

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ И ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНОГЕННЫХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ В ХОДЕ САМОВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СУКЦЕССИИ НА ТЕХНОГЕННЫХ СУБСТРАТАХ

© 2014 И.А. Лиханова, Е.М. Лаптева, В.А. Ковалева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Поступила 31.05.2014

В статье рассмотрены особенности почв и растительности, формирующихся на техногенном субстрате на этапе замещения травянистой экосистемы древесной. Определена продуктивность сообществ, оценены состав и количество опада, установлены особенности его деструкции. Показано, что характер растительности (луг, лиственный лес) определяет различие формирующихся слаборазвитых почв на уровне типа.

Ключевые слова: посттехногенные экосистемы, самовосстановление, опад, деструкция опада, химический состав, слаборазвитые почвы

ВВЕДЕНИЕ

Усиление антропогенного пресса на природные экосистемы Севера требует детального изучения закономерностей восстановления растительности и почв на техногенно нарушенных территориях. Эти знания являются необходимой теоретической основой для разработки интенсивных приемов восстановления нарушенных земель. На территории европейского северо-востока России первые исследования в области изучения особенностей естественного зарастания техногенных субстратов в таежной зоне Республики Коми связаны с работами Б.М. Груздева и В.А. Мартыненко [5, 10]. Авторами показано, что типовая схема самозарастания нарушенных территорий включает закономерную смену инициальной стадии луговой с преобладанием злаков, которая замещается, в свою очередь, мелколиственным молодняком. В последующем на базе временных типов леса формируется зональный тип экосистемы – еловый лес. Работы Н.П. Акульшиной [1, 2] по изучению сообществ на землях, нарушенных прокладкой трубопроводов, Г.В. Железновой с соавторами [6] – на отсыпках буровых площадок, Л.В. Чалышевой с соавторами [18] – на нефтезагрязненных землях, Е.М. Копцевой и Е.В. Абакумова [7] – на карьерах дополнили представления о закономерностях восстановления посттехногенных территорий. Однако эти исследования затрагивали в основном инициальную стадию и/или стадию формирования травянистой экосистемы. Строение и функционирование молодых лесных экосистем, замещающих на посттехногенных территориях луговую стадию самовосстановительной сукцессии, практически не исследовано.

Цель данной работы заключалась в выявлении закономерностей формирования растительного покрова и почв на этапе формирования молодого лесного сообщества в процессе естественного зарастания нарушенных земель в подзоне средней тайги.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на территории европейского северо-востока России (Республика Коми, средняя тайга), на стационаре «17-й км», где ведутся многолетние наблюдения за процессом самовосстановления растительного покрова и почв на техногенных субстратах. Данный участок расположен в 17 км к юго-западу от г. Сыктывкар. Его подробная характеристика представлена в работах [14, 21]. Здесь только отметим следующее. Площадка, на которой идет естественный процесс самозарастания, расположена вдоль автодороги «Сыктывкар – Киров». Ее субстрат представляет собой моренные суглинки, вскрытые в ходе реконструкции дорожного полотна и нерекультивированные после окончания строительных работ. Зарастание участка началось в конце 80-х годов прошлого столетия, планомерное изучение закономерностей самовосстановительной сукцессии – с 1996 г. К этому моменту на участке сформировалось разнотравно-злаковое сообщество из *Agrostis gigantea* Roth, *Phleum pratense* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Calamagrostis canescens* (Web.) Roth и других типичных луговых видов с участием сорно-рудеральных *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Taraxacum officinale* Wigg., *Tussilago farfara* L. и др. Сообщество отличалось полидоминантным составом, господствующий вид не выделялся. С конца 90-х гг. в травянистую экосистему начали внедряться древесные и кустарниковые растения – *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh., *Salix caprea* L., *Salix pentandra* L. К 2008 г. высота древесных растений достигла 3-6 м [21].

Лиханова Ирина Александровна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела почвоведения, likhanova@ib.komisc.ru; Лаптева Елена Морисовна, кандидат биологических наук, доцент, зав. отделом почвоведения, lapteva@ib.komisc.ru; Ковалева Вера Александровна, аспирант, kovaleva@ib.komisc.ru

Наши наблюдения, проведенные на стационарном участке «17-й км», охватывают период с 2008 по 2013 гг. В ходе исследования применяли классические методы геоботаники [13]. Лесоводственно-таксационное описание фитоценозов выполняли согласно В.С. Моисееву [11]. Опад древесного яруса учитывали два раза в год (третья декада мая, третья декада октября) с использованием опадоуловителей размером 50 x 50 см, повторность 14-кратная. Надземную биомассу травяного яруса определяли методом укусов с учетных площадок размером 50 x 50 см в 10-кратной повторности. Растения срезали на уровне почвы, разбирали на хозяйственные (агроботанические) группы, доводили до воздушно-сухого состояния и взвешивали. Массу лесной подстилки учитывали металлическим шаблоном площадью 98 см² в 25-кратной повторности с последующим разбором на отдельные фракции. Интенсивность разложения опада определяли методом изоляции в капроновых мешочках с размером ячеек 1 мм.

