9	1,1	1,1	1,0	0,9	1,0
	III	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
Кора	I	1,1	0,9	1,3	1,1	0,9	1,1
	II	1,0	1,0	1,0	0,9	1,1	1,0
	III	0,9	1,1	0,7	1,0	1,0	0,9
Шишки	I	1,1	1,2	0,8	0,6	0,6	0,9
	II	0,9	1,1	1,0	1,2	0,6	1,0
	III	1,0	0,7	1,2	1,2	1,8	1,1
Мхи	I	1,1	1,7	1,2	1,1	1,2	1,3
	II	0,9	0,6	0,6	0,9	0,4	0,7
	III	1,0	0,7	1,2	1,0	1,4	1,0
Остатки трав	I	1,4	0,9	1,1	1,2	1,0	1,1
	II	0,4	0,7	0,5	0,3	0,5	0,5
	III	1,2	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4
Разложившаяся	I	0,8	1,1	1,0	1,8	0,2	1,0
	II	1,2	0,9	1,1	0,9	2,4	0,3
	III	1,0	1,0	0,9	0,3	0,4	0,7

По сравнению со среднегодовыми количествами неразложившихся фракций летом с разложением подстилки уменьшается в ней количество листьев, травянистых и моховых остатков и хвои (табл. 4). Максимум неразложившихся остатков листьев и трав отмечен осенью, а хвои мхов — весной. Количество ветвей и коры мало изменяется в течение года, так как в их накоплении не наблюдается четкой ритмичности [3].

В динамике хорошо разложившейся части подстилки нельзя выявить четких закономерностей (рис. 1), так как кроме разложения она зависит еще от гумификации, промывания дождевыми водами и деятельности почвенной фауны.

Наибольшие количества хорошо и полуразложившейся фракций характерны для подстилок псевдоподзолистых почв (8—12 т/га), в подстилке бурых почв эти фракции осенью практически отсутствуют. В течение лета здесь происходит их некоторая минерализация или гумусовые вещества аккумулируются в подподстилочном горизонте. Для псевдоподзолистых почв свойственно накопление подстилки за счет хорошо и полуразложившихся фракций опада. Но тем не менее подразделить

маломощную подстилку этих почв на слой невозможно. Подстилка псевдоподзолистых почв принадлежит к типу модер и только в виде небольших пятен встречается муллевая, а в ельнике даже и грубогумусная (мор) подстилка [2, 10].

Благодаря активной деятельности дождевых червей наибольшие доля почвы, а также ее объем (рис. 1) наблюдаются в муллевых подстилках хвойных лесов на почвах буроземного типа. В этих подстилках продукты разложения полностью насыщаются зольными элементами не только фитогенного, но и почвенного происхождения. Мало образуется подвижных агрессивных фульвокислот и доминируют аккумулятивные процессы [6].

