

А.А. Дымов¹, К.С. Бобкова¹, В.В. Тужилкина¹, Д.А. Ракина²

¹Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

²Сыктывкарский государственный университет

Дымов Алексей Александрович родился в 1981 г., окончил в 2003 г. Сыктывкарский государственный университет, кандидат биологических наук, научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 30 печатных работ в области лесного почвоведения, экологии почв, влияния рубок на почвенный покров и органическое вещество почв.
E-mail: aadymov@gmail.com

Бобкова Капитолина Степановна родилась в 1939 г., окончила в 1962 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор РАН, главный научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 200 печатных работ в области экологии леса, биоразнообразия, структуры и биологической продуктивности хвойных фитоценозов, углеродного цикла лесных экосистем Севера.
E-mail: bobkova@ib.komisc.ru

Тужилкина Валентина Васильевна родилась в 1949 г., окончила в 1973 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 100 печатных работ в области экологической физиологии древесных растений и углеродного цикла экосистем Севера.
E-mail: tuzhilkina@ib.komisc.ru

Ракина Дарья Андреевна родилась в 1989 г., магистрант химико-биологического факультета Сыктывкарского государственного университета. Имеет 3 печатные работы в области изменения биогеоценозов в ходе вторичных послерубочных сукцессий.
E-mail: dymov_a@mail.ru



РАСТИТЕЛЬНЫЙ ОПАД В КОРЕННОМ ЕЛЬНИКЕ И ЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ*

Показано изменение количественных и качественных показателей, характеризующих растительный опад фитоценозов в процессе их сукцессии после рубки ельников черничных. На свежих вырубках в общей массе растительного опада происходит уменьшение участия древесного при возрастании доли влияния растений напочвенного покрова. По истечении 36...38 лет после рубки в фитоценозе наблюдается увеличение общего количества опада при существенном изменении фракционного и химического составов. В березняках с древесным опадом возвращается больше минеральных элементов в составе легкоразлагающихся растительных остатков, характеризующихся большей скоростью включения в геохимический цикл.

Ключевые слова: бореальные леса, биогеохимический цикл, опад, химический состав.

Основной антропогенный фактор, изменяющий параметры биологического круговорота веществ в таежных экосистемах, – рубка леса. На Европейском Северо-Востоке России еловые леса являются доминирующими и составляют основу лесоэксплуатационного фонда [6, 12]. Происходящие изменения в функционировании лесных экосистем после рубок главного пользования малоизучены, что не позволяет оценить пулы и потоки зольных элементов, углерода, азота в результате сукцессионной смены растительности. В качестве характеристик, определяющих поступление (возвращение) химических элементов на поверхность почв лесных насаждений, служит опад растительных остатков. Состав опада растений фитоценозов позволяет оценить некоторые аспекты биологического круговорота веществ.

Цель данной работы – определение возврата зольных элементов, углерода, азота с растительным опадом в спелом ельнике и в производных лиственных насаждениях, формирующихся после проведения сплошнолесосечных рубок.

Исследования проводили в подзоне средней тайги, на территории Усть-Куломского района Республики Коми, в 2006–2010 гг. Объектами исследования были коренной ельник черничный и производные березняки, в которых были заложены пробные площади (ПП). Исследуемые фитоценозы произрастают на типичных подзолистых почвах близкого механического состава и генезиса, развивающихся в схожих геоморфологических условиях.

Ельник черничный (ПП-1) – сложный по составу древостой (6Е4Пх+Б), его древесный ярус сформирован *Picea obovata* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb., *Betula pubescens* Ehrh., плотность растущих деревьев 825 экз./га, разновозрастный (60...230 лет) с запасом стволовой древесины 251

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта №12-П-4-1065 программы президиума РАН № 30.

© Дымов А.А., Бобкова К.С., Тужилкина В.В., Ракина Д.А., 2012

м³/га, IV класса бонитета. Средний диаметр ели и пихты 18, березы 15 см, средняя высота ели и пихты 14, березы 13 м. Под пологом древостоя идет возобновление елью и пихтой – 2,3 тыс. экз./га. Достаточно много валежника (258 экз./га) с запасом древесины 85 м³/га. Травяно-кустарничковый ярус с проективным покрытием около 50 % имеет простое синузальное строение при доминировании *Vaccinium myrtillus* L., *Maianthemum bifolium* L., F.W. Schmidt, *Linnaea borealis* L., *Dryopteris* sp. и др. Моховой покров с проективным покрытием 80...85 % образован главным образом *Pleurozium shreberi* (Brid) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Br., Sch. et Gmb., редко – *Polytrichum commune* Hedw., *Sphagnum girgensohnii* Russ.