Количественный химический анализ растительных проб, образцов лесной подстилки и почв выполнен в аккредитованной экоаналитической лаборатории и отделе почвоведения Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Массовую долю общего органического углерода (Сорг.) и общего азота (Nобщ.) определяли на CHNS-O-элементном анализаторе EA 1110 (Италия), макроэлементов (Mn, Fe, Al, Ca, Na, Mg, K, P) – способом микроволнового разложения проб концентрированными растворами HNO₃ и H₂O₂ с последующим измерением концентрации химических элементов в растворах методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98). Величину рН водной вытяжки измеряли на иономере «Анион-4100».

Таблица 1. Динамика биологической продуктивности травяного и мохового ярусов на участке самозарастания по годам наблюдений

Агроботанические группы растений	1999 г.		2011 г.		2013 г.	
	Масса, г/м ²	Доля, %	Масса, г/м ²	Доля, %	Масса, г/м ²	Доля, %
Травянистое сообщество						
Злаки	304.8±10.6	81.6	168.2±44.6	45.5	199.0±36.1	62.0
Разнотравье	68.6±4.15	18.4	196.4±57.9	53.1	129.9±23.4	39.3
Мхи	0	0	5.2±3.8	1.4	1.6±0.6	0.5
Итого:	373.4±10.7	100.0	369.8±82.1	100.0	330.8±69.4	100.0
Молодое лесное сообщество						
Злаки	н/о	н/о	28.9±15.5	39.2	29.1±19.5	46.9
Разнотравье	-"	-"	44.7±13.2	60.5	32.1±4.7	51.8
Мхи	-"	-"	0.3±0.3	0.4	0.8±0.0	1.3
Итого:	-"	-"	73.9±18.5	100.0	62.0±15.3	100.0

Примечание. н/о – не определяли.

На основной площади участка сформировалось молодое лесное сообщество, состав древесного яруса которого может быть описан формулой: 7Б2Ос1С+Е+Ол. Таксационные показатели древесного яруса приведены в табл. 2. В древесном ярусе по численности доминирует береза, однако по высо-

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным наблюдений 2008-2013 гг., на исследуемом участке к началу третьего десятилетия самовосстановительной сукцессии четко выделились два типа растительных сообществ. Вдоль трассы старого полотна автодороги узкой полосой сохраняются фрагменты травянистого сообщества. В нем, как и ранее, продолжают доминировать луговые злаки *Agrostis gigantea*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata* L., *Deschampsia cespitosa*, *Festuca pratensis* Huds., *Calamagrostis canescens*. Сохраняются пионерные и сорные виды *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop, *Picris hieracioides* L., *Elytrigia repens*, *Taraxacum officinale*, *Tussilago farfara*, свидетельствующие о посттехногенном происхождении травостоя. В настоящее время видовое разнообразие травянистого сообщества увеличивается за счет внедрения лесных и опушечных видов: *Equisetum sylvaticum* L., *Ajuga reptans* L., *Aegopodium podagraria* L. и др. Всего в травяном ярусе, общее проективное покрытие (ОПП) которого 100%, отмечено 52 вида сосудистых растений. Моховой покров не развит, ОПП до 10%.

Продуктивность травянистого сообщества, начиная с конца 90-х гг. прошлого столетия, сохраняется примерно на одном уровне (табл. 1). Однако в третьем десятилетии восстановительного процесса в структуре фитомассы отмечено уменьшение доли злаков и возрастание – разнотравья. Плотность травостоя становится более неравномерной, о чем свидетельствует возрастание коэффициента вариации: в 1999 г. он составлял 9,1%, а в 2011 и 2013 гг. – 70,2 и 66,3% соответственно.

те она уступает сосне. Высота ив сопоставима с высотой березы и осины (табл. 2). В запасы древесины молодого лесного сообщества, сформированного на техногенном субстрате в процессе самовосстановительной сукцессии за практически двадцатилетний период, основной вклад вносит

сосна (63,9%). Второе место делят береза (12,7%) и ива (17,4%). Вклад остальных видов деревьев незначителен.

В подросте высотой до 1,5 м по численности также преобладает береза – 13,7 тыс. шт/га, на

долю остальных видов (осины, ольхи, ели, сосны и ивы) приходится 9,2 тыс. шт/га. Полученные цифры свидетельствуют о том, что лесное сообщество развивается по пути формирования березового леса с примесью сосны и ели.