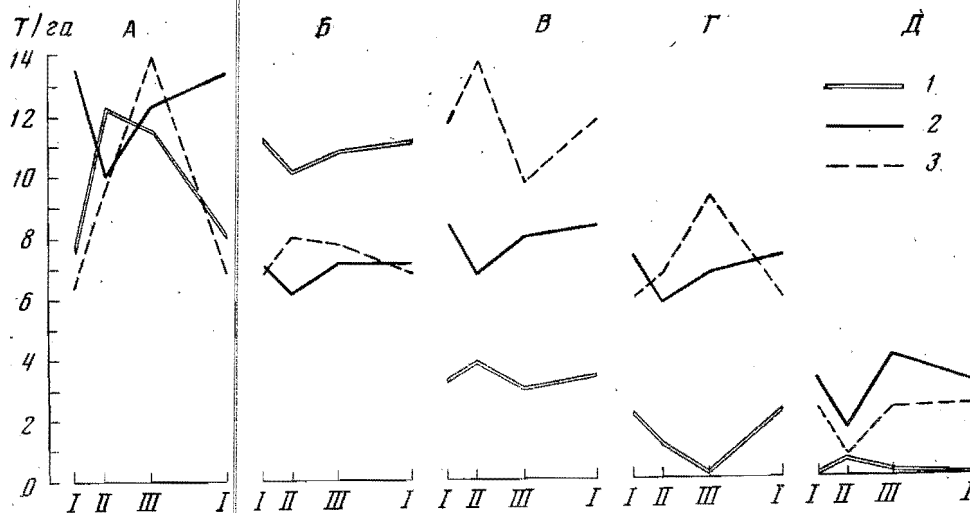


Рис. 1. Динамика фракций лесной подстилки

А, В, Г — ельники (А — на бурой псевдоподзолистой, В — на бурой лессивированной, Г — на бурой типичной почвах); Б — сосняк, Д — дубняк. Фракции: 1 — неразложившаяся часть; 2 — хорошо и полуразложившаяся части; 3 — почва. Аспекты: I — весенний; II — летний; III — осенний

По сравнению с общей массой лесной подстилки запасы фитогенной подстилки в течение вегетационного периода варьируют незначительно. Запасы ее уменьшаются от псевдоподзолистых почв (18—23 т/га) через бурые лессивированные почвы и рендзины (11—12 т/га) к бурым типичным почвам (в ельнике 7,6 т/га). Но в течение вегетационного периода амплитуда колебаний на псевдоподзолистых почвах ($\pm 3-4$ т/га) превышает колебания на бурых почвах (± 2 т/га). В большинстве случаев летом происходит разложение лесной подстилки, а к концу вегетационного периода запасы последней снова пополняются новыми количествами опада. Пространственная же вариация запасов подстилки более значительна в биогеоценозах со сложной парцелярной структурой (ельник на бурой лессивированной почве). Это обусловлено мозаичностью живого напочвенного покрова и неоднородностью древесного яруса. В ельниках на рендзине и на бурой типичной почве и в сосняке, где древесный ярус относительно однороден, коэффициенты вариации невелики (34—38%).

Коэффициенты вариации (табл. 5) отражают в сумме пространственное временное варьирование. Вследствие большой вариабельности запасов подстилки 10—20-кратная повторность во многих случаях не выявляет статистически доказанной динамики. Например, различия между летним и осенним аспектами в дубняке достоверны на уровне вероятности 0,90. На уровне вероятности 0,90 также доказано увеличение запасов подстилки ельника на псевдоподзолистой почве осенью.

Таблица 5

Средние количества лесной подстилки (т/га) и объемные веса (г/см³)

Номер типа биогеоценоза	Общая подстилка						Фитогенная подстилка
	n	\bar{x}	σ	σ_x	V	P	
Запасы подстилки							
1	139	32,9	18,0	1,6	54,7	4,9	22,7
2	119	25,4	8,7	0,8	34,3	3,1	17,6
3	154	23,2	13,5	1,1	58,2	4,7	10,9
4	149	15,4	5,9	0,5	38,3	3,2	7,6
5	145	4,6	2,5	0,2	54,3	4,3	3,2
6	100	19,8	7,5	0,8	37,9	3,8	12,4
Объемный вес							
1	79	0,126	0,032	0,004	25,4	3,2	—
2	73	0,140	0,047	0,006	33,6	4,3	—
3	72	0,179	0,060	0,008	33,5	4,5	—
4	80	0,136	0,035	0,004	25,7	2,9	—
6	24	0,139	0,035	0,007	25,2	5,0	—

Так как минимумы и максимумы запасов лесных подстилок разных биогеоценозов не совпадают по аспектам, то для сравнения общих запасов нами использованы средневзвешенные данные. Средние запасы лесной подстилки составляют большие величины на псевдоподзолистых и бурых лессивированных почвах, за ними следуют рендзины и бурые типичные почвы, причем по сравнению с дубняком запасы подстилки более высокие в ельнике (табл. 5).

