

УДК 631.48:630*182.22

Г.Г. Новгородова
(Ботанический сад УрО РАН)**РОЛЬ ЛИСТОПАДНЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В
ПОЧВООБРАЗОВАНИИ ПРИГОРОДНЫХ СОСНЯКОВ**

Создание лесных культур в таежной зоне является вмешательством в естественный ход биогеоценологического процесса. Это сопровождается демулационным развитием лесных почв под воздействием древесного полога искусственных насаждений. Настоящая работа посвящена изучению влияния лесных культур лиственницы и тополя на почвообразование в южнотаежных сосняках пригородной зоны г. Екатеринбурга на четырех пробных площадях (ПП), заложенных в Уктусском и Центральном лесничествах Свердловского горлесхоза.

Исследовались дерново-подзолистые почвы условно-коренного (УК) сосняка черничного (С ч) на ПП 2 и расположенного в непосредственной близости насаждения этого же типа леса с участием созданных под пологом групповых 40-летних культур лиственницы (Лц) и тополя (Т) на ПП 1.

Изучались бурые оподзоленные почвы (ранее бурые псевдоподзолистые [1]) УК сосняка зеленомошно-ягодникового (С зм-яг) на ПП 14 и заложенных рядом 30-летних чистых рядовых культур лиственницы (ПП 13). Краткая характеристика древостоев на момент исследований приводится в табл. 1. Условно-коренные сосняки близки по составу древостоя и полноте, но различаются по возрасту, высоте и диаметру древостоя, а также по типу лесорастительных условий. С зм-яг приурочен к верхней трети склона возвышенной возвышенности. Сч расположен на первой надпойменной террасе р. Исети. Их почвы разной типовой принадлежности развиты на элюво-делювии однотипных зеленокаменных пород.

Почвенные разрезы на ПП закладывались в месте пересечения “биогеоценологических полей” [2] крон хвойных и лиственных пород. Морфологические описания и отбор образцов почв для анализов выполнены в августе, когда испытывающие годичную цикличность превращения органических веществ почв стабилизируются в среднемноголетнем, характерном для данной почвы значении [3, 4, 5].

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев

Состав древостоя	Полнота	Возраст, лет	Бонитет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Запас, м ³ /га
Пробная площадь 2						
6С4Б	0,78	С-84 Б-83	I	С-27,1 Б-27,5	С-30 Б-27,5	375,9
Пробная площадь 1						
2С4Т4Л ед.Кл,Б	0,63	С-55 Б-45 Л-40 Т-40	I	С-20 Б-7 Л-20 Т-24	С-27,5 Б-9,5 Л-20,0 Т-26,5	229,5
Пробная площадь 14						
7СЗБ	0,80	90-95	I	25-26	32-39	409,0
Пробная площадь 13						
10Лц	1,02	30	Ia	15,4	13,6	217,8

В ходе исследований измеряли: состав гумуса - по Тюрину в модификации Пономаревой и Плотниковой, кислотность – по Каппену, рН – потенциометрически, содержание обменных оснований – трилометрически, а подвижных форм железа – методами Тамма и Мера-Джексона.

По морфологическому строению почвы УК сосняков различаются (табл. 2). Дерново-подзолистая почва Сч резко дифференцирована по профилю с обособлением горизонтов А₂ и А₂В. Оподзоленность в ней распространяется до глубины 30 см.

Таблица 2

Морфологическое строение почв

Разрез, №	Горизонт, глубина в см							
	А ₀	А ₁	А ₁ А ₂	А ₂	А ₂ В ₁	В ₁	В ₂	ВС
2	0-1	1-6	-	6-20	20-30	-	30-47	47-80
1	0-1	1-6	6-21	-	21-35	-	35-59	59-89
14	0-3	3-9	-	-	9-20	20-30	36-67	67-113
13	0-4	-	4-8	8-20	20-30	30-60	60-108	108-130

В бурой оподзоленной почве С зм-яг (Р. 14) оподзоленность связана лишь с переходным горизонтом А₂В и ограничена глубиной 20 см. Кроме того, эта почва отличается выделением двух иллювиальных горизонтов - В₁ и В₂. По составу гумуса [3] почва УК Сч делится на две части : верхнюю с гуматно-фульватным типом гумуса, где отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот (Сгк:Сфк) в пределах горизонтов А₀, А₁ и А₂ меняются от 0,9 до 0,6, и нижнюю, гумус которой представлен только фульвокислотами (табл. 3).

