

**ВЛИЯНИЕ СПЛОШНЫХ РУБОК ЛЕСА НА ТРАНСФОРМАЦИЮ
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ КАРЕЛИИ**

© В.А. Вдовиченко, О.Н. Бахмет

Несмотря на значительное количество работ, посвященных изучению почв вырубок, практически отсутствуют сведения о восстановлении почв, сформировавшихся на коренных горных породах. Поэтому целью проведенного исследования являлось изучение морфологических и физико-химических характеристик почв, развитых на коренных горных породах, после проведения сплошных концентрированных рубок сосновых древостоев. Объектами исследования послужили почвы свежей вырубки из-под сосняка черничного и лиственных насаждений, формирующихся на месте проведения сплошных рубок 9ти, 20ти и 40-летней давности. Установлено, что после проведения лесозаготовительных работ наиболее сильные изменения претерпевают лесная подстилка и верхние минеральные горизонты почв. Несмотря на увеличение количества растительных и порубочных остатков, степень минерализации и гумификации органического вещества в лесных подстилках невысока, на что указывает отношение C/N, а также содержание лигнина и целлюлозы в органогенных горизонтах. Удаление древесной растительности приводит к изменению гидротермического режима и, как следствие, приводит к миграции органического вещества вниз по профилю почвы, в результате чего формируется гумусовый горизонт А. В корнеобитаемом слое почв сохраняются высокие запасы органического вещества. В почвах, сформировавшихся под 9-летними лиственными молодняками, отмечается сужение отношения C/N и низкое содержание лигнина и целлюлозы в органогенных горизонтах, что указывает на высокую интенсивность процессов трансформации органического вещества в лесных подстилках. Миграция органического вещества приводит к появлению в профиле почвы переходного горизонта АЕ и элювиального горизонта Е. С увеличением периода после антропогенного воздействия происходит постепенное увеличение мощности лесной подстилки за счет возросшего количества опада, поступающего на поверхность почвы, и снижение интенсивности минерализации и гумификации органического вещества. В процессе восстановления почв снижается кислотность и возрастает содержание общего углерода и азота в минеральных горизонтах. С увеличением периода после антропогенного воздействия увеличиваются запасы органического углерода, как в верхнем органогенном горизонте, так и в 30-сантиметровом корнеобитаемом слое.

Ключевые слова: сплошные рубки, естественное лесовосстановление, подбурь, физико-химические свойства, органическое вещество, лесные подстилки.

Промышленные лесозаготовки, в частности сплошные концентрированные рубки, являются одним из ведущих факторов антропогенного воздействия на лесные экосистемы Республики Карелии [1]. Проведение лесохозяйственных мероприятий влечет за собой нарушение динамического равновесия между компонентами экосистемы и приводит к изменению потоков питательных веществ, которые в свою очередь влияют на почвообразовательные процессы. Удаление древесной растительности приводит к изменению водного, температурного и инсоляционного режимов, способствуя увеличению скорости разложения органического вещества и порубочных остатков [2]. В результате воздействия лесозаготовительной техники происходит удаление одного из важнейших компонентов лесного биоценоза – лесных подстилок, а также нарушение верхних горизонтов корнеобитаемого слоя почвы.

Существует ряд исследовательских работ, посвященных изучению лесных подстилок в хвойных лесах, где авторы рассматривают послед-

ствия антропогенного воздействия на морфологические и биохимические свойства органогенных горизонтов [3]. К настоящему времени существует достаточное количество исследований, посвященных изучению физико-химических свойств антропогенно нарушенных почв, сформированных на песчаных [4], двучленных [5] и однородных суглинистых [6] почвообразующих породах в условиях средней тайги. Однако сведений об антропогенно нарушенных почвах, сформированных на коренных горных породах, практически нет [7]. Поэтому целью данного исследования стало выявление закономерностей изменения морфологического строения и некоторых физико-химических свойств подбурь оподзоленных, сформировавшихся на элювии коренных горных пород, в процессе сукцессионной смены растительности после проведения сплошных рубок сосновых древостоев.

Материал и методы исследования. Исследования проводились в среднетаежной подзоне Республики Карелии. Ввиду преобладания воз-

ВДОВИЧЕНКО Вероника Андреевна, Институт леса Карельского научного центра РАН,
e-mail: veronikavdovichenko@gmail.com

БАХМЕТ Ольга Николаевна – д.б.н., Институт леса Карельского научного центра РАН, e-mail: obahmet@mail.ru

душных масс атлантического и арктического происхождения, близости к Балтийскому, Белому и Баренцеву морям, а также своеобразия местных природных условий (обилие озер и болот, рельеф и др.) для региона характерны следующие климатические особенности: невысокая среднегодовая температура воздуха (3°C), продолжительная, но мягкая зима (число дней со снежным покровом 145–155), короткое прохладное лето (продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше 15°C 40–45 дней), высокая относительная влажность воздуха (60–90%), значительное количество осадков (550–600 мм) [8].