Объемный вес лесных подстилок (табл. 5) сильно зависит от деятельности фауны. Содержание поступивших из гор. А1 копролитов больше всего в подстилке бурой лессивированной почвы, а меньше в подстилках псевдоподзолистых почв. Хотя объемный вес лесных подстилок всех экосистем колеблется по сезонам, статистически достоверной динамики выявить не удалось. Опадо-подстилочный коэффициент, характеризующий скорость минерализации (или аккумуляции) лесной подстилки, а также интенсивность круговорота, наименьший для дубняка (0,7), за ним следуют ельники на бурой типичной (1,6) и лессивированной (2,1) почвах, ельник (3,5) и сосняк (3,6) на псевдоподзолистых почвах. Разложение (измельчение до трухи) отдельных фракций лесного опада происходит примерно с одинаковой скоростью на псевдоподзолистых и бурых почвах (табл. 2). Но более интенсивная минерализация хорошо и полуразложенных частей, а также образование из последних гумусовых веществ, перемещающихся в подподстилочные горизонты (накопление гумуса), характерны для бурых почв. В этом заключаются главные различия в формировании подстилки бурых и псевдоподзолистых почв, что отражается и в их фракционном составе.

Весьма искаженное представление о химизме лесных подстилок получается тогда, когда роль опада в их формировании характеризуется через зольный состав общей, загрязненной почвой подстилки. Если игнорировать наличие в подстилках примеси верхнего горизонта почвы, содержание обильно встречаемых в почве элементов (кремнезем, алюминий, железо) оказывается, в зависимости от количества примеси, преувеличенным. Вместе с тем одновременно значительно заниженным оказывается содержание N, Ca, P и других биогенных элементов (табл. 6). Убывающие ряды содержания азота и зольных элементов в общей и фитогенной подстилках соответственно следующие: Si > Ca > N > Fe > Al > Mg > K > P и Ca > N > Si > Mg > K > Fe > Al > P.

Среднее содержание азота и зольных элементов в общей (числитель)
и фитогенной (знаменатель) подстилке, %

Номер типа биогеоценоза	Количество образцов	Чистая зола	N	K	P	Ca	Mg	Si	Fe	Al	Сумма
1	11	6,82	0,87	0,21	0,11	0,78	0,24	1,56	0,29	0,26	4,32
		7,20	1,16	0,21	0,14	1,02	0,19	1,25	0,12	0,12	4,41
2	7	6,44	0,85	0,22	0,07	0,69	0,17	1,37	0,34	0,26	3,97
		6,80	1,18	0,24	0,10	0,90	0,15	1,06	0,17	0,12	3,95
3	11	8,60	0,92	0,24	0,10	1,32	0,41	1,43	0,67	0,54	5,63
		8,78	1,40	0,32	0,14	1,90	0,55	0,97	0,18	0,10	5,56
4	10	8,78	0,88	0,25	0,07	1,23	0,55	1,43	0,78	0,57	5,76
		8,30	1,46	0,25	0,10	1,86	0,53	1,21	0,21	0,15	5,77
5	9	8,29	1,16	0,30	0,09	1,36	0,66	0,94	0,57	0,49	5,57
		8,67	1,50	0,26	0,10	1,54	0,77	0,66	0,27	0,22	5,32
6	7	9,50	0,82	0,30	0,05	1,45	0,74	1,91	0,89	0,65	6,81
		8,40	1,20	0,40	0,05	1,38	0,89	1,55	0,35	0,25	6,07

Пересчеты содержания азота и зольных элементов на фитогенную массу позволяют более уверенно выявлять закономерности их концентрации в разных подстилках. Так, например, сравнительно с бурыми лесными почвами и рендзинами подстилка псевдоподзолистых почв менее обогащена зольными элементами, особенно Ca и Mg и даже Fe и Al.