Молодняк первого класса возраста (ПП-2) формируется после сплошнолесосечных рубок в зимний период 2001–2002 гг. Древостой ельника черничного до рубки имел состав 9Е1Б+Пх и запас стволовой древесины 280 м³/га. В формировании молодняка участвует подрост ели и пихты (2,5 тыс. экз./га), сохранившийся в время лесозаготовки. Подрост в основном здоровый, высота 0,3...3,0 м. Выражен интенсивный возобновительный процесс березы (2,2 тыс. экз./га) и подлесочного древесного растения – рябины (3,8 тыс. экз./га). Происходят изменения в видовом разнообразии растений напочвенного покрова – постепенно исчезают *Vaccinium myrtillus*, *Trientalis europaea*, *Maianthemum bifolium*, *Linnaea borealis*, появляются *Vaccinium vitis idaea* L., *Carex* sp., *Equisetum sylvaticum* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Зеленые мхи имеют угнетенный и усыхающий вид.

Средневозрастное лиственно-хвойное насаждение (ПП-3) развивается после сплошнолесосечной рубки, проведенной зимой 1969–1970 гг. в ельнике черничном. Древостой до рубки имел состав 7Е2Б1Пх, запас стволовой древесины 260 м³/га, полноту 0,7 и IV класс бонитета. В настоящее время древесный ярус формируют *Betula pubescens*, *Picea obovata*., *Abies sibirica*, *Populus tremula* L., он имеет состав 7Б2Е1Пх ед.Ос, запас стволовой древесины 187 м³/га, II класс бонитета. Средний диаметр ели 12, пихты 10, березы 10 см, средняя высота – соответственно 10, 8 и 15 м. Ель и пихта дорубочного, береза и осина послерубочного происхождения. Под пологом древостоя достаточно хорошо развит подрост ели (3,4 тыс. экз./га) послерубочного происхождения. В подросте имеются пихта (0,5 тыс. экз./га) и береза (1,1 тыс. экз./га). Травяно-кустарничковый ярус представлен *Vaccinium myrtillus* и травянистыми растениями с преобладанием *Trientalis europaea*, *Maintheum bifolium*, *Gymnocarpium Linnea*, *Oxalis acetosella*, *Carex globularis* L., *Stellaria bungeana* Fenz., *Dryopteris* (sp.) с проективным покрытием 40 %. Мохово-лишайниковый ярус имеет проективное покрытие 30 % и образован *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum* (Mich.) Sw., *Hylocomium splendens*.

Количество опада растений древесного яруса определяли с помощью опадоуловителей площадью 0,25 м² в 14-кратной повторности [9]. Опад собирали один раз в год (в июне 2007–2009 гг.) в тканевые мешочки, высушивали, разбирали по фракциям и подготавливали для химического анализа. В дальнейшем вычисляли средние за три года значения отдельных компонентов опада. Поверхностные воды из близлежащих ручьев отбирали дважды (в декабре 2009 г. и в июне 2010 г.).

Химический состав растительного опада определяли на базе экоаналитической лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН, аккредитованной в Системе аккредитации аналитических лабораторий (центров) Росстандарта России (аттестат РОСС RU.0001.511257 от 16 апреля 2009 г.). С и N в компонентах опада определяли методом газовой хроматографии на анализаторе EA-1100 («Carlo Erba», Италия). Минерализацию проб проводили согласно [8] с последующим детектированием на атомно-эмиссионном спектрофотометре ICP. Содержание углерода в водах диагностировали на анализаторе Shimadzu ТОС-Vсрп, концентрации минеральных элементов – на атомно-эмиссионном спектрофотометре с индуктивно-связанной плазмой Spectro Ciros.

В зависимости от скорости разложения древесный опад подразделяют на активную и неактивную фракции [5]. К первой относятся листья, хвоя, семена, чешуйки, ко второй – медленно разлагающиеся ветви, шишки и кора. Качественный и количественный состав растительного опада, поступающего

Таблица 1

Масса, г/м² (на воздушно-сухую навеску), годичного наземного опада древесного опада (2006–2009 гг.)