Таблица 2. Таксационные показатели молодого лесного сообщества

Порода	Число деревьев, шт·га ⁻¹	Запас древесины, м ³ ·га ⁻¹	Диаметр ствола, см	Высота деревьев, м
Береза	23467	20.0	1.3	4.0
Ива	9333	27.3	2.5	5.1
Осина	4800	7.3	1.4	3.9
Ольха	1200	1.4	1.1	3.6
Сосна	1467	100.3	9.5	8.2
Ель	400	0.7	2.3	2.9
Всего	40667	157	-	-

Эдификаторное влияние древесно-кустарниковой растительности обусловило появление в травяно-кустарничковом ярусе значительного числа лесных и опушечных видов: *Melica nutans* L., *Aegopodium podagraria* L., *Ajuga reptans* L., *Angelica sylvestris* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill, *Equisetum sylvaticum* L., *Fragaria vesca* L., *Hieracium altipes* (Lindb. fil. ex Zahn) Juxip, *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Pyrola minor* L., *Rubus saxatilis* L., *Prunella vulgaris* L., *Solidago virgaurea* L., *Vicia sylvatica* L. и др. Многие луговые виды – *Agrostis gigantea*, *Calamagrostis canescens*, *Dactylis glomerata*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca pratensis*, *Hieracium umbellatum* L., *Lathyrus pratensis* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Poa pratensis* L., *Ranunculus acris* L., *Veronica chamaedrys* L., *Vicia sepium* L., *Vicia cracca* L. и др. – находятся в угнетенном состоянии. Всего в травяном ярусе с ОПП около 30% выявлено 48 видов сосудистых растений. В напочвенном покрове отмечены единичные мхи (ОПП до 1%).

Несмотря на то, что по видовому разнообразию травяной ярус лесного сообщества сопоставим с луговой экосистемой, его биологическая продуктивность, вследствие разреженности, практически в 5 раз меньше, по сравнению с травянистым сообществом (табл. 1). Следует отметить, что в молодом лесном сообществе основной вклад в поступление на поверхность почвы растительной морт-массы вносит опад древесно-кустарникового яруса. По данным учета за 2011-2012 гг., его величина в среднем составляет 322 г/м². При этом 19% от общей массы опада поступает в течение зимне-весеннего периода, 81% – летне-осеннего. В структуре опада ведущую роль играют листья ивы, березы и хвоя сосны (рис. 1). С учетом растений напочвенного покрова общая фитомасса, включающаяся в процессы формирования горизонта лесной подстилки, в молодом лесном сообществе оценивается величинами порядка 380-395 г/м², что незначи-

тельно (в 1,1-1,2 раза) превышает фитомассу трав в луговом сообществе.

Для оценки скорости деструкции растительного опада в каждом фитоценозе закладывали растительный материал на годичный срок (с 18.10.2007 г. по 24.10.2008 г.). В травянистом сообществе для этой цели использовали смешанный образец надземной массы травостоя (Тс), в молодом лесном сообществе – смешанный образец листьев березы и ивы (МЛс-I) и смешанный образец растений травяного яруса (МЛс-II). Растительный материал, использованный для проведения опыта, близок по содержанию органического углерода (41,9-44,7%) и общего азота (0,87-1,15%), но несколько различался по концентрации зольных элементов (рис. 2). Минимальной величиной суммы зольных элементов характеризовался образец, заложенный в травянистом сообществе – 1,83 г на 100 г растительного материала. Образцы растений, заложенные в молодом лесном сообществе, отличались более высокими показателями, особенно, смешанный образец из листовых пластинок березы и ивы – 4,67 г зольных элементов на 100 г растительной массы. Эти различия обусловлены более активной аккумуляцией в листья березы и ивы таких элементов, как кальций, магний и фосфор (рис. 2).

Проведенные нами исследования показали, что скорость минерализации трав, по сравнению с опадом растений древесного яруса, выше. Так, за период с 18.10.2007 г. по 24.10.2008 г. надземная масса травостоя в травянистом сообществе и растения травяного яруса в молодом лесном сообществе разложились практически на 50% (потеря массы составила соответственно 48,8±1,6% и 48,7±0,6%). Смешанный образец из листьев березы и ивы – основного компонента опада древесного яруса – за этот же период потерял в массе 38,2±1,5%. В ходе дополнительного опыта, проведенного в период с 8.10.2010 г. по 19.10.2011 г., установлено, что наиболее активно минерализуются надземные органы растений из групп разнотравья и злаков. Потеря массы за год составила

соответственно $65,4 \pm 0,3\%$ и $44,3 \pm 2,2\%$. Листья древесных и кустарниковых растений разлагаются медленнее. Потеря массы листьев ивы за год

составила $27,4 \pm 1,6\%$, березы – $22,2 \pm 1,0\%$, хвои сосны – $15,4 \pm 1,2\%$. Ветви за год теряют $5,32 \pm 1,0\%$ своей массы.

