

УДК 631. 4

**Н. М. Шебалова, Л. А. Коваленко,
Л. И. Королева, Л. Г. Бабушкина**

(Уральская государственная лесотехническая академия)

ВЛИЯНИЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ И ПОЧВЕ ПОД СОСНОВЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ

Выявлено влияние накапливающихся поллютантов на течение процессов разложения органических веществ опада, и в первую очередь, трансформацию углеродсодержащих соединений лесной подстилки.

Изучая особенности почвообразования в лесных экосистемах и почвенные факторы, определяющие продуктивность древостоев, нельзя обойти вниманием особый органогенный горизонт — лесную подстилку. Биогеоценотическая сущность подстилки проявляется не только в том, что формирование и состав ее обусловлены фитоценозом и процессом трансформации растительных остатков, но и тем влиянием, которое они оказывают на лесорастительные свойства почв. Наиболее общим процессом, ведущим к образованию подстилок, является последовательная деструкция растительного опада под воздействием биотических и абиотических факторов, приводящих к уменьшению размера частиц в системе опад — нижележащие горизонты. Различная устойчивость к деструкции компонентов растительного опада приводит к появлению гетерогенных горизонтов лесной подстилки, отличающихся по толщине, плотности и составу компонентов.

Скорость разложения подстилки зависит от ряда факторов: состава древостоя, типа леса, регионально-климатических условий, но определяющими являются процессы, связанные с жизнедеятельностью почвенных организмов. В процессе разложения часть вещества полностью минерализуется, часть — консервируется, часть включается в гумус. В процессе минерализации органического вещества при помощи микроорганизмов выделяется до 85% связанного диоксида углерода. По мере разложения опада происходит его изменение и превращение в аморфную массу. Это хорошо прослеживается в вертикальном профиле в виде слоев разной

степени разложения опада: верхний слой 01 — опавшие листья, хвоя и наземная растительность, средний ферментативный слой — 02 и нижний гумусовый слой — 03. В каждом из горизонтов минерализации подстилки происходят процессы трансформации растительных остатков, сопровождаемые сменой соотношения между содержанием исходных органических соединений, продуктов распада и массой популяций деструкторов.

Химический состав растительных остатков лесной подстилки, наиболее существенным элементом которой является хвоя, весьма сложен. Однако на долю углеродистых соединений приходится преимущественная масса органических соединений. Химический анализ сосновых игл показал, что они содержат, % от сухого остатка: 14,6 гемицеллюлозы, 18,2 целлюлозы и 27,6 лигнина. Разложение растительных остатков опада обеспечивает возврат в почву питательных элементов. По разнообразию веществ, характеру обменных реакций, в которые вступают промежуточные продукты метаболизма, цикл углерода является наиболее сложным. От качественного состава углеводов зависит энергия минерализации органического вещества, микробиологическая активность, видовой состав и биомасса микроорганизмов, от которых зависит, в частности, фиксация атмосферного и трансформация почвенного азота. Особенно важна роль углеводов в синтезе гумусовых веществ.

На основании предыдущих наших исследований*, выявивших зависимость изменения микробиологической и ферментативной активности лесной подстилки и почвы от степени из загрязнения поллютантами, было высказано предположение о недостаточной минерализации растительного опада на всех исследуемых участках сосновых насаждений в зонах промышленных загрязнений. Для подтверждения высказанного предположения и с учетом вышеизложенного было проведено исследование трансформации органических соединений в лесной подстилке и почве на постоянных пробных площадях (ППП) сосновых насаждений в районе Полевского криолитового завода. Исследуемые участки отличались друг от друга по накоплению поллютантов, кислотности и составу лесных фиточенозов. Так, ППП 1,5 км — представляет собой сосняк разнотравный с составом 7С3Б; ППП 7,5 км — 7С2Б; ППП 26 км — 9С1Б. Наибольшее накопление фтор-иона характерно для участка, расположенного вблизи источника загрязнения, т. е. для ППП 1,0 и 1,5 км (таблица).

По результатам наших исследований в органическом веществе лесных подстилок на долю углеводов приходится 30-55%. В органических веществах преобладают трудно гидролизуемые полимеры — лигнин, клетчатка.

Определение состава углеводов в горизонтах лесной подстилки ППП показало, что на ППП 1,0 и 1,5 км (наиболее близких к источнику загрязнения) суммарное их количество колеблется в довольно узких пределах в течение всего вегетационного периода, что указывает на довольно ни-

*Шебалова Н. М. Влияние фторсодержащих промышленных выбросов на структуру микробоценозов лесных почв // Леса Урала и хозяйство в них. Екатеринбург, 1993. Вып. 16. С. 213—218.