Почва С зм-яг в целом отличается большими глубиной (отношения Сгк:Сфк) и степенью (содержание ГК) гумификации почти по всему профилю. Значения типа гумуса выходят за гуматно-фульватный интервал лишь в горизонтах А₁ с фульватно-гуматным типом гумуса и в горизонте ВС с преобладанием фульвокислот. Наибольшие в профиле глубина и степень гумификации в сопряженности с наибольшей суммой обменных оснований и наименьшей кислотностью (см. табл. 3 и 4) в почве Сч приурочены к горизонту лесной подстилки. В почве С зм-яг наиболее гумифицирован аккумулятивный горизонт А₁. Он отличается и невысокой степенью насыщенности по водороду (см. табл. 3 и 4). Расположенная на привершинном склоне почва Р. 14 содержит больше обломков первичных минералов и обогащена несиликатными формами железа. Эта исходная неоднородность почв разных типов леса предопределила хотя и неравноценные, но весьма существенные изменения в свойствах почв под влиянием листопадных культур (Р.Р. 1 и 13).

За процессы, идущие в почвах, ответственны фильтрующиеся из лесных подстилок минеральные и органические вещества [6], а соотношения гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК) определяются составом и структурой органических остатков и минералогическим составом почв [7].

Смешанный хвойно-лиственный опад с участием органических остатков листопадных деревьев минерализуется быстрее [8] с образованием органических кислот повышенной реактивной и миграционной способности [9, 1, 10]. В соответствии с этим в почве Сч с участием культур Лц и Т (Р.1) содержание гумуса резко (в 1,5 и 3 раза) снизилось в горизонтах А₀ и А₁. Одновременно на месте бывшего горизонта А₂ почвы УК Сч в почве с культурами образовался прогумусированный горизонт А₂В с повышенным содержанием общего углерода (см. табл. 2 и 3). Он сформировался за счет осаждения новообразованных из хвойно-лиственного опада органических кислот основаниями и полуторными окислами минеральной составляющей почвы на глубине 6-20 см.

Таблица 3

Групповой состав гумуса почв, % к С общему

Горизонт	Глубина, см	С общ., %	ГК	ФК	ГК+ФК	Негидролизующий остаток	Сгк : Сфк
Разрез 2, 6С4Б							
A ₀	0-1	60,30*	34,5	37,8	72,3	27,7	0,9
A ₁	1-7	23,71	31,3	42,3	73,5	26,5	0,7
A ₂	10-15	1,82	25,2	40,0	65,4	34,8	0,6
A ₂ B ₁	20-30	1,18	0	44,5	44,5	55,5	-
B ₂	35-45	1,26	0	39,6	39,6	60,4	-
BC	50-60	1,22	0	31,1	31,1	68,9	-
Разрез 1, 2С4Т4Лу ед. Кл. Б							
A ₀	0-3	43,44*	37,1	44,4	81,5	18,5	0,8
A ₁	3-5	6,84	31,7	59,7	91,4	8,6	0,5
A ₁ A ₂	10-20	4,06	28,3	44,3	72,6	27,4	0,6
A ₂ B ₁	20-30	1,28	6,2	57,8	64,0	36,0	0,1
B ₂	40-50	1,24	0	40,9	40,9	59,1	-
BC	60-70	1,05	0	42,9	42,9	57,1	-
Разрез 14, 7С3Б							
A ₀	0-3	35,14*	26,7	30,1	56,8	43,2	0,9
A ₁	3-9	9,17	35,5	30,0	65,5	34,5	1,2
A ₂ B ₁	10-20	7,31	4,8	6,9	11,7	88,3	0,7
B ₁	20-30	2,81	6,1	6,4	12,5	87,5	0,9
B ₂	40-60	2,78	3,5	5,8	9,3	90,7	0,6
BC	90-110	0,51	5,9	14,0	19,9	80,1	0,4
Разрез 13, 10Лу							
A ₀ '	0-1	55,95*	11,2	11,3	22,5	77,5	1,0
A ₀ "	1-4	58,68*	9,4	11,6	21,0	79,0	0,8
A ₁ A ₂	4-8	3,32	39,7	50,0	89,7	10,3	0,8
A ₂	10-20	2,74	20,0	21,5	41,5	58,5	0,9
A ₂ B ₁	20-30	0,59	45,7	52,8	98,5	1,5	0,8
B ₁	40-60	0,50	14,5	44,0	59,5	41,5	0,3
B ₂	80-90	0,32	15,6	40,5	56,1	43,9	0,5