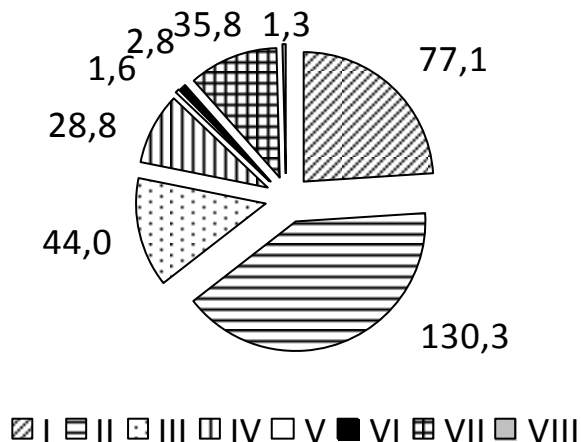


Рис. 1. Структура опада, поступающего на поверхность почвы в молодом лесном сообществе:

I – листья ивы; II – листья березы; III – хвоя сосны; IV – ветви; V – кора; VI – генеративные органы; VII – труха; VIII – другие фракции (в г/м²).

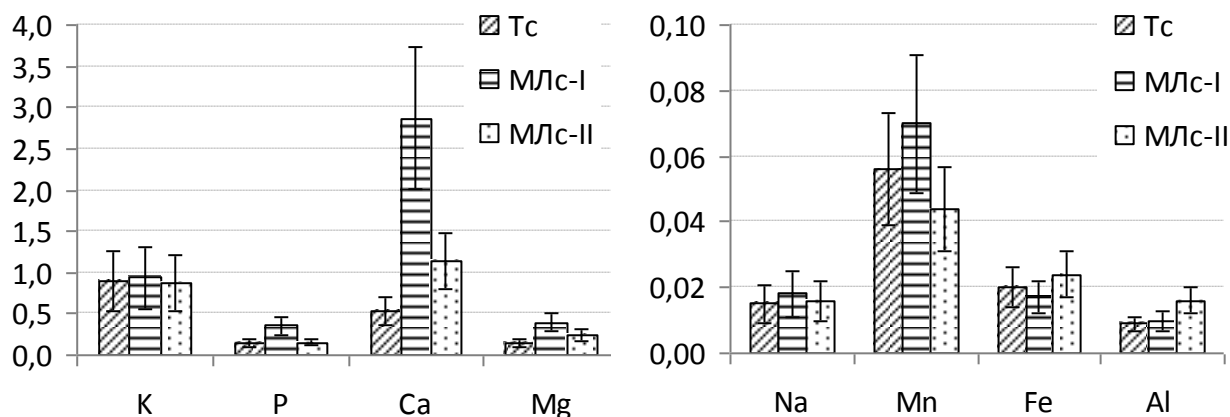


Рис. 2. Массовая доля (% по вертикали) химических элементов в образцах растительной массы, использованных для изучения скорости разложения растительного опада. Условные обозначения в тексте.

В процессе биодеструкции растительного опада происходят закономерные изменения его химического состава [8, 15, 17]. В рассматриваемых нами сообществах динамика изменения массовой доли азота в процессе минерализации опада имеет определенные различия. В травянистом сообществе в течение годичной экспозиции на поверхности почвы смешанного образца надземной массы трав (Тс) наблюдается практически линейное увеличение массовой доли Нобщ. (рис. 3В). В молодом лесном сообществе, вне зависимости от характера растительного материала, увеличение массовой доли азота наблюдается, в основном, в течение первых 7 месяцев. В последующем содержание Нобщ. в растительном опаде практически не меняется, несмотря на выраженный тренд

снижения в нем в этот период массовой доли органического углерода (рис. 3А). Таким образом, разложение растительных остатков во всех вариантах опыта сопровождается их относительным обогащением азотистыми соединениями, о чем свидетельствует возрастание в них массовой доли общего азота и уменьшение величины соотношения C:N (рис. 3С). В то же время оценка потерь органического углерода и общего азота в процессе минерализации свидетельствует о том, что при разложении надземной массы травянистых растений и листовых пластинок березы и ивы наблюдаются практически сходные закономерности в высвобождении органического углерода (табл. 3). За полугодовой период экспозиции теряется 26,4-29,7% Сорг., за год – 42,5-49,6% от его первоначальной массы.

чального содержания в растительной массе. Для азота отмечены совершенно иные тенденции. В травянистом сообществе из растительной массы надземных частей трав в среднем за год теряется до 15,5% общего азота, причем основная его часть (практически 80%) высвобождается за период с октября по апрель. В летний период скорость потери азота снижается, что может быть связано с микробной колонизацией опада [9]. В молодом лесном сообществе беспорядочные колебания в этих показателях (табл. 3) могут определяться спецификой химического состава растительного материала – более высоким содержанием в листьях березы и ивы, а также в растениях травяного яруса оснований и фосфора, оказывающих определенное влияние на интенсивность микробиологической деятельности и скорость деструкции опада.