**Содержание углеродсодержащих соединений
в лесной подстилке и почве, % от абсолютно сухого вещества**

Время отбора	Горизонт	Содержание в водной вытяжке		рН	Водораствори-мые сахара	Гемипеллюлозы	Целлюлоза	Лигнин
		мкг/г	O_4 мг-ион г					
ППП 1,0 км								
апрель	01	2,3	0,27	6,1	4,4	10,9	11,6	21,5
	02-03	3,2	0,47	4,9	3,4	10,8	10,9	18,6
	A1	1,6	0,24	5,0	2,8	5,9	9,1	19,2
сен-тябрь	01	3,7	0,43	5,0	3,4	10,4	13,4	25,4
	02-03	2,6	0,38	5,4	4,0	7,2	12,6	23,0
	A1	2,4	0,05	5,6	4,9	8,3	16,9	16,8
ППП 1,5 км								
апрель	01	2,6	0,3	4,8	2,8	15,5	15,6	24,2
	02-03	2,8	0,35	4,8	2,6	12,8	10,5	20,1
	A1	2,3	0	5,8	2,4	5,6	6,7	12,0
сен-тябрь	01	2,5	0,37	4,9	2,7	16,2	14,4	20,1
	02-03	2,0	0,08	5,1	2,2	10,8	10,9	19,7
	A1	1,3	0	6,4	1,6	9,0	9,6	14,0
ППП 7,0 км								
апрель	01	1,8	0,56	5,9	2,6	14,0	18,7	22,5
	02-03	2,2	0,12	5,5	2,05	11,2	14,0	21,2
	A1	1,0	0	5,4	2,1	8,1	4,6	9,0
сен-тябрь	01	1,0	0,44	3,6	1,8	9,8	19,9	23,0
	02-03	1,8	0,09	5,0	1,7	6,9	17,3	23,0
	A1	0,4	0,1	5,3	2,4	4,8	7,0	19,0
ППП 26 км								
апрель	01	0,4	0	5,9	2,4	15,4	22,2	23,0
	02-03	0,9	0	4,7	1,8	11,1	22,7	23,0
	A1	0,3	0	5,4	2,1	9,1	11,9	19,0
сен-тябрь	01	0,8	0,38	4,9	2,5	14,9	22,4	31,0
	02-03	0,8	0,2	4,7	2,4	13,5	18,6	24,0
	A1	0,1	0,1	5,6	1,9	4,9	6,0	5,0

зкую минерализацию лесных подстилок. Так, для верхних горизонтов подстилки на данных ППП это количество колеблется в пределах 50-52%, а на других участках составляет уже 44-45%, т. е. наибольшее накопление токсикантов оказывает существенное влияние на общее содержание углеводов. По мере удаления от источника загрязнения обогащенность лесной подстилки и почвы углеводами увеличивается, т. е. разложение органических веществ в них замедляется. Суммарный запас углеводов в слое почвенного профиля уменьшается с увеличением глубины.

Водорастворимые углеводы составляют 1-5% органического вещества подстилок всех исследованных ППП. Содержание их остается практически неизменным в течение всего вегетационного периода на ППП 1,0 и 1,5 км. На остальных участках их содержание уменьшается от весны к осени. В лесных подстилках доминируют труднорастворяемые полимерные углеродсодержащие полимеры — лигнин и клетчатка. Наиболее высокие показатели характерны для верхнего горизонта подстилки — слабо минерализованного, имеющего самый высокий запас водорастворимых и легкогидролизуемых углеводов. В этом горизонте отмечается и самый низкий уровень трансформации органических веществ. Клетчатка, составляя довольно значительную часть растительных тканей, образующих опад, является основным источником углерода в почве. Способность разлагать клетчатку свойственна представителям разнообразных групп микроорганизмов, как аэробных, так и анаэробных. Самым распространенным и имеющим наибольшее значение в разложении опада является аэробный тип разложения, осуществляемый бактериями и микромицетами. В естественных условиях разложение растительного опада происходит следующим образом: сначала в верхнем горизонте подстилки развиваются быстрорастущие микромицеты и бактерии, которые потребляют водорастворимые соединения углеводов, за ними следуют другие виды микроорганизмов, способные использовать сложные углеводы: крахмал, гемицеллюлозы, и наконец, развиваются микроорганизмы, способные действовать на клетчатку и лигнин. Но мы уже доказали (Шебалова, 1993), что даже для сапрофитов, нуждающихся в легкодоступных углеводах, на исследуемых участках создаются неблагоприятные условия для развития и жизнедеятельности, не говоря уже о грибах, разлагающих лигнин и клетчатку.

Накопление лигнина и клетчатки в подстилке на всех исследуемых ППП обусловлено их слабой минерализацией, которую лимитирует кислая реакция среды, недостаток азота, наличие токсикантов. Содержание клетчатки, лигнина в подстилках всех исследуемых участков заметно не изменялось в течение всего вегетационного периода.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что запас органического вещества в лесных подстилках довольно высокий и темпы трансформации его очень замедлены, т. е. на исследуемых участках не создаются условия для быстрого возврата веществ, необходимых для питания древесных растений. В верхнем подгоризонте лесных подстилок преобладает фракция трудногидролизуемых углеродсодержащих

соединений, представленных в основном, клетчаткой (12-25%) и лигнином (44-63%). В ферментативном слое лесной подстилки общее содержание углеводов снижается, главным образом, за счет уменьшения легкогидролизуемых углеводов. Содержание водорастворимых углеводов в лесной подстилке невысокое. Можно отметить в качестве общей тенденции для всех исследуемых участков при удалении от источника загрязнения увеличение обогащенности верхнего подгоризонта лесной подстилки трудногидролизуемыми углеводами.