60,30* - углерод по Анстету

Таблица 4а

Химические свойства почв

Горизонт	Глубина, см	рН сол.	Ca ⁺⁺ и Mg ⁺⁺	H ⁺	Степень насы- щенности осно- ваниями, %	Fe ₂ O ₃ , мг на 100 г почвы	
			мг-экв. на 100 г почвы			по Мера- Джексону	по Тамму
Разрез 2, 6С4Б							
A ₀	0-1	5,2	38,9	30,9	56	не опр.	не опр.
A ₁	1-7	5,0	10,9	8,9	55	245	60
A ₂	10-15	4,6	5,4	3,6	60	230	76
A ₂ B ₁	20-30	4,3	9,0	3,6	71	315	77
B ₂	35-40	4,3	18,3	4,7	79	375	68
BC	50-60	4,5	20,5	3,0	87	525	128
Разрез 1, 2С4Т4Лц ед. Кл,Б							
A ₀	0-3	5,4	69,4	27,6	71	не опр.	не опр.
A ₁	3-5	5,9	19,6	4,0	83	355	82
A ₁ A ₂	10-20	4,8	8,9	4,5	66	350	86
A ₂ B ₁	20-30	4,8	5,3	1,3	44	240	126
B ₂	40-50	4,3	20,3	4,2	82	480	110
BC	60-70	4,4	27,9	13,1	65	450	70

Во всех горизонтах почвы насаждений с культурами наблюдалось увеличение суммы растворимых ГК и ФК при уменьшении доли гумина. При этом степень гумификации в профиле в целом возросла за счет увеличения в составе гумусовых кислот группы ГК. Они появились и в горизонте A₂B. Сопутствующее повышению гумификации увеличение суммы обменных кальция и магния, водорода гидролитической кислотности (см. табл.3 и 4а), а также ФК второй фракции, связанных с кальцием (табл.5) в нижних горизонтах P.1, доказывает глубокое проникновение в условиях промывного водного режима продуктов минерализации и гумификации современного травяно-сосново-лиственнично-тополевого опада и задержку их в профиле.

В почве Сч с культурами горизонты A₂B, В и BC по сравнению с почвами УК сосняка обеднены всем несиликатным железом, при этом наблюдалось некоторое увеличение содержания его аморфных форм (см. табл. 4 а).

Таблица 46

Химические свойства почв

Горизонт	Глубина, см	РН сол.	мг-экв. на 100 г почвы		Степень ненасыщенности по водороду	Fe ₂ O ₃ , мг на 100 г почвы	
			Ca ⁺⁺ и Mg ⁺⁺	H ⁺ по Гедрой-цу		по Мера-Джексону	по Тамму
Разрез 14, 7СЗБ							
A ₀	0-3	5,0	31,7	3,2	9,2	не опр.	не опр.
A ₁	3-9	4,9	14,0	1,4	9,1	367	570
A ₂ B	10-20	5,6	6,7	0,04	0,6	567	270
B ₁	20-30	5,7	20,8	0,06	0,3	816	320
B ₂	40-60	6,2	31,4	0	0	750	431
BC	90-110	7,0	25,6	0	0	317	360
Разрез 13, 10Лц							
A ₀ '	0-1	4,9	14,0	2,4	4,4	не опр.	не опр.
A ₀ "	1-4	5,0	18,8	1,3	2,0	-	-
A ₁ A ₂	4-8	4,8	5,4	0,9	9,2	400	330
A ₂	10-20	5,0	4,4	0,4	4,9	533	330
A ₂ B	20-30	5,2	5,8	0,5	3,8	900	250
B ₁	40-60	5,3	9,2	0,1	0,7	983	220
B ₂	80-90	5,9	12,3	0,2	1,0	783	190

Мобилизация и вынос железа происходит под воздействием новообразованных органических кислот, что косвенно подтверждается увеличением в иллювиальной части профиля ГК и ФК первых фракций, связанных с полуторными окислами (см. табл. 5) в сравнении с почвой естественного биогеоценоза.

Тридцатилетнее существование высокополнотных рядовых культур привело к значительной перестройке бурой оподзоленной почвы С зм-яг (см. табл. 2-5). В почве под культурами (Р.13) накопилась двухслойная одноконтинентная (только из хвои Лц) лесная подстилка толщиной 4 см.

Под воздействием «лиственничных» подстилочных растворов осветление охватило сразу 3 горизонта и распространилось до глубины 30 см. Обособился самостоятельный оподзоленный горизонт A₂, белесый, с отдельными серовато-бурыми из-за прогумусированности пятнами. В минеральной части почвы резко увеличилась доля растворимых ГК и ФК.

Таблица 5

Фракционный состав гумуса почв, % к С общему

Горизонт	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты			
	1	2	3	1а	1	2	3
Разрез 2, 6С4Б							
A ₀	10,1	9,2	14,6	2,7	7,1	24,7	3,3
A ₁	5,1	14,8	11,0	2,3	25,4	10,0	4,6
A ₂	8,8	11,5	4,9	5,2	25,1	4,9	8,2
A ₂ B ₁	0	0	0	14,1	11,0	11,0	8,5
B ₂	0	0	0	19,0	12,7	6,3	1,6
BC	0	0	0	7,4	6,6	3,4	13,9
Разрез 1, 2С4Т4Лц ед. Кл, Б							
A ₀	6,4	11,1	19,6	5,1	12,0	14,2	13,4
A ₁	10,6	7,3	13,6	2,1	17,6	31,0	9,0
A ₁ A ₂	10,3	13,3	4,6	3,7	8,6	26,8	5,2
A ₂ B ₁	0	6,2	0	11,7	14,8	12,5	18,8
B ₂	0	0	0	11,3	10,2	9,7	21,4
BC	0	0	0	6,7	3,8	20,0	12,4
Разрез 14, 7С3Б							
A ₀	12,1	10,8	3,7	2,0	12,0	11,7	6,8
A ₁	23,1	12,0	0,4	4,8	17,0	0,3	7,8
A ₂ B ₁	2,1	1,8	0,9	1,2	0,7	1,6	3,4
B ₁	3,6	0	2,5	2,8	0	1,8	1,8
B ₂	2,8	0	0,7	1,8	0	1,1	2,9
BC	3,9	0	2,0	2,0	0	2,0	12,0
Разрез 13, 10Лц							
A ₀ '	4,7	0,2	6,7	1,6	5,4	2,2	2,2
A ₀ "	5,7	0,8	2,9	0,8	6,7	2,3	1,9
A ₁ A ₂	29,2	9,3	1,3	6,3	14,5	7,2	22,0
A ₂	13,5	4,0	2,5	6,9	5,1	0,2	9,1
A ₂ B	23,7	10,2	11,8	16,9	5,1	13,9	16,9
B ₁	12,0	2,0	0,5	18,0	0	10,0	16,0
B ₂	9,4	0	3,1	12,5	0	6,2	21,8

Лишь в беспокровной подстилке возросла доля гумина за счет накопления медленно разлагаемой (при отсутствии опада трав) части хвои Лц (см. табл. 3).

Гумусообразование, обусловленное периодом биологической активности [5], т.е. приматом климата, в почве под культурами остается в гуматно-фульватном интервале, как и в почвах УК сосняков. Однако распределение в профиле числовых значений типа гумуса, содержание групп и фракций его меняется существенно. Если в почве УК С зм-яг наибольшие в профиле сумма растворимых гумусовых кислот, степень и глубина гумификации (см. табл. 3) связаны с аккумулятивным горизонтом A_1 , то в почве под культурами наибольшая глубина гумификации парадоксально свойственна оподзоленному горизонту A_2 , обедненному обменными основаниями, содержанием ГК и ФК вторых фракций (см. табл. 4б и 5). Наибольшие же в профиле степень и глубина гумификации и сумма растворимых гумусовых кислот в этой почве приурочены к осветленному горизонту A_2B . Такое несоответствие химических свойств почвы ее морфологическому строению отмечается и другими авторами [11, 12]. Оно свидетельствует о демулационных стадиях развития почв под влиянием фильтрующихся из подстилок растворов, которые образуются при минерализации и гумификации опада новых насаждений [1, 7, 10].

При отсутствии напочвенного покрова (Р.13) формируются “лиственные” подстилочные растворы с повышенной реактивной и миграционной способностью. Это приводит к сравнительно более глубокой трансформации почвы под чистыми культурами Лц, когда в процессы современного почвообразования вовлекаются более глубокие ее слои. Об этом свидетельствует появление в нижних горизонтах почвы под культурами Лц 2-й фракции ГК и 1-й фракции ФК, отсутствовавших с 20-сантиметровой глубины в естественной почве.

Об усилении мобилизации железа из первичных и вторичных минералов почв и осаждении его с новообразованными гумусовыми кислотами говорит заметное увеличение в почве Р.13 всего несиликатного железа (см. табл. 4 б).