К общей закономерности, выявленной во всех вариантах опыта, следует отнести активное выщелачивание, особенно в первые 7 месяцев экспозиции растительного опада, таких элементов, как калий, фосфор, кальций, магний и натрий. За этот период в травянистом и молодом лесном сообществах высвобождается до 86-89% поступившего с опадом калия, 41-50% фосфора, 14-26% кальция, 53-62% натрия и 39-49% магния (табл. 3). Потери элементов за осенне-зимне-весенний период могут быть обусловлены их активным выносом с дождевыми и талыми водами [3, 19] и,

особенно, калия, поскольку он не входит в состав органических веществ клеток растений и находится, в основном, в свободной ионной форме. Снижение скорости выноса элементов в летний период связано с возможным их поступлением с атмосферными осадками. Вода, просачивающаяся сквозь крону деревьев (подкроновые воды), обогащена элементами-биогенами за счет их вымывания из живых растений [4]. Для таких элементов, как железо и алюминий отмечено их постепенное накопление в растительной массе в процессе ее деструкции. По мнению некоторых авторов [16], это может быть обусловлено низкой геохимической подвижностью Fe и Al, определяющей аккумуляцию этих элементов в разлагающихся растительных остатках.

Развитие растительного покрова на техногенном субстрате способствует его последовательной трансформации в результате первичного почвообразования [14, 21]. Формирующиеся почвы, в соответствии с принципами классификации и диагностики почв России (2004), относятся к отделу слабозрелых почв. Общая мощность преобразованной почвообразованием толщи не превышает 10 см. Характер растительности и особенности поступления и разложения растительного опада на рассматриваемом участке обусловили определенные различия в морфологическом строении верхних горизонтов новообразованных почв.

