

УДК 631\* 484. 630. 33

**Г. Г. Новгородова**  
(Институт леса УрО РАН)

**Л. А. Бирюкова**  
(Уральская государственная лесотехническая академия)

## **ВЛИЯНИЕ СМЕШАННЫХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ И ТОПОЛЯ НА ДЕРНОВО- СЛАБОПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ СРЕДНЕГО УРАЛА**

Изучено влияние введенных в состав сосняка черничника культур лиственницы и тополя на физико-химические свойства и гумусное состояние дерново-слабоподзолистых почв на делювии серпентинитов.

К восьмидесятым годам инвентаризация лесов и почв для обоснования размещения сельского хозяйства в стране в целом завершена (Сазонов, 1986). Признание необходимости сохранения и бережного использования лесных и земельных ресурсов предопределило вступление науки в этап управления естественными процессами и, в частности, лесовыращиванием. Последнее, несмотря на длительную историю и значительные достижения, требует в настоящий момент установления более тесной коррелятивной зависимости производительности лесов и почв, чтобы строго дифференцировать систему лесоводственных мероприятий по формированию высокобонитетных древостоев по типам почв.

Обзор материалов по сравнительному изучению влияния древесных пород на почву дан О. Г. Растворовой (1970), где она вслед за С. В. Зонном (1960) приходит к выводу о «политипичности» взаимодействия лесобразующих пород с почвами, что выражается в формировании в различных физико-географических условиях под влиянием одной породы разных типов почвообразования. С другой стороны, различия, привносимые лесными породами или группами пород, имеют относительно постоянный характер, и в этом смысле особенности почвообразующего действия каждой древесной породы являются стабильными. То есть однозначного взаимовлияния почв и растительности нет, а в каждом конкретном случае оно определяется своеобразным сочетанием экологических факторов.

В настоящей работе ставилась задача определить влияние смешанных 40-летних культур лиственницы и тополя на свойства дерново-слабоподзолистой почвы под условно коренным сосняком-черничником. Почвенные разрезы заложены в 83 квартале Центрального лесничества Свер-

дловского горлесхоза (южная тайга, Средний Урал). Контролем является почва под сосняком состава 6С4Б (разрез 2—91). Возраст сосны — 84, березы — 83 года. Сумма площадей сечений 31,8 м<sup>2</sup>/га. Полнота 0,78. Запас 375,9 м<sup>3</sup>/га. Средний диаметр сосны 30,0, березы — 27,5 см. Средняя высота сосны 27,1, березы — 27,5 м. Подрост с составом 10С пяти-десяти-летнего возраста в количестве 800 шт/га. В подлеске рябина. В напочвенном покрове злаки, будра плющевидная, лютик едкий, герань лесная, майник двулистный, костяника, земляника, крапива, одуванчик.

A0 0-1 см. Маломощная подстилка из полуразложившегося опада сосны, березы, ветоши трав.

A1 1-6 (8) см. Темно-серый зернисто-комковатый средний суглинок. Граница резкая, неровная с затеками гумуса в горизонт A2.

A2 6(8)-20 см. Светло-буроватобелесый неравномерно окрашенный комковатый средний суглинок. Затеки гумуса по ходам корней из горизонта A1. Переход постепенный.

A2B1 20-30 см. Бурый с белесым оттенком крупнокомковатый неравномерно окрашенный тяжелый суглинок. Редкие включения дресвы серпентинитов. Переход заметный.

B2 30-47 см. Ярко-бурый плотный крупнокомковатый липкий глинистый горизонт. Включения дресвы серпентинитов.

BC 47-80 см. Ярко-бурый комковатый глинистый горизонт с большим количеством дресвы серпентинитов.