Снижение количества общего углерода в минеральных горизонтах почвы под культурами Лц по сравнению с почвой УК сосняка зм-яг, а также появление в почвенном поглощающем комплексе нижних горизонтов водорода, которое сопровождается повышением кислотности, обеднением обменными основаниями свидетельствует о выносе в комплексе с органическими кислотами части веществ за пределы профиля (см. табл.3 и 4б)

На замену фитоценозов в УК сосняках зеленой зоны г. Екатеринбурга почвы отвечают трансформацией в первую очередь своего гумусного состояния, так как растворимая часть гумуса – ГК и ФК чутко и достаточ-

но быстро реагирует на любые изменения среды [4, 13, 14]. Демутационное развитие почв под культурами выражается в несоответствии гумусового и химического профилей почв их морфологическому строению.

Детерминированное составом современного древостоя гумусообразование и связанное с ним кислотное оподзоливание определяют перестройку почв под культурами. Наибольшие изменения почв происходят под рядовыми беспокровными культурами Лц. Они выражаются в увеличении количества и подвижности ГК и ФК во всей толще почв и выносе с ними части веществ за пределы профиля.

В почве Сч с участием групповых культур Лц и Т ускоренная минерализация и гумификация высокозольной хвойно-лиственной подстилки вызывает существенное перераспределение веществ в почвенной толще, которое сопровождается внутрпрофильной аккумуляцией гумуса и снижением степени оподзоленности. Такая антропогенная евтрофикация почв способствует повышению устойчивости пригородных лесов к антропогенному прессингу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новгородова Г.Г. Динамика гумусного состояния почв, восстанавливающихся после сплошнолесосечных рубок насаждений ельника липнякового // Леса Урала и хозяйство в них. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1998. - С. 142-152.

2. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. - М.: Лесн. пром-сть, 1981.- 2164 с.

3. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. Советские почвоведы к XI Международному конгрессу в Канаде. - М.: Наука. - 1978. - С. 42-47.

4. Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика. - Новосибирск: Наука СО, 1984. - 155 с.

5. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. - М.: МГУ, 1990. - 325 с.

6. Кононова М.М. Проблемы почвенного гумуса и современные задачи его изучения. - М.: АН СССР, 1951. - 390 с.

7. Ведрова Э.Ф. Влияние сосновых насаждений на свойства почв. - Новосибирск: Наука СО, 1980. - 102 с.

8. Фирсова В.П., Павлова Т.С., Дедков В.С. Биогеоэкологические связи и почвообразование в сопряженных ландшафтах Среднего Урала. - Свердловск: УрО АН СССР, 1987. - 134 с.

9. Добровольский Г. В., Морозова Г.Д., Шоба С.А. Применение микроморфологического метода для диагностики погребенных и реликтовых почв// Тр. X Международного конгресса почвоведов. - М.: Наука, 1974.- Т.УП. - С. 198-205.

10. Новгородова Г.Г. Изменчивость состава гумуса в почвах производного от ельника липнякового насаждения // Всер. научн. конф., посвященная памяти уральских ученых: д-ра биол. наук Н.А. Иванова, д-ра с.-х. наук В.Н. Трушина и С.А. Чазова: Сб. научн. тр. Секция агрохимии, почвоведения и агроэкологии. - Екатеринбург, 2001. Т.3. - С. 131-142.

11. Гаджиев И.М.; Кленов В.М. О дерново-подзолистых почвах со вторым гумусовым горизонтом Свердловской области// Генезис и география почв Сибири. - Новосибирск: Наука СО, 1970. - С. 32-47.

12. Никитин Е. Д., Гирусов Э.В. Шагреневая кожа Земли. - М.: Наука, 1993. - 111 с.

13. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. - Л.: Наука, 1980. - 217 с.

14. Дюшафур Ф. Новые данные по гумификации в лесных почвах // Почвоведение. - 1998. - № 7. - С. 883-889.

УДК 630.561

В.М. Новокрещенов, Н.А. Луганский, З.Я. Нагимов
(Уральский государственный лесотехнический университет)

С.Л. Менщиков
(Ботанический сад УрО РАН)

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ОПЫТНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ МАГНЕЗИТОВОГО ЗАПЫЛЕНИЯ

Показано положительное влияние внесения мелиорантов в условиях магнетитового загрязнения на рост и устойчивость опытных лесных культур.

На современном этапе в связи с усилением антропогенной нагрузки на лесные экосистемы исследования состояния устойчивости, роста и продуктивности лесных насаждений вблизи крупных промышленных центров приобретают первостепенное значение. Результаты их необходимы, прежде всего, для обоснования рациональных приемов лесовозобновления и