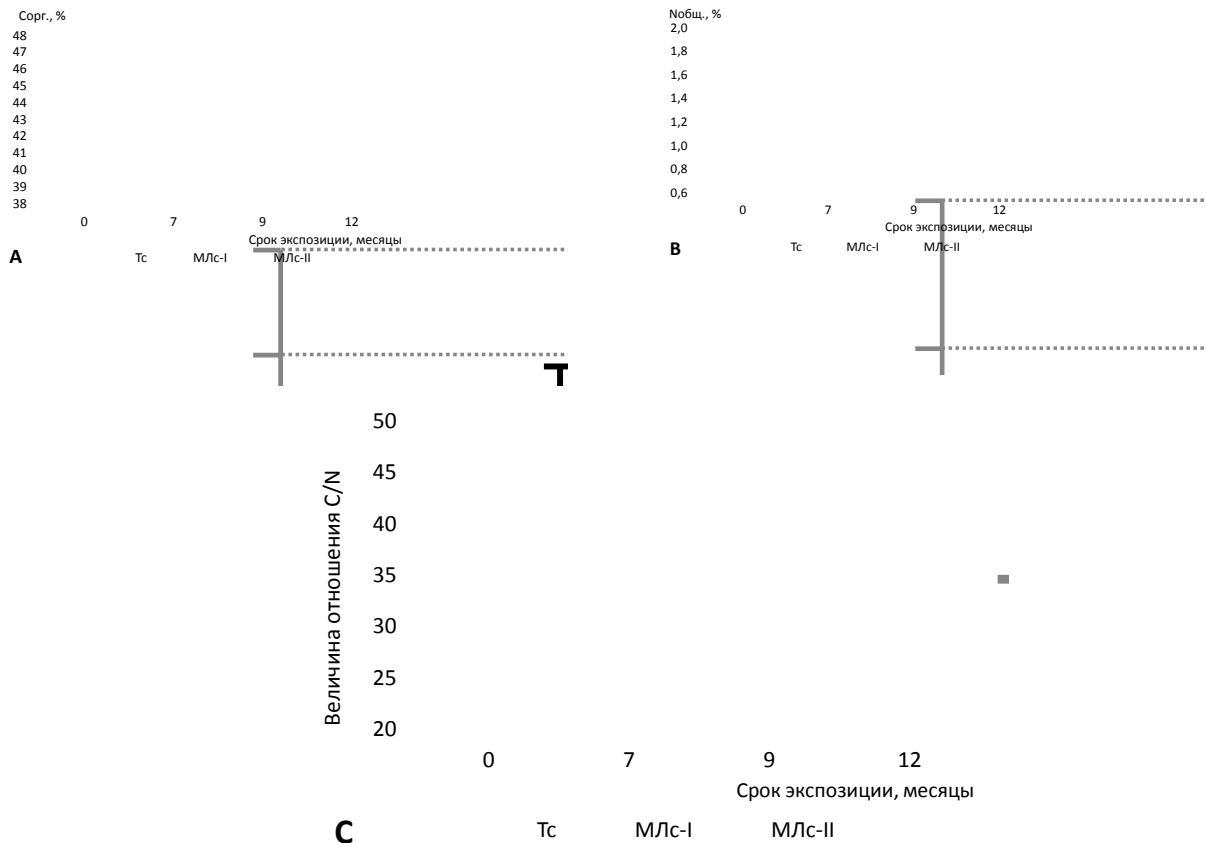


Рис. 3. Динамика массовой доли органического углерода (А), общего азота (В) и величины отношения C/N (С) при разложении опада. Условные обозначения те же, что на рис. 2.

В травянистом сообществе на поверхности почвы образуется слой ветоши мощностью до 0,5 см, запасы которой составляют около 3,6 т/га (табл. 4). В верхней части профиля под влиянием дернового процесса дифференцируется гумусово-слаборазвитый горизонт W мощностью до 2 см, залегающий на толще моренных суглинков С. Как видно (табл. 4), по мере возрастания степени разложения органического материала, образующего слой ветоши на поверхности почвы, и его перехо-

да в гумусово-слаборазвитый горизонт W происходит снижение массовой доли Сорг. и Нобщ., при относительном обогащении почвенного органического вещества азотом. Об этом свидетельствует уменьшение величины соотношения С:N. В составе зольных элементов прослеживается четко выраженная тенденция снижения в этом направлении массовой доли фосфора, серы, кальция и возрастание – железа, алюминия, калия и других элементов (рис. 4).

Таблица 3. Высвобождение (-) или накопление (+) химических элементов в ходе разложения опада в травянистом и молодом лесном сообществах, % от поступления

Период разложения	С	N	К	Р	Ca	Mg	Na	Mn	Fe	Al
Травянистое сообщество, смешанный образец травянистых растений (Тс)										
18.10.07- 30.05.08 (7 месяцев)	-26,4	-12,4	-88,2	-46,9	-9,1	-39,7	-52,8	+27,1	+195,5	+229,2
18.10.07- 24.10.08 (12 месяцев)	-49,1	-15,5	-88,0	-50,9	-26,1	-41,5	-71,1	-7,5	+288,5	+902,6
Молодое лесное сообщество, смешанный образец листьев ивы и березы (МЛс-I)										
18.10.07- 30.05.08 (7 месяцев)	-28,7	+11,1	-85,8	-48,6	-11,8	-47,5	-59,5	-25,0	+138,8	+128,8
18.10.07- 24.10.08 (12 месяцев)	-42,5	-8,4	-90,7	-74,8	-24,3	-38,9	-67,5	-2,2	+496,0	+759,6
Молодое лесное сообщество, смешанный образец травянистых растений (МЛс-II)										
18.10.07- 30.05.08 (7 месяцев)	-29,7	-6,3	-89,1	-41,2	-8,1	-45,9	-62,2	+11,6	+184,2	+211,2
18.10.07- 24.10.08 (12 месяцев)	-49,6	-30,7	-89,5	-54,0	-14,4	-27,1	-67,0	-3,0	+392,6	+671,0

Таблица 4. Характеристика некоторых параметров и свойств слаборазвитых почв, сформировавшихся под пологом травянистого и молодого лесного сообществ

Горизонт, подгоризонт	Мощность*, см	Запас*, т/га	Сорг., %	Нобщ., %	C/N	рНводн.
			$\omega \pm \Delta^{**}$	$\omega \pm \Delta^{**}$		
Травянистое сообщество						
Ветошь, верхний слой (Вв)	0.5±0.1	3.6±0.4	42.5±1.4	1.08±0.19	39.4	6.5
Ветошь, нижний слой (Вн)			22.7±0.7	0.93±0.17	24.4	6.3
W	1.8±0.3	25.0±3.8	10.0±0.3	0.63±0.11	15.9	5.8
С	2-10***	н/о	0.5	н/о	н/о	5.5
Молодое лесное сообщество						
АО1	0.5±0.1	3.5±0.2	41.8±1.3	1.54±0.28	27.1	6.1
АО2	0.4±0.1	5.0±0.6	20.8±0.7	0.89±0.15	23.3	6.2
АО3	1.2±0.1	15.7±1.6	11.5±0.4	0.59±0.10	19.4	6.3
С	2-10***	н/о	0.23	н/о	н/о	5.3

Примечание. * среднее арифметическое ± доверительный интервал (для P=0,95, n= 25); ** ω – массовая доля элемента; ± Δ – границы интервала абсолютной погрешности при P=0,95; *** глубина, см.