Компоненты	ПП-1				ПП-2				ПП-3						
	2006, 2007		2007, 2008		2006, 2007		2007, 2008		2006, 2007		2007, 2008		2008, 2009		
	2006, 2007	2007, 2008	2008, 2009	Хср, г/м ²	2006, 2007	2007, 2008	2008, 2009	Хср, г/м ²	2006, 2007	2007, 2008	2008, 2009	Хср, г/м ²	2008, 2009	Хср, г/м ²	%
Листья (хвоя):															
ели	91,9	77,3	97,3	88,8	35,7	6,8	0,7	0,6	2,7	4,4	21,1	28,0	39,7	29,6	12,2
пихты	36,3	32,1	44,5	37,7	15,1	5,0	4,3	5,2	4,9	7,9	10,2	24,6	9,9	14,9	6,2
березы, осины, рябины	51,1	11,2	10,3	24,2	9,7	52,5	19,0	43,2	38,3	62,5	115,8	96,4	140,6	117,6	48,5
Ветви:															
ели	21,8	8,7	11,6	14,0	5,6	2,3	0,2	0,4	1,0	1,6	1,1	2,8	1,6	1,8	0,8
пихты	2,6	39,5	32,4	24,8	10,0	1,1	0,5	1,1	0,9	1,5	1,4	3,8	3,9	3,0	1,2
березы	4,1	10,3	1,0	5,1	2,1	6,6	0,0	1,1	2,6	4,2	13,2	36,3	53,8	34,4	14,2
осины	0,9	0,0	5,4	2,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,1	0,2	0,7	21,4	16,7	12,9	5,3
Репродуктивные органы:															
пшшки ели	10,6	3,7	83,3	32,5	13,1	-	-	-	-	-	2,4	0,0	41,8	14,7	6,1
сережки березы	-	0,8	-	0,3	0,3	-	0,1	-	0,1	0,1	0,0	0,4	0,2	0,2	0,1
Эпифитные лишайники	2,9	4,8	5,2	4,3	1,7	-	-	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1
Прочие компоненты	23,0	10,1	12,5	15,2	6,1	16,2	10,1	5,9	10,7	17,5	22,7	13,7	3,6	13,3	5,5
<i>Итого</i>	245,2	198,4	303,4	249,0	100	90,9	34,9	57,7	61,2	100	188,6	227,5	311,6	242,6	100

на поверхность почвы исследуемых сообществ, зависит от состава фитоценозов. В разновозрастном ельнике черничном масса годовичного опада изменяется от 198 до 303, в молодняке – от 34 до 91, в средневозрастном лиственно-хвойном насаждении – от 188 до 312 г/м² (табл. 1). В составе опада для ельника характерно преобладание хвои ели и пихты при незначительном участии растительных остатков лиственных древесных растений. Основу древесного опада формирующихся на вырубках фитоценозов составляет опад листьев мелколиственных древесных растений: 62,5 % – в молодняке первого класса возраста, 48,5 % – в средневозрастном лиственно-хвойном насаждении. В средневозрастном лиственно-хвойном насаждении масса опада листьев в три раза больше. В неактивных фракциях опада лиственно-хвойного насаждения значительно участие ветвей лиственных древесных пород, практически отсутствующих на участке молодняке первого класса возраста.

Одним из наиболее вариативных показателей, характеризующих состав опада, является количество репродуктивных органов. Значительный вклад шишек ели в общую массу опада выявлен в 2008–2009 гг. как в ельнике, так в средневозрастном хвойно-лиственном насаждении, что можно объяснить интенсивным плодоношением ели в вегетационный период 2008 г. В изучаемых лесных фитоценозах, наряду с массой опада, изменяется и сезонная динамика его поступления. Для ельника характерно преобладание поступления опада в зимне-весенний период [7, 11], в то время как для лиственных – в осенний. Это в свою очередь сказывается на процессах разложения компонентов опада в рассматриваемых ценозах.

Как видно из табл. 2, содержание азота и углерода в однотипных компонентах растительного опада ельника и производных лиственных фитоценозов статистически не различаются и близки к опубликованным ранее данным [2].