Объектами исследования послужили почвы свежей вырубке из-под сосняка черничного и производимых лиственных насаждений, формирующихся на месте проведения сплошных рубок 9ти, 20ти и 40-летней давности. Почвы всех пробных площадей по Классификации почв России [9] представляли собой подбуры оподзоленные, формирующиеся на элювии коренных горных пород.

В типичных участках пробных площадей закладывались полнопрофильные разрезы почв, проведено их детальное морфологическое описание. Для оценки пределов варьирования морфологических и физико-химических свойств почв образцы отбирали из минеральных горизонтов в 4х-кратной повторности, из органогенного горизонта в 7-кратной повторности.

Химический анализ почвенных образцов включал определение актуальной кислотности водной и солевой вытяжек, общего углерода по методу Тюрина в модификации Симакова, общего азота микрометодом Кьельдаля. Исследование лесных подстилок включало в себя детальное описание морфологического строения, мощности, запасов органического вещества. В органогенных горизонтах определяли содержание целлюлозы (методом Крюшнера и Хоффера) и лигнина (методом Класона в модификации Комарова).

Результаты и обсуждение. О скорости биологического круговорота веществ в экосистеме можно судить по особенностям накопления и разложения органического вещества в лесных подстилках. Оценить соотношение между данными процессами позволяет изучение физических и химико-биологических свойств органогенных горизонтов, а также запасов в них питательных веществ [10]. Изменение скорости гумификации и минерализации органического материала в лесных подстилках после антропогенного воздействия приводит к миграции и перераспределению

органического вещества вниз по профилю, меняя тем самым физико-химические свойства почв. Удаление древостоя приводит к сукцессионной смене растительного покрова, сопровождающееся изменениями режимов и свойств почв.

Проведение сплошных рубок повлекло за собой нарушение целостности лесной подстилки и верхних почвенных горизонтов. Мощность фрагментарно сохранившегося органогенного горизонта варьирует в пределах 0,5–1 см. В процессе лесовозобновления на вырубке 9 лет произошло заселение лиственных пород – березы и осины, в напочвенном покрове преобладает луговая растительность. Лиственный опад способствует формированию нового органогенного горизонта, мощностью 2,5–4 см. На вырубке 20-летней давности под пологом лиственных насаждений, в которых преобладает осина, начинает формироваться древостой из коренных пород. Смыкание полога леса препятствует развитию луговых трав и способствует образованию более мощной лесной подстилки (3–5 см). Таким образом, с увеличением возраста рубок наблюдается смена напочвенных микроассоциаций с луговиковых на чернично-луговиковые и черничные. На вырубке 40-летней давности в древостое все еще преобладают лиственные породы, существенных изменений в живом напочвенном покрове относительно 20-летней вырубки не наблюдается. Мощность лесной подстилки варьирует в пределах 3–5,5 см.

Содержание целлюлозы и лигнина позволяет оценить степень гумификации органического вещества, поскольку данные компоненты обладают относительной устойчивостью к разложению. По результатам изучения состава органического вещества установлено, что после проведения сплошных рубок в лесных подстилках содержится 15,9% целлюлозы и 33,4% лигнина. Данные показатели свидетельствуют о невысокой степени гумификации растительного опада. В органогенном горизонте вырубки 9-летней давности содержится минимальное количество лигнина (27,3%) и целлюлозы (9,9%), что указывает на более активное разложение органического вещества по сравнению со свежей вырубкой. Эти различия объясняются изменением компонентного состава подстилок, в котором увеличивается доля травянистых остатков и лиственного опада. По данным изучения состава органического вещества наблюдается увеличение содержания целлюлозы и лигнина на рубках 20- и 40-летней давности (11,3 и 13,5; 29,4 и 36,5%, соответственно). Таким образом, с увеличением пе-

риода после проведения рубки древостоя происходит снижение интенсивности гумификации растительного опада из-за появления в древесном пологе коренных хвойных пород (рис. 1).