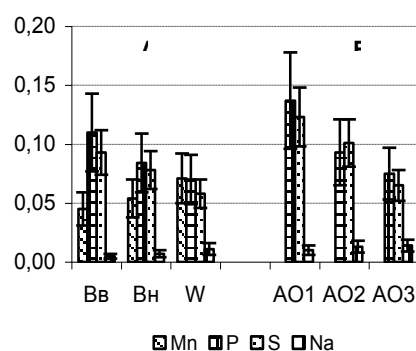
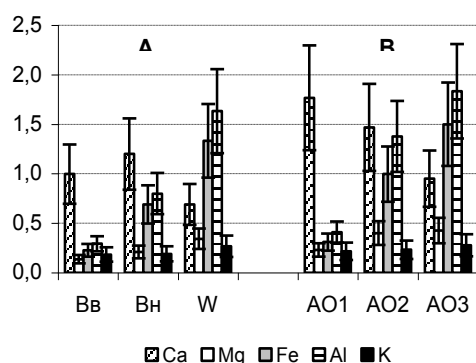


Рис. 4. Профильное распределение содержания зольных элементов в органогенных горизонтах слаборазвитых почв. По вертикали – массовая доля (%) химического элемента, по горизонтали – подгоризонты почв травянистого (А) и молодого лесного (В) сообществ

В профиле почвы молодого лесного сообщества диагностируется органо-аккумулятивный горизонт (горизонт лесной подстилки АО) мощностью около 2 см. В настоящее время – в третьем десятилетии самовосстановительной сукцессии – грубогумусовый горизонт АО, несмотря на свою небольшую мощность, четко стратифицирован на подгоризонты, различающиеся по степени разложения органического материала и своим физико-химическим свойствам (табл. 4). Верхний слой АО1 состоит из слаборазложившихся листьев березы, ивы, хвои сосны, отпада ветвей деревьев. Подгоризонт АО2 представлен среднеразложившимися растительными остатками, пронизанными гифами грибов и корнями трав. Нижняя часть лесной подстилки АО3 отличается черно-бурой окраской, обусловленной присутствием хорошо разложившегося органического вещества, связанного с минеральной частью почвы. Профильное распределение углерода, азота и зольных элементов в верхней части профиля слаборазвитой почвы молодого лесного сообщества аналогично почве травянистого сообщества (рис. 4), что обусловлено сходным химическим составом растительного материала, включающегося в процессы минерализации и гумификации (рис. 2). Однако различия в микроклиматических условиях на лугу и в лесу (под пологом древостоя), а также присутствие в структуре опада молодого лесного сообщества компонентов с более низкой скоростью биодеструкции (листовые пластинки и ветви деревьев), обуславливают низкие темпы минерализации и гумификации растительного материала и, соответственно, образование в верхней части слаборазвитой почвы грубогумусового горизонта АО. Полученные нами результаты позволяют отнести почвы, формирующиеся на данном этапе самовосстановительной сукцессии в травянистом сообществе к типу пелоземов гумусовых (строение профиля W-C), в молодом лесном сообществе – к типу пелоземов грубогумусных (АО-C).

ВЫВОДЫ

1) Определены видовой состав и продуктивность растительных сообществ, сформировавшихся на техногенном суглинистом субстрате к началу третьего десятилетия самовосстановительной сукцессии. Установлено, что в молодых лесных сообществах количественные показатели поступления растительного опада сопоставимы с травянистыми экосистемами (соответственно 380-395 и 330-360 г/м²), но существенно отличаются по структуре. В молодых лесных сообществах вклад растений травяного яруса незначителен. Основной вклад (до 80-85%) в структуру посту-

пающей на поверхность почвы растительной морт-массы оказывает опад древесно-кустарникового яруса.

2) Скорость разложения основных компонентов листового опада древесно-кустарникового яруса в молодых лесных сообществах ниже скорости разложения травянистых растений. Деструкция опада наиболее интенсивно протекает в первые 7 месяцев (в осенне-зимне-весенний период), что сопровождается потерей углерода и азота, активным выщелачиванием многих элементов-биогенов (К, Са, Mg, Р) и накоплением – железа и алюминия.