Таблица 2

**Содержание, % (на воздушно-сухую навеску), азота и углерода
в основных компонентах древесного опада**

Компоненты	N	C	C/N
ПП-1			
Листья (хвоя):			
ели	1,05±0,19	48,8±1,6	54
пихты	1,57±0,28	52,2±1,7	39
березы, осины, рябины	1,80±0,30	49,0±1,6	32
Ветви:			
ели	0,85±0,15	50,2±1,6	69
пихты	1,24±0,22	52,5±1,7	50
березы	1,26±0,23	51,1±1,6	47
осины	1,02±0,10	48,1±1,6	55
ПП-2			
Листья (хвоя):			
ели	1,05±0,19	48,9±1,6	54
пихты	1,40±0,30	52,8±1,7	44
березы, осины	1,90±0,30	48,7±1,6	30
<i>Окончание табл. 2</i>			
Компоненты	N	C	C/N
Ветви:			
ели	1,17±0,21	51,1±1,6	51
пихты	0,61±0,11	50,1±1,6	96
березы	1,46±0,26	48,5±1,6	39
осины	1,10±0,20	46,5±1,6	49
ПП-3			
Листья (хвоя):			
ели	0,79±0,14	46,8±1,5	69
пихты	1,10±0,20	52,1±1,7	54
березы, осины	1,70±0,30	48,7±1,6	34
Ветви:			
ели	0,96±0,17	50,4±1,6	61
пихты	1,00±0,20	51,4±1,6	60
березы	0,90±0,20	52,2±1,7	68
осины	1,10±0,20	52,0±1,7	54

Во всех исследуемых нами сообществах наиболее обогащены азотом листья березы. Наименьшее количество данного элемента содержится в ветвях ели и пихты. Схожие закономерности отмечены и для кальция, калия, марганца, железа, магния и фосфора (табл. 3).

Для большинства компонентов опада растений на вырубках характерна тенденция к увеличению содержания в них кальция по сравнению с ельником.

Масса и состав растительного опада в значительной степени определяют поступление углерода и азота на поверхность почвы, что наглядно выражено в резком снижении элементов, зафиксированных в растительных остатках фитоценоза молодняка (рис. 1).

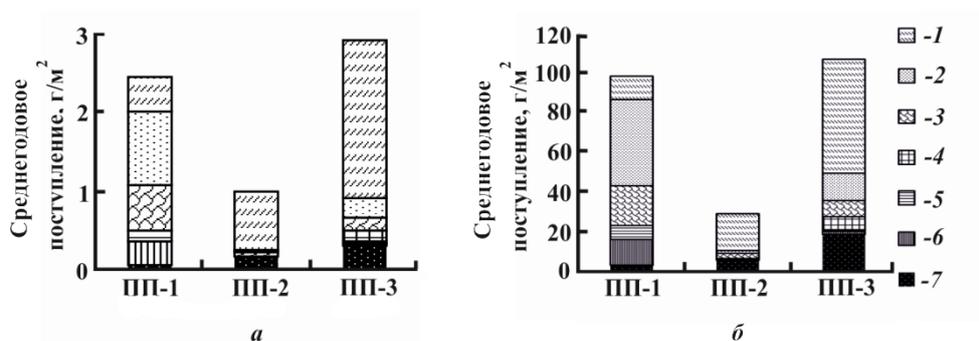


Рис. 1. Поступление азота (а) и углерода (б) с основными компонентами опада древесного яруса: 1 – листья березы, осины, рябины; 2 – хвоя ели; 3 – хвоя пихты; 4 – ветви осины; 5 – ветви ели; 6 – ветви пихты; 7 – ветви березы

Таблица 3

Химический состав, г/кг (на воздушно-сухую навеску), основных компонентов древесного опада

Компоненты	Ca	K	Mn	Fe	Al	Mg	Na	P
III-1								
Листья (хвоя):								
ели	7,8±2,3	1,8±0,7	1,30±0,40	0,15±0,04	0,20±0,05	0,74±0,22	0,16±0,06	1,10±0,30
лихты	8,9±2,7	1,4±0,6	1,40±0,40	0,24±0,07	0,52±0,13	0,71±0,21	0,13±0,05	1,30±0,40
березы, осины, рябины	12,0±4,0	2,9±1,2	3,50±1,00	0,31±0,09	0,36±0,09	1,70±0,50	0,17±0,07	2,00±0,60
Ветви:								
ели	5,3±1,6	1,5±0,6	0,55±0,16	0,25±0,07	0,29±0,07	0,52±0,16	0,15±0,06	0,81±0,20
лихты	6,0±1,8	2,4±1,0	1,30±0,40	0,23±0,06	0,41±0,11	1,00±0,30	0,13±0,05	0,97±0,30
березы	5,5±1,7	2,1±0,8	0,86±0,26	0,11±0,03	0,08±0,02	0,89±0,27	0,19±0,08	0,90±0,30
III-2								
Листья (хвоя):								
ели	11,0±3,0	1,3±0,5	1,40±0,40	0,18±0,05	0,22±0,06	1,10±0,30	0,21±0,08	1,20±0,40
лихты	11,0±3,0	0,9±0,4	1,60±0,50	0,17±0,05	0,33±0,09	0,84±0,25	0,20±0,08	1,20±0,40
березы, осины, рябины	16,0±5,0	1,7±0,7	3,30±1,00	0,32±0,09	0,35±0,09	2,00±0,60	0,21±0,08	1,80±0,60
Ветви:								
ели	7,0±0,2	1,2±0,5	0,51±0,15	0,22±0,06	0,22±0,06	0,68±0,20	0,27±0,11	0,86±0,26
лихты	5,4±1,6	1,0±0,4	0,60±0,18	0,22±0,06	0,29±0,08	0,86±0,26	0,23±0,09	0,58±0,17
березы	8,1±2,4	1,5±0,6	0,77±0,23	0,10±0,03	0,08±0,02	1,10±0,30	0,19±0,08	1,10±0,30
III-3								
Листья (хвоя):								
ели	20,0±6,0	1,5±0,6	1,40±0,40	0,08±0,02	0,11±0,03	1,10±0,30	0,15±0,06	0,94±0,30
лихты	14,0±4,0	1,3±0,5	2,00±0,60	0,15±0,04	0,51±0,13	0,90±0,30	0,15±0,06	1,20±0,40
березы, осины, рябины	15,0±4,0	2,7±1,1	3,70±1,10	0,28±0,08	0,27±0,07	1,90±0,60	0,16±0,06	2,10±0,60
Ветви:								
ели	8,2±2,4	1,4±0,6	1,30±0,40	0,27±0,08	0,43±0,07	0,85±0,30	0,15±0,06	1,00±0,30
лихты	9,1±2,7	2,6±1,0	1,00±0,30	0,12±0,03	0,18±0,05	1,30±0,40	0,17±0,07	1,00±0,30
березы	7,2±2,2	1,2±0,5	0,73±0,22	0,11±0,03	0,10±0,03	1,00±0,30	0,19±0,07	0,70±0,20
осины	9,1±2,7	1,8±0,7	2,10±0,60	0,28±0,08	0,43±0,11	1,30±0,40	0,15±0,06	1,10±0,30

Смена ели березой приводит к увеличению доли углерода, поступающего на поверхность почвы в виде опада листьев мелколиственных древесных растений. На поверхность почвы коренного ельника и средневозрастного хвойно-лиственного насаждения поступает примерно одинаковое валовое количество углерода и азота, но при этом существенно изменяется доминирующий компонент древесного опада. В коренном ельнике основное количество углерода и азота сосредоточено в хвое ели и пихты, в средневозрастном березняке – в листьях березы и осины. После рубки древостоя отмечено уменьшение поступления как зольных элементов, так и органических компонентов в составе древесного опада (ПП-2). По сравнению с ельником в лиственных фитоценозах наблюдается значительное увеличение поступления калия, фосфора, железа, натрия и более существенное возрастание кальция, магния, марганца. Увеличение количества марганца, наряду с изменением гидротермического режима, приводит к интенсификации процесса конкрециообразования в верхних минеральных горизонтах почв свежих вырубков [4]. В производных лиственно-хвойных насаждениях выявлено некоторое уменьшение количества поступающего на поверхность почв алюминия по сравнению с коренным ельником (рис. 2).

В фитоценозе молодняка первого класса возраста основную (66 % от общего его количества) долю в опаде занимают остатки растений напочвенного покрова в отличие от коренного ельника и средневозрастного лиственно-хвойного насаждения, где вклад растений напочвенного покрова составляет 33 и 19 % соответственно (табл. 4).

Таблица 4

Масса годичного опада растений напочвенного покрова (2006–2007 гг.)

Компоненты	ПП-1	ПП-2	ПП-3
Наземные органы:			
мхов	20,6/16,8	33,0/28,0	4,2/7,2
трав	9,0/7,3	44,0/37,4	7,0/11,9
кустарничков	10,5/8,6	0,6/0,5	3,3/5,6
Корни:			
деревьев	65,0/53,0	17,3/14,7	35,9/61,3
трав	4,5/3,7	22,1/18,8	5,0/8,5
кустарничков	13,0/10,6	0,7/0,6	3,2/5,5
<i>Итого</i>	122,6/100,0	117,7/100,0	58,6/100,0

Примечание. В числителе – данные в граммах на метр квадратный (на воздушно-сухую навеску), в знаменателе – в процентах.

При этом увеличение массы опада происходит преимущественно за счет мхов и травянистых растений, доля которых увеличивается на вырубках. Необходимо учитывать, что после рубки леса в верхних горизонтах почв остается значительное количество тонких корней, основная часть которых в коренных еловых лесах сосредоточена в подстилке и верхних горизонтах почв [1].

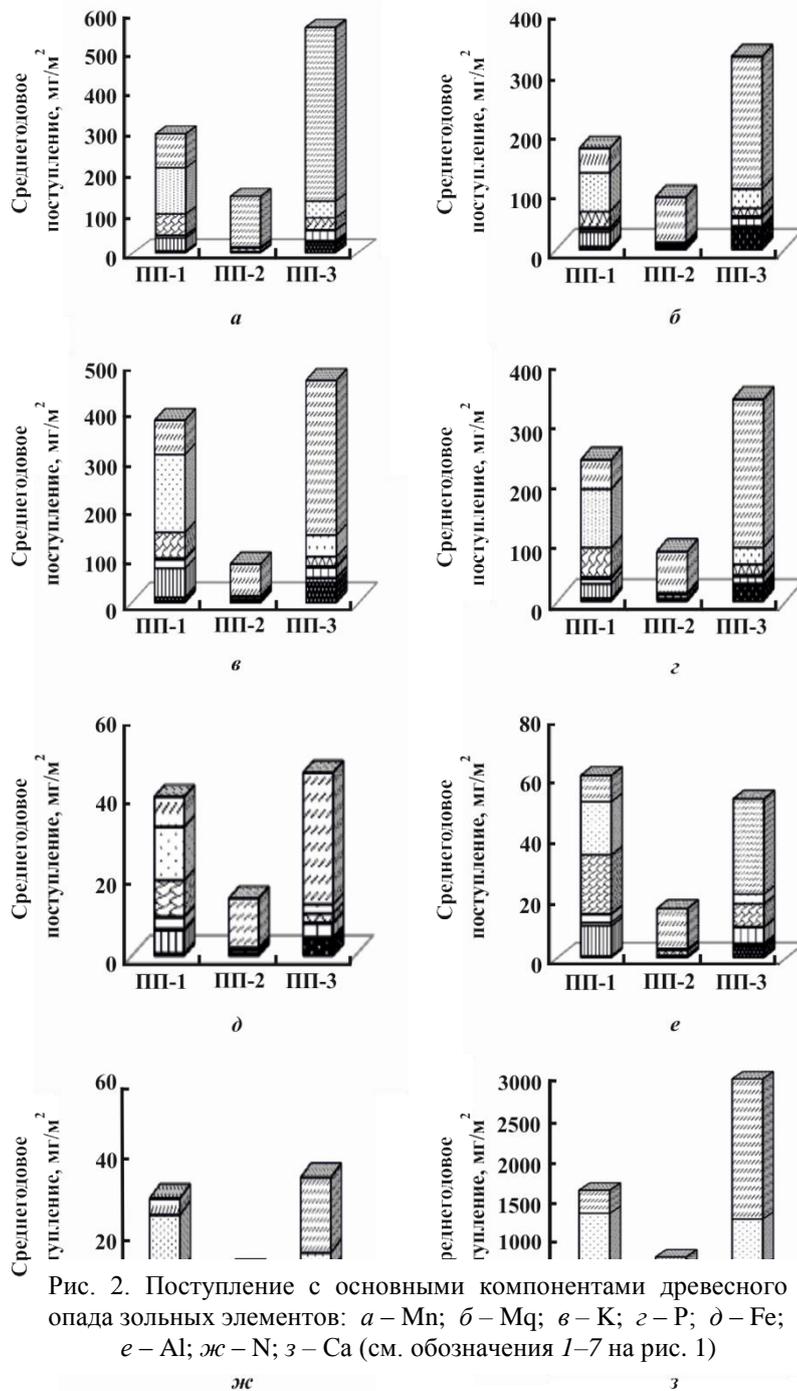


Рис. 2. Поступление с основными компонентами древесного опада зольных элементов: а – Mn; б – Mg; в – K; г – P; д – Fe; е – Al; ж – N; з – Ca (см. обозначения 1–7 на рис. 1)

На

жс

з

вырубках остается значительное количество

крупных порубочных остатков [14] и пней [15], являющихся длительными источниками (очагами поступления) как органических, так и минеральных веществ.

Рубка древостоя и формирование вторичных лиственно-еловых насаждений в значительной степени изменяет биогеохимические циклы большинства химических элементов, что не может не отражаться на химическом составе близлежащих водоемов [10]. Анализ химического состава водотоков, расположенных вблизи коренного ельника и средневозрастного хвойно-лиственного насаждения, показал их существенные различия (табл. 5).

Воды ручья, характеризующие водосборную территорию лиственных пород, сформировавшегося после рубки ельника, менее кислые. В них выше концентрации кальция, магния, натрия, калия, углерода, гидрокарбонат- и сульфат-анионов, существенно выше и электропроводность. При этом содержание железа, алюминия и марганца несколько меньше. Для химического состава вод характерна сезонность. Воды, отобранные в конце осени, более богаты практически всеми химическими элементами, за исключением алюминия и марганца, для которых наблюдается обратная зависимость. Известно, что на состав поверхностных вод значительное влияние оказывают почвообразующие породы [16]. При близком химическом составе почвообразующих пород (верхней метровой толщи) исследуемых лесных сообществ можно предположить, что различия в химическом составе вод в значительной степени определяются сменой растительности в процессе сукцессии после рубок и изменением биогеохимических циклов. Миграция наиболее подвижных форм органического вещества происходит преимущественно в виде коллоидных соединений [13], а после рубки леса и последующего возобновления территории происходит вырубкой лиственными породами происходит существенное обогащение почвенных органических соединений. В первые годы после рубки, в результате залпового поступления порубочных остатков, а в процессе последующей вторичной сукцессии, проходящей через смену пород, наблюдается обогащение подстилки

Таблица 5

Химический состав, мг/дм³, воды из близлежащих ручьев*

Место отбора	pH	Электро-проводность, мксм/м	Собщ.	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca	Mg	Na	K	Fe	Al	Mn
ПП-1	5,9 ± 0,1	30,0 ± 3,0	41 ± 1,2	10,0 ± 2,3	3,3 ± 0,8	2,20 ± 0,40	0,93 ± 0,14	1,03 ± 0,15	0,35 ± 0,08	0,102 ± 0,024	1,30 ± 30	0,92**
	5,6 ± 0,1	18,5 ± 1,8	11,8 ± 2,4	4,0**	2,7 ± 0,8	1,55 ± 0,25	0,62 ± 0,09	0,81 ± 0,20	0,30 ± 0,07	0,300 ± 0,070	550 ± 90	8,90 ± 2,90
ПП-3	7,6 ± 0,1	206,0 ± 10,0	4,8 ± 1,3	196,0 ± 3,0	6,0 ± 0,8	45,00 ± 7,00	11,40 ± 1,70	3,30 ± 0,50	0,66 ± 0,16	0,023**	23 ± 7	0,34**
	6,7 ± 0,1	42,0 ± 4,0	18,0 ± 4,0	22,9 ± 2,4	2,6 ± 0,8	6,50 ± 1,00	1,65 ± 0,25	1,02 ± 0,15	0,29 ± 0,07	0,390 ± 0,090	540 ± 90	4,60 ± 1,50

* В числителе приведены данные за декабрь 2009 г., в знаменателе – за июнь 2010 г.

** Ниже предела обнаружения.

быстроразлагающимися компонентами опада. Это приводит к увеличению пулов активных органических соединений, накапливающихся в почве. Согласно ранее проведенным исследованиям [3], в почвах вторичных листовенно-хвойных молодняков происходит увеличение гидрофильности органического вещества и доли химически активных органических соединений, способных к комплексообразованию и последующему выносу органо-минеральных соединений за пределы почвенного профиля, в том числе и латеральным стоком. Выносу освободившейся органики способствует избыток почвенной влаги. Интенсивность процессов переувлажнения определяется геоморфологическими особенностями территории. Можно предположить, что заболачивание вырубок на исследованной территории будет значительно менее выражено по сравнению плоскими водораздельными пространствами. Но при этом возможно увеличение «стока» илистых и коллоидных частиц, попадающих в близлежащие лесные ручьи, формирующие элементарный бассейн.

Выводы

Количественная и качественные характеристики растительного опада в коренном ельнике, молодняке первого класса возраста и средневозрастном листовенно-хвойном насаждении, формирующихся после сплошнолесосечных рубок, показали, что естественное лесовозобновление вырубок ельников, проходящее через смену пород, обуславливает изменение состава древесного опада. В первое десятилетие после рубки в составе растительного опада существенную роль играют растения напочвенного покрова. По мере развития фитоценоза на вырубках общая масса опада увеличивается и к 36–38-летнему возрасту становится близкой к коренному ельнику, при этом существенно изменяется его качественный состав. Увеличение доли опада листовенных древесных растений приводит к возрастанию поступления на поверхность почв кальция, марганца, магния и других элементов. Благодаря увеличению доли быстроразлагающегося опада листьев, наряду с залповым поступлением порубочных остатков после рубки, происходит возрастание доли органических соединений, способных к комплексообразованию и последующему выносу органо-минеральных соединений в близлежащие водоемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов Европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1987. 156 с.
2. Бобкова К.С., Тужилкина В.В. Содержание углерода и калорийность органического вещества в лесных экосистемах Севера // Экология. 2001. № 1. С. 69–71.
3. Дымов А.А. Изменение гидрофильно-гидрофобных свойств органического вещества почв, развитых на суглинистых отложениях, в процессе естественного лесовозобновления // Материалы конф. «Актуальные проблемы биологии и экологии». Сыктывкар, 2009. С. 58–60.
4. Дымов А.А. Изменение почв в процессе естественного лесовосстановления (на примере подзолов средней тайги, сформированных на двучленных отложениях): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2007. 20 с.
5. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 264 с.
6. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции / под ред. К.С. Бобковой, Э.П. Галенко. СПб.: Наука, 2006. 336 с.
7. Кузнецов М.А. Влияние условий разложения и состава опада на харак-теристики и запас подстилки в среднетаежном чернично-сфагновом ельнике // Лесоведение. 2010. № 6. С. 54–60.
8. ПУ 01–05. Методические указания по проведению разрушения органических веществ в природных, питьевых, сточных водах и пищевых продуктах на микроволновой системе «Минотавр-2». СПб., 2005. 20 с.
9. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1968. 145 с.
10. Трансформация экосистем севера в зоне интенсивной заготовки древесины / под ред. А.И. Таскаева, Ю.В. Лешко, В.Б. Ларина, И.В. Рапоты. Сыктывкар, 1997. 160 с. (Тр. Коми НЦ УрО РАН. № 154).
11. Фролова Л.Н. Особенности почвообразования в еловых лесах в связи со сменой пород в условиях Коми АССР: автореф. дис. ... канд. с.-х наук. М., 1965. 18 с.
12. Чертовской В.Г. Еловые леса европейской части СССР. М., 1978. 176 с.
13. Яшин И.М. Об эффекте «гумусовой занавески» в глее-подзолистых почвах северной тайги Архангельской области // Экология и почвы: сб. тр. Пушино: ИФХ и БПП РАН, 2006. С. 327–330.
14. Carbon and nitrogen pools in old-growth, Norway spruce mixed forest in eastern Finland and changes associated with clear-cutting / L. Finer, H. Mannerkoski, S. Piirainen, M. Starr // Forest Ecology and Management. 5880(2002). P. 1–14.
15. Carbon and nitrogen release from decomposing Scots pine, Norway spruce and silver birch stumps / M.

Palviainen [et al.] // Forest Ecology and Management. 259 (2010). P. 390–398.

16. Consequences of nitrate leaching following stem-only harvesting of Swedish forests are dependent on spatial scale / M.N. Futter [et al.] // Environmental Pollution. 158 (2010). P. 3552–3559.

Поступила 31.03.11

A.A. Dymov¹, K.S. Bobkova¹, V.V. Tuzhilina¹, D.A. Rakina²

¹Institute of Biology, Komi Research Center, Ural Division of RAS

²Syktvykar State University

Tree Waste in an Aboriginal Spruce Forest and Mixed Stands

Variation of quantitative and qualitative indicators of a plant formations tree waste during their succession subsequent to felling in whortleberry Spruce forests is disclosed. In the course of 36...38 years after felling the total tree waste increases under sufficient alteration of breakup and chemical composition. Tree waste in Birch stands recuperates more mineral elements at higher pace of engagement into geochemical cycle.

Key words: boreal forests, biogeochemical cycle, tree waste, chemical composition.