Нам кажется, что зольный состав общей (загрязненной) подстилки не отражает сущность биологического круговорота, но он очень важен для характеристики подстилки как субстрата питания растений. Загрязненная почвенными частицами подстилка представляет собой реальную совокупность органического и минерального горизонтов, которая существует в определенном объеме и гомогенном состоянии. Фитогенная подстилка — понятие абстрактное, но необходимое для учета и сравнения с опадом при характеристике возврата биологически поглощенных веществ в почву.

За исключением Ca и Mg, в общей подстилке псевдоподзолистых почв накоплено N и зольных элементов больше, чем в листовенно-хвойной подстилке бурых почв. Наибольшие же количества Mg, Fe и Al наблюдаются в подстилке рендзины. В зависимости от загрязненности общей подстилки почвой количество в ней зольных элементов растительного происхождения значительно меньше (в фитогенной подстилке бурых и псевдоподзолистых почв ельников соответственно только 46—48 и 67—68% из их количества в общей подстилке). Под дубняком подстилка маломощна, и поэтому количества заключенных в ней зольных элементов незначительны. Заключенные в опаде вещества здесь быстро возвращаются в почву и аккумулируются в гумусовом горизонте бурой типичной почвы. Кремнезема относительно много в насыщенной кальцием подстилке рендзины, а фосфора — в кислой хвойной подстилке псевдоподзолистой почвы.

Из абсолютных коэффициентов аккумуляции видно, что накопленное в фитогенной подстилке бурых псевдоподзолистых почв количество зольных элементов в среднем равно запасам надземного опада 4—6 лет, а в подстилке бурых почв ельников — запасам опада 2—4 лет (табл. 7). Из этого вытекает, что зольные элементы из лесной подстилки выщелачиваются (или потребляются растениями) соответственно в течение 4—6 и 2—4 лет. Из подстилки дубняка элементы, содержащиеся в опаде, удаляются в течение года, следовательно биологический круговорот веществ здесь более интенсивен, чем в ельниках.

Таблица 7

Аккумуляция азота и зольных элементов при формировании лесной подстилки

Коэффициент	Номер типа биогеоценоза	N	K	P	Ca	Mg	Si	Fe	Al
Абсолютный	1	5,7	1,8	3,8	4,9	2,8	9,2	5,2	6,7
	2	4,3	3,6	3,5	4,9	2,1	6,6	5,4	5,2
	3	2,5	1,3	2,7	2,4	2,9	3,5	5,1	3,3
	4	1,8	0,7	1,6	2,2	2,1	3,3	4,5	3,9
	5	0,9	0,2	0,6	0,7	1,1	0,9	3,1	3,5
	Среднее	3,0	1,5	2,4	3,0	2,2	4,7	4,7	4,5
Относительный	1	1,1	0,3	1,3	1,0	0,6	1,8	1,0	1,2
	2	0,9	0,8	0,8	1,0	0,5	1,4	1,2	1,1
	3	1,0	0,5	0,9	0,8	1,0	1,2	1,8	1,1
	4	0,9	0,3	0,8	1,0	1,0	1,6	2,2	1,9
	5	1,2	0,3	0,8	0,8	1,4	1,2	4,1	4,5
	Среднее	1,0	0,4	0,9	0,9	0,9	1,4	2,1	2,0
Изменения концентрации	1	1,6	0,5	1,1	1,4	0,8	2,7	1,5	2,0
	2	1,2	0,9	1,0	1,4	0,6	1,8	1,4	1,3
	3	1,2	0,6	1,2	1,1	1,3	1,6	2,2	1,4
	4	1,2	0,4	0,9	1,5	1,4	2,0	2,6	2,5
	5	1,3	0,4	0,9	1,0	1,6	1,3	4,5	5,5
	Среднее	1,3	0,6	1,0	1,3	0,1	2,1	2,4	2,5

По относительным коэффициентам аккумуляции более подвижным оказывается калий, который быстро выщелачивается или потребляется растениями из всех подстилок (табл. 7). Кроме калия уменьшается также фосфор, а из подстилки псевдоподзолистых почв также магний. Вследствие этого возникает дефицит в нем. Относительное обеднение N и Ca различается по подстилкам, и эти элементы занимают положение между явными «аккумулянтами» и «мигрантами». Малоподвижными (аккумулируемыми) во всех случаях элементами являются SiO_2 , Al и Fe.