Почва, развитая на делювии серпентинитов, характеризуется рядом своеобразных черт. Оподзоленный горизонт A2 светло-бурого цвета, хорошо оструктурен. Переходный горизонт A2B1 бурого цвета с белесой присыпкой. Оба горизонта неравномерно окрашены — следы кратковременного переувлажнения. Почва слабокислая (табл. 1). В органогенных горизонтах pH солевая составляет 5,2-5,0. Сильная кислотность в элювиальной части профиля сменяется средней в почвообразующей породе. Вместе с тем, оподзоленные горизонты A2 и A2B1 отличаются сравнительно небольшой гидролитической кислотностью (3,6 мг-экв. на 100 г почвы), -средненасыщенны (степень насыщенности основаниями 60-71%). Содержат значительное количество гумуса — углерод органического вещества в них соответственно составляет 1,82 и 1,18% (табл. 2). Несмотря на биогенное накопление кальция и магния, подстилка и аккумулятивный горизонт A1 сильноненасыщенны — степень насыщенности в них лишь 55-56%. Подзолистый горизонт A2 обеднен обменными основаниями, подвижными формами азота, фосфора, калия, несиликатного железа.

Совместное сорокалетнее произрастание культур лиственницы и тополя в 55-летнем сосняке-черничнике в непосредственной близости от описанного выше выявило существенные изменения в морфологии и химизме почвы. Разрез 1—91 характеризует насаждение состава 2С 4Л 4Т ед. Кл Б. Возраст сосны 55, березы — 45, лиственницы, тополя и клена — 40 лет. Сумма площадей сечений 21,6 м<sup>2</sup>/га. Полнота 0,63. Запас 229,5 м<sup>3</sup>/га, сухостоя — 2,6 м<sup>3</sup>/га. Средний диаметр сосны 27,5, березы — 9,5, лиственницы — 20,0, тополя — 26,5, клена — 20,5 см. Средняя высота сосны 20, бе-

Таблица 1

Физико-химические свойства дерново-слабоподзолистых почв на делювии серпентинитов

Разрез, №	Горизонт	Глубина, см	рН		мг-экв. на 100 г почвы		Степень насыщенности основаниями, %	мг на 100 г почвы			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> в мг на 100 г почвы		Степень гумификации, %
			сол.	водн.	Са <sup>2+</sup> + Mg	H <sub>гк</sub>		NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	по Мера и Джексо-ну	по Тамму	
<b>Сосняк черничный, 6С4Б</b>													
2-91	АО	0—1	5,2	5,4	38,9	30,9	56	24,2	10,0	13,0	не опр.		34
	А1	1—6	5,0	5,7	10,9	8,9	55	26,6	15,2	14,0	245	60	31
	А2	10—15	4,6	5,8	5,4	3,6	60	12,7	5,2	7,0	230	76	25
	А2В1	20—30	4,3	5,7	9,0	3,6	71	17,0	13,0	11,0	315	77	—
	В2	35—45	4,3	5,8	18,3	4,7	79	12,0	12,2	15,0	375	68	—
	ВС	50—60	4,5	5,8	20,5	3,0	87	16,4	4,6	17,0	525	128	—
	ВС	70—80	4,6	5,2	18,4	2,7	87	9,7	4,7	14,0	420	116	—
<b>Сосняк черничный, 2С4Л4Т ед. Б. Кл.</b>													
1-91	АО	0—3	5,4	5,4	69,4	27,6	71	не определялось					37
	А1	3—5(6)	5,9	6,6	19,6	4,0	83	28,8	4,3	30,0	355	82	50
	А1А2	10—20	4,8	5,7	8,9	4,5	66	17,0	17,4	17,0	350	86	28
	А2В1	20—30	4,8	5,7	5,3	1,3	44	11,0	23,9	5,0	240	126	6
	В2	40—50	4,3	5,8	20,3	4,2	82	8,0	6,1	17,0	480	110	—
	ВС	60—70	4,4	5,9	27,9	13,1	68	14,6	15,0	16,0	450	70	—

Примечание. Нгк — водород гидролитической кислотности.