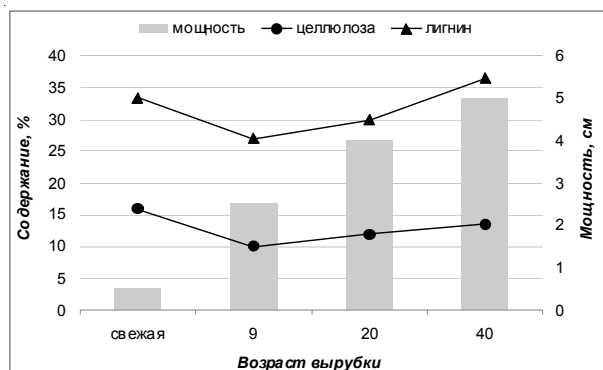


Рис. 1. Содержание лигнина и целлюлозы в лесных подстилках

Соотношение C/N в лесных подстилках указывает на невысокую степень минерализации органического вещества (22-24), исключение составляет лесная подстилка вырубki 9-летней давности, где соотношение C/N сужается до 20. После проведения лесозаготовительных работ в лесной подстилке сохраняются высокие значения общего углерода и азота (34,12% и 1,38%), к возрасту 9 лет происходит резкое снижение показателей (17,44% и 0,88%), за счет увеличения активности почвенных микроорганизмов. На вырубках 20 и 40-летней давности происходит постепенное накопление общего углерода (19,96%; 24,18%) и азота (0,09%; 1,12%) в лесных подстилках, обусловленное изменением количественного и качественного состава растительного опада.

Изменение гидротермического режима, вследствие удаления древесной растительности, приводит к миграции органического вещества вниз по почвенному профилю и влечет за собой формирование гумусовых и гумусово-эллювиальных горизонтов, характеризующихся высокими значениями общего азота и углерода. Формирование таких горизонтов характерно для антропогенно нарушенных почв. С увеличением периода после проведения рубки древостоя наблюдается постепенное обогащение нижних минеральных горизонтов корнеобитаемого слоя почвы углеродом и азотом (табл.).

Изменение качественного и количественного состава поступающего в почву растительного материала приводит к изменению кислотности органических и минеральных горизонтов. Лесные подстилки среднекислые (рН 4,55-4,6), в верхних минеральных горизонтах отмечена высокая кислот-

ность (в гумусовом горизонте 3,97-4,05, в эллювиально-гумусовом 3,34-3,95). В минеральной толще значения рН варьируют в пределах 3,7-4,36.

Т а б л и ц а

Химические свойства почв пробных площадей

Пробная площадь	Горизонт	рН _{KCl}	C, %	N, %	C/N
Свежая	O	4,6	34,12	1,38	24
	A	4,05	4,23	0,18	24
	Bf	4,06	2,71	0,13	21
	B2	4,15	2,87	0,17	17
9 лет	O	4,55	17,44	0,88	20
	A	3,97	10,13	1,1	9
	AE	3,47	3,47	0,21	16
	B1	3,71	0,49	0,06	9
20 лет	O	4,59	19,96	0,9	22
	AE	3,34	4,43	0,24	18
	Bf	4,19	0,6	0,07	9
	B2	4,22	0,31	0,04	8
40 лет	O	4,62	24,18	1,12	22
	AE	3,95	9,39	0,6	16
	B2	4,36	0,62	0,05	12

Проведение лесозаготовительных работ в значительной мере повлияло на запасы органического вещества в лесных подстилках и корнеобитаемом слое 0 – 30 см. Для лесных подстилок характерно постепенное увеличение запасов органического вещества (рис. 2).

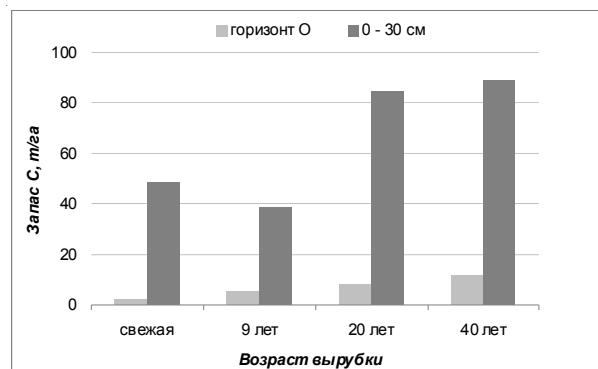


Рис. 2. Запасы органического вещества в почвах пробных площадей

После антропогенного воздействия в минеральной толще свежей вырубki отмечены высокие запасы органического вещества. На вырубке 9-летней давности отмечено снижение данного показателя, обусловленное сукцессионной сменой растительности и увеличением активности почвенных микроорганизмов. Интенсивное накопле-

ние органического вещества в корнеобитаемом слое способствовало увеличению запасов углерода на 20- и 40-летней вырубке.