Формирование состава фитогенной подстилки практически одинаково на всех почвах. Но все же наблюдаются определенные различия, связанные с химическим составом почвы и влиянием последнего на зольный состав опада. Прежде всего это связано с изменением концентрации кальция и магния (табл. 1). Средний убывающий ряд накопления элементов при формировании подстилки следующий: $\text{Al} > \text{Fe} > \text{Si} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{K}$.

С формированием подстилки в ее фитогенной части сумма элементов увеличивается в среднем в 1,3 раза (на псевдоподзолистых 1,3—1,6 и бурых почвах 1,2—1,3 раза). Отсюда вытекает, что при формировании подстилки происходит окисление беззольного органического вещества, в результате чего освобождается химическая энергия или выделяются легкорастворимые подвижные органические кислоты.

Концентрация в подстилке зольных элементов и азота не остается одинаковой в течение года. Из-за различий в количестве примесей по сезонам и биогеоценозам закономерности в динамике концентрации общей подстилки трудно установить. Хотя рассчитанная на фитогенную подстилку концентрация азота и зольных элементов колеблется в таких же пределах (± 10 —30% от среднего), как в общей подстилке, здесь могут быть выявлены более достоверные закономерности в сезонной динамике как по элементам, так и по объектам.

Процентное содержание азота, в общем, уменьшается от весны к осени. Только в благоприятных для минерализации условиях (дубняк) или при наличии азонакопителей (ольха) в древесном ярусе (ельник на бурой лессивированной почве) максимум его отмечен летом. Во время летнего максимума вегетации наблюдается и максимум концентрации

фосфора. Концентрация магния увеличивается в подстилках псевдоподзолистых почв, хотя коэффициенты его аккумуляции невелики, от весны к осени. Но в подстилках почв бурых обнаруживается обратная картина. Большие колебания наблюдаются в концентрации калия. За исключением ельника на бурой типичной почве, в условиях обильного травяного покрова его концентрация увеличивается с лета к осени. В сосняке же осенью обнаруживается наименьшая его концентрация. С некоторыми исключениями (уменьшение летом), концентрации Ca, SiO₂, Al и Fe увеличиваются от весны к осени.

В сезонной динамике запасов химических элементов общей (рис. 2, I) и фитогенной подстилок (рис. 2, II) отражена динамика запаса последних, а также динамика концентрации элементов. Абсолютные колебания запасов подстилки по сравнению с бурыми почвами ($\pm 2-3$ т/га) более значительны ($\pm 3-4$ т/га) на псевдоподзолистых почвах. Относительное колебание, наоборот, более значительно на бурых почвах ($\pm 20-30\%$) и составляет на псевдоподзолистых почвах только $\pm 16-19\%$. Наибольшей динамичностью запасов отличаются Ca, K и N, а наименьшей — Al и P.

Следовательно, главную роль в динамике запасов химических элементов подстилки псевдоподзолистых почв играет динамика их концентрации, а в подстилках бурых почв — динамика запасов самой подстилки. Поэтому для подстилок псевдоподзолистых почв динамика запаса элементов практически аналогична динамике их процентного содержания, а в подстилках бурых почв изменения в запасах химических элементов пропорционально коррелируют с изменениями подстилочной массы. Некоторые же исключения связаны только с более динамичными элементами. Так как концентрации элементов обычно большие в подстилках бурых почв, ее доля в динамике запасов элементов при одинаковых запасах подстилки увеличивается. Следовательно, в биогеоценозах, где запасы подстилки меньше 10 т/га (бурые почвы), для сравнения ее состава требуется учет аспектов (времени сбора).