Таблица 2

**Качественный состав гумуса дерново-слабоподзолистых почв  
на делюви серпентинитов, в % к С общему**

Разрез, №	Гори- зонт	Глуби- на, см	С общ., %	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты					Негидроли- зуемый остаток	С <sub>к</sub> : СФК	
				1	2	3	сумма ГК <sup>-</sup>	1а	1	2	3			сумма ФК
<b>Сосняк черничный, 6С4Б</b>														
2-91	АО	0-1	60,30*	10,1	9,8	14,6	34,5	2,7	7,1	24,7	3,3	37,8	27,7	0,9
	A1	1-7	23,71	5,5	14,8	11,0	31,3	2,3	25,4	10,0	4,6	42,3	32,3	0,7
	A2	10-15	1,82	8,8	11,5	4,9	25,2	5,2	25,1	4,9	8,2	40,0	34,6	0,6
	A2B1	20-30	1,18	0	0	0	0	14,1	11,0	11,0	8,5	44,5	55,5	-
	B2	35-40	1,26	0	0	0	0	19,0	12,7	6,3	1,6	39,6	60,4	-
	BC	50-60	1,22	0	0	0	0	7,4	6,6	3,4	13,9	31,1	68,9	-
	BC	70-80	0,85	0	0	0	0	5,9	5,9	0	1,2	12,9	87,1	-
<b>Сосняк черничный, 2С4Л4Т ед. Б, Кл.</b>														
1-91	АО	0-3	43,44*	6,4	11,1	19,6	37,1	5,1	12,0	14,2	13,4	44,4	18,5	0,8
	A1	3-5(6)	6,84	10,8	7,3	13,6	31,7	2,1	17,6	31,0	9,0	59,7	8,6	0,5
	A1A2	10-20	4,06	10,3	13,3	4,6	28,3	3,7	8,6	26,8	5,2	44,3	27,4	0,6
	A2B1	20-30	1,28	0	6,2	0	6,2	11,7	14,8	12,5	18,8	57,8	36,0	0,1
	B2	40-50	1,24	0	0	0	0	11,3	10,2	9,7	21,0	40,9	59,1	-
	BC	60-70	1,05	0	0	0	0	6,7	3,8	20,0	12,4	42,9	57,1	-

\*углерод по Анстету.

резы — 7, лиственницы — 20, тополя — 24, клена — 21 м. Подрост составом 10С пяти-десятилетнего возраста в количестве 1 тыс. шт. на 1 га. Состав неравномерный. Большая захламленность.

В напочвенном покрове злаки, будра плющевидная, лютик едкий, крапива, земляника, герань лесная, грушанка круглолистная, клевер ползучий, мышиный горошек, чина лесная, подмаренник, поповник.

A0 0-1 см. Маломощная полуразложившаяся подстилка из опада хвойных и лиственных пород, ветоши травянистых растений, уплотнена.

A1 1-5(6) см. Серый с легким буроватым оттенком, рыхлый среднекомковатый средний суглинок, густо пронизан корнями. Граница ясная и неровная.

A1A2 5(6)-21 см. Серовато-бурый прогумусированный (бывший горизонт A2), более плотный, чем горизонт A1, комковатый средний суглинок. Граница четкая по механическому составу и цвету.

A2B1 21-35 см. Светло-бурый с белесоватым оттенком неравномерно окрашенный среднекомковатый плотный тяжелый суглинок. Переход резкий.

B2 35-59 см. Ярко-бурый крупно-комковато-ореховатый липкий глинистый горизонт. Переход резкий. Включения дресвы серпентинитов.

BC 50-89 см. Ярко-бурый комковатый глинистый горизонт. Значительное количество дресвы серпентинитов.

На месте бывшего горизонта A2 в этой почве сформировался переходный горизонт A1A2, отличающийся серо-бурой окраской — результат новообразования гумуса из опада лиственницы и тополя. При этом кислотность горизонта практически осталась прежней (см. табл. 1). Увеличившееся накопление обменных кальция и магния привело к увеличению степени насыщенности основаниями в горизонтах A0 и A1A2 до средней, а в горизонте A1 — до высокой. В