3) На техногенном суглинистом субстрате в процессе самовосстановительной сукцессии формируются слаборазвитые почвы, развитие профиля которых на первых стадиях самозаращения определяется процессами поступления и трансформации растительного опада. Последовательная смена растительности (луг → молодое лесное сообщество) обуславливает различие слаборазвитых почв на типовом уровне. В биоклиматических условиях подзоны средней тайги на этапе замещения травянистых экосистем молодыми лесными сообществами сукцессионный ряд почв представлен переходом от пелоземов гумусовых к пелоземам грубогумусным.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 3-04-98818 «Ускоренное восстановление лесных экосистем на посттехногенных территориях таежной зоны Республики Коми» и проекта программы Президиума РАН 12-Т-4-1006 «Экологические качества эталонных почв Европейского Северо-Востока России, их биоорганический потенциал как критерий продуктивности и охраны в свете подготовки Красной книги почв Республики Коми».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акульшина Н.П. Восстановительные сукцессии растительности и способы их регулирования на трассах // Магистральные трубопроводы охлажденного и сжиженного природного газа. Сыктывкар, 1988. С. 139-145.
2. Акульшина Н.П. Ивняки по трассе магистрального нефтепровода Возей-Уси-Ухта в Коми АССР / Н.П. Акульшина, Л.В. Фирс, Г.С. Шушпанникова // Вестник Ленинградского университета. Сер. 3. 1988. Вып. 4 (№24). С. 24-30
3. Андреевская Н.И. Разложение и накопление растительных остатков в лесотундре Зауралья // Биомасса и динамика растительного покрова и животного населения в лесотундре. Свердловск, 1974. С. 129-134.
4. Арчегова И.Б. Влияние древесных растений на химический состав атмосферных осадков в процессе восстановления среднетаежных лесов / И.Б. Арчегова, Е.Г. Кузнецова // Лесоведение. 2011. № 3. С. 34-43.

5. *Груздев Б.И.* Растительный покров техногенных участков на европейском Севере / Б.И. Груздев, В.А. Мартыненко // Освоение Севера и проблема рекультивации. Сыктывкар, 1994. С. 101-107.
6. *Железнова Г.В.* Мониторинг формирования растительного покрова на техногенно-нарушенных территориях Усинского нефтяного месторождения / Г.В. Железнова, Е.Г. Кузнецова, Т.В. Евдокимова, Л.П. Турубанова // Экология. 2005. № 4. С. 269-274.
7. *Копцева Е.М.* Первичные сукцессии растительности и почв на карьерах в подзоне северной тайги (на территории Ухтинского и Сосногорского районов Республики Коми) / Е.М. Копцева, Е.В. Абакумов // Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2003. Вып. 1. С. 28-44.
8. *Коротков А.А.* Процессы гумификации растительных остатков в дерново-подзолистых почвах / А.А. Коротков, М.В. Новицкий // Почвоведение. 1969. № 6. С. 72-80.
9. *Кошелева Ю.П.* Изменение некоторых химических свойств опада в ходе его разложения (в условиях южной тайги): Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 2007. 22 с.
10. *Мартыненко В.А.* Растительный покров техногенных экотопов г. Сыктывкара и его окрестностей // Биологическое разнообразие антропогенно трансформированных ландшафтов Европейского Северо-Востока России. Сыктывкар, 1996. С. 7-13.
11. *Моисеев В.С.* Таксация молодняков. Л.: ЛТА, 1971. 344 с.
12. ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98. Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. М., 2005. 28 с.
13. Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964. 532 с.
14. Посттехногенные экосистемы Севера. СПб.: Наука, 2002. 160 с.
15. *Пристова Т.А.* Круговорот веществ во вторичном лиственно-хвойном насаждении средней тайги. Сыктывкар, 2006. 20 с.
16. *Пугачев А.А.* Экологические основы рационального использования почвенных ресурсов Крайнего Северо-Востока России: Автореф. дисс. докт. биол. наук. Владивосток, 1996. 48 с.
17. Регуляторная роль почвы в функционировании таежных экосистем / Отв. ред. Г.В. Добровольский. М.: Наука, 2002. 364 с.
18. *Чальшева Л.В.* Естественное зарастание нефтезагрязненных земель и опыт их рекультивации в условиях Севера / Л.В. Чальшева, В.П. Гладков, З.Г. Гардиевская // Эколого-экономические аспекты природопользования на Европейском Северо-Востоке. Сыктывкар, 1990. С. 74-82.
19. *Частухин В.Я.* Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе / В.Я. Частухин, М.А. Николаевская Л.: Наука, 1969. 326 с.
20. *Шишов Л.Л.* Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
21. Экологические принципы природопользования и природовосстановления на Севере. Сыктывкар, 2009. 176 с.

PRODUCTIVITY OF PLANT COMMUNITIES AND FOREST LITTER FORMATION DURING SELF-RESTORING SUCCESSION ON TECHNOGENIC MATERIALS

© 2014 I.A. Likhanova, E.M. Lapteva, V.A. Kovaleva

Institute of Biology, Komi Science Centre, Ural Division RAS

This paper concerns soil and vegetation cover restoration on technogenic material at the transitional stage from grassy to woody ecosystems. The productivity rate of communities, composition and amount of plant waste were measured. Plant waste destruction was studied for particular parameters. Vegetation class (meadow, leafy forest) on technogenic loam affects the differences between types of weakly developed soils.

Key words: post-technogenic ecosystems, self-restoration, plant waste, plant waste destruction, chemical composition, weakly developed soils