Сильное изменение запасов элементов в течение вегетационного периода в общей подстилке связано с перемещением почвенных копролитов из гумусового горизонта в подстилку (рис. 2). Гораздо меньшие колебания наблюдаются в запасах фитогенной подстилки. Особенно мало ($\pm 5-15\%$) изменяются запасы P ($\pm 1-4$ кг/га) и Al ($\pm 3-8$ кг/га). Более динамичными ($\pm 10-30\%$) являются запасы Ca, Mg и N.

Хотя запасы подстилки и зольных элементов относительно сильно колеблются в течение вегетационного периода, структура зольных элементов и азота остается относительно постоянной. Это характерно для каждой конкретной подстилки, несмотря на наблюдаемые изменения в процессе разложения и накопления опада, а также в использовании и выщелачивании элементов. По-видимому, подстилка представляет собой саморегулирующуюся систему, где состав и структура химических элементов отражают характер биологического круговорота веществ между почвой и растительностью, а также направление почвообразовательных процессов. Более стабильными (менее динамичными по сезонам) по зольному составу являются подстилки биогеоценозов, где запасы их органического вещества превышают 10 т/га (псевдоподзолистые почвы) и где интенсивность накопления опада относительно мало изменяется в течение вегетационного периода (хвойные леса). Для характеристики зольного состава подстилки здесь учет аспектов (времени) сбора образцов имеет меньшее значение.

Можно предполагать, что состав и структура элементов в подстилке являются хорошими генетическими признаками биогеоценоза и характерного для них биологического круговорота веществ. Достаточное количество оснований в подстилке рендзин и бурых почв обеспечивает пол-

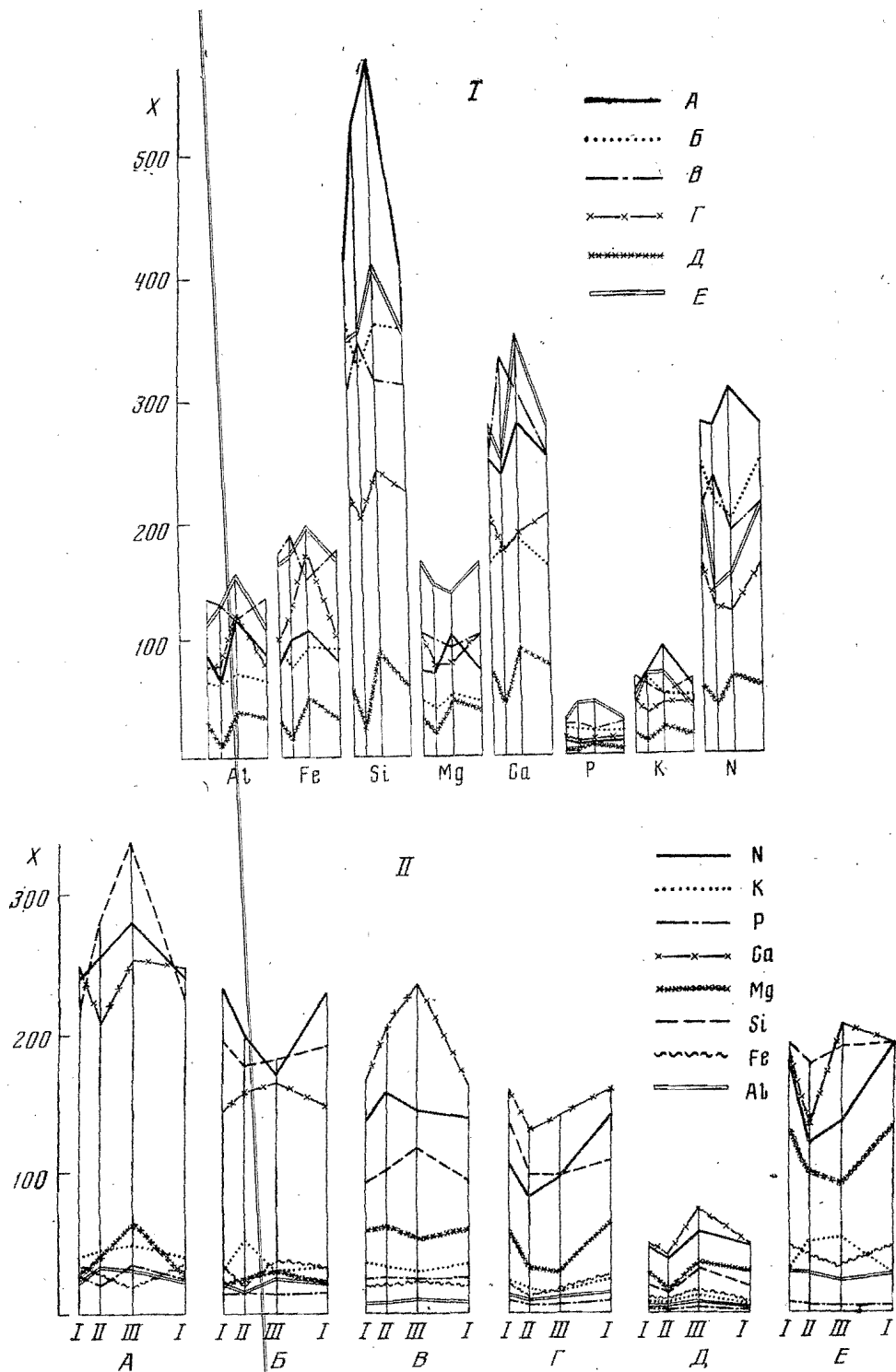


Рис. 2. Динамика содержания азота и зольных элементов в подстилке (по I—II—III—I аспектам)

I — общая подстилка; II — фитогенная подстилка; X — количество элементов, кг/га. А, В, Г, Е — ельники (А — на бурой псевдоподзолистой, В — на бурой лессивированной, Г — на бурой типичной почвах и Е — на реидзине); Б — сосняк; Д — дубняк. Аспекты: I — весенний, II — летний, III — осенний

ное усреднение кислых продуктов при разложении опада, что тормозит выщелачивание важных питательных элементов и способствует процессу гумификации хорошо разложенной фракции подстилки. Поэтому на этих почвах образуются органогенные аккумулятивные горизонты типа мулль. По сравнению с бурыми лесными почвами определенная заторможенность процессов гумификации и минерализации подстилок (при относительно одинаковой скорости разложения опада) характерна для псевдоподзолистых почв. Но тем не менее концентрация зольных элементов в фитогенной части их подстилок все же увеличивается, в результате чего аккумулятивные процессы доминируют над элювиальными и образуется обладающая хорошими лесорастительными свойствами подстилка типа модер. Для муллевых подстилок рендзин и бурых лесных почв по сравнению с модером псевдоподзолистых почв характерно повышенное содержание Ca, Fe, Al и Mg.

Выводы

1. Для получения достоверной информации о разложении разных фракций лесного опада необходимо выяснить происхождение и количественные соотношения составных частей лесной подстилки. Для этого необходимо выделение фитогенной подстилки из общей, загрязненной почвой подстилки.

2. В подстилке наиболее быстро разлагается опад трав и листьев, а медленно — кора и ветви. Увеличение запасов подстилки псевдоподзолистых почв происходит главным образом за счет хорошо разложенной фракции, доля которой составляет 30—40%. В подстилке бурых почв накопление хорошо разложившейся фракции незначительно, но в ней увеличивается доля почвенных частей (до 40—50%), поступающих из подподстилочных горизонтов в результате активной деятельности почвенной фауны.

3. В связи с временным поверхностным переувлажнением доля листьев, травянистых растений и мхов значительно больше в неразложенной части лесной подстилки псевдоподзолистых почв, чем в бурых лесных почвах. Их количество, а также количество хвои, во всех подстилках находятся в минимуме летом. Количество и доля ветвей и коры мало изменяется в течение года.

4. Разложение опада протекает приблизительно с одинаковой скоростью на псевдоподзолистых и бурых почвах, минерализация (или гумификация) разложенной части подстилки происходит более интенсивно на рендзинах и бурых почвах. Для псевдоподзолистых почв характерна подстилка типа модер, а для рендзин и бурых почв — мулль.

5. По сравнению с бурыми лесными и рендзинами лесная подстилка псевдоподзолистых почв менее обогащена Mg, Ca, Fe и Al. С формированием лесной подстилки изученных почв концентрация золы в ее фитогенной части увеличивается, хотя концентрация K (все почвы) и Mg (псевдоподзолистые почвы) уменьшается. Концентрация P в подстилках сохраняется на уровне его концентрации в опаде.

6. Аккумулируемыми элементами во всех подстилках оказываются Al, Fe, SiO₂ и N, а основными мигрантами Ca, Mg и K. Для подстилок псевдоподзолистых почв динамика запасов химических элементов практически аналогична динамике их процентного содержания, а для подстилок бурых почв — динамике запасов подстилки.

7. Структура зольных элементов и азота в общей и в фитогенной подстилках отличается относительной постоянностью для конкретного биогеоценоза в течение вегетационного периода. Учет аспектов исследования требуется тогда, когда запасы подстилки меньше 10 т/га. Главными элементами, которые определяют характер образования и тип подстилок, являются Ca, Fe, Al и Mg.

Литература

1. Арвисто Э. Разложение и превращение органического вещества в дерново-карбонатных и бурых почвах. В сб. научн. тр. ЭСХА, № 65, 1970.
2. Зонн С. В. Влияние леса на почвы. М.—Л., 1954.
3. Кылли Р. Динамика листового опада лесов на бурых и псевдоподзолистых почвах. В сб. научн. тр. ЭСХА, № 100, 1975.
4. Кылли Р., Кяхрик Р. Фитомасса и ее прирост в лесах землянично-печеночницевого типа. В сб. научн. тр. ЭСХА, № 65, 1970.
5. Кылли Р., Кяхрик Р. Фитомасса и зольный состав в ельнике и сосняке кисличного типа произрастания леса. В сб. научн. тр. ЭСХА, № 65, 1970.
6. Рейнтам Л. К характеристике почв буроземного типа. В сб. научн. тр. ЭСХА, № 65, 1970.
7. Рейнтам Л. Характеристика некоторых почв на краснобурой морене и вопросы разграничения дерново-подзолистого, псевдоподзолистого и буроземного типов. В сб. научн. тр. ЭСХА, № 65, 1970.
8. Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.—Л., 1965.
9. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л., 1968.
10. Чертов О. Г. Определение типов гумуса лесных почв. Л., 1974.
11. Шилькрот Г. С. Причины антропогенного эвтрофирования водоемов. Общая экология. Биогеоценология. Гидробиология, т. 2. М., 1975.

Эстонская сельскохозяйственная академия

Дата поступления
6.IV.1976 г.

R. K. KYLLI

FORMATION AND DYNAMICS OF FRACTIONAL AND ASH COMPOSITION OF FOREST LITTERS ON BROWN PSEUDOPODZOLIC, BROWN FOREST AND RENDZINA SOILS

For the study of litter fall decomposition during the formation of the litter and for the characteristic of biological substance turnover it is necessary to distinguish in the total litter content fractions of plant origin (phytogenic litter). It has been shown that the decomposition of the litterfall occurs almost with equal rates on brown-pseudopodzolic (moder) and brown (mull) soils, but mineralization (or humification) of the decomposed fractions of the litterfall is more intensive on brown soils.