Заключение. Установлено, что в результате проведения сплошных рубок наибольшей трансформации подверглись лесная подстилка и верхние минеральные горизонты почв. Отношение C/N, а также высокое содержание лигнина и целлюлозы в органогенных горизонтах указывают на невысокую степень минерализации и гумификации органического вещества в лесных подстилках свежей вырубки, несмотря на увеличение количества растительных и порубочных остатков. Изменение гидротермического режима почв, вследствие удаления древесного полога, привело к миграции органического вещества вниз по профилю почвы, в результате чего формируется гумусовый горизонт А. В корнеобитаемом слое почв сохраняются высокие запасы органического вещества. В органогенных горизонтах 9-летнего листового молодняка отмечается сужение отношения C/N и низкое содержание лигнина и целлюлозы, что указывает на увеличение интенсивности процессов трансформации органического вещества в лесных подстилках. Миграция органического вещества приводит к появлению в профиле почвы переходного горизонта АЕ и элювиального горизонта Е. В процессе сукцессионной смены растительности наблюдается постепенное увеличение мощности лесной подстилки за счет возросшего количества опада, поступающего на поверхность почвы, и снижение интенсивности минерализации и гумификации органического вещества. С увеличением периода после проведения лесозаготовительных работ в минеральных горизонтах корнеобитаемого слоя почвы отмеча-

ется уменьшение кислотности и постепенное увеличение общего углерода и азота.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (№ 0220-2014- 0008).

Литература

1. Громцев А.Н. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: Изд-во Карельского НЦ РАН, 2008. 238 с
2. Kubin E., Kemppainen L. Effect of clear cutting of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions. 1991. Acta Forestalia Fennica no. 225 article id 7671.
3. Соломатова Е.А., Богатырев Л.Г. Биохимический состав лесных подстилок ельников черничных свежих Восточной Фенноскандии // Тез. докл. IV съезда ДОП (9-13 августа, г. Новосибирск). Новосибирск: «Наука-Центр», 2004. Кн. 2. С. 359.
4. Бахмет О.Н., Медведева М. В. Изменение свойств почв Карелии в процессе искусственного лесовосстановления // Почвоведение. 2013. № 3. С. 38-45.
5. Федорец Н.Г. Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы: экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты // Материалы международной научно-практической конференции. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2004. С. 187-191.
6. Втюрин Г.М. Состояние почвенного покрова Удорской тайги в связи с интенсивным лесопользованием // Трансформация экосистем Севера в зоне интенсивной заготовки древесины. Сыктывкар, 1997. С. 22-35.
7. Вдовиченко В.А., Бахмет О.Н., Ткаченко Ю.Н. Начальные этапы восстановления почв на коренных горных породах после рубок сосновых древостоев. // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. № 6 (159). 2016. С. 37-41.
8. Назарова Л.Е. Климат // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: Изд-во Карельского НЦ РАН, 2003. С. 6-8.
9. Классификация и диагностика почв России / Сост. Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
10. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М., 1981. 263 с.

IMPACT OF FOREST CUTTINGS ON TRANSFORMATION OF SOIL ORGANIC MATTER IN KARELIA

© V.A. Vdovichenko, O.N. Bakhmet

A significant amount of scientific papers devoted to the study of soils under forest cuttings there is enough information about restoration of soils formed on bedrocks is published. Therefore, the aim of the research was to study morphological and physico-chemical characteristics of soils developed on bedrocks after clear-cutting of pine stands. The soils of fresh felled area and produce hardwoods formed on site during 9-, 20- and 40-year-old cuttings of pine stands located in blueberry forest were the objects of the study. The most considerable changes were revealed in the forest litter and the upper mineral soil horizons after logging operations. Despite the increased number of crop and logging residues, the degree of mineralization and humification of organic matter in the forest litter is low, as indicated by the ratio C/N, as well as the content of lignin and cellulose. Removal of woody vegetation led to a changes of hydrothermal regime and as a consequence led to the migration of organic matter down the soil profile forming the humus horizon A. In the root layer were still high reserves of organic matter. In soils formed under of 9-year-old hardwoods, there was a narrowing of the C/N ratio and low content of lignin and cellulose, indicating a high intensity of processes of transformation of organic matter in forest litter. Migration of organic matter led to the appearance in the soil profile of the transition AE horizon and eluvial horizon E. After a prolonged period of rest following the anthropogenic impact there was a gradual increase in the thickness of the forest litter due to the increased amount of litterfall coming to the topsoil and a decrease in the intensity of mineralization and humification of organic matter. In the recovery process of the soil decreased acidity and increased the content of total carbon and nitrogen in the mineral horizons. After a prolonged period of rest following the anthropogenic impact reserves of organic matter in the upper organogenic horizon increased. The reserves also become more ample in the 30 cm layer of the rooting zone.

Key words: clear-cuttings, natural regeneration, podburs, physico-chemical properties, organic matter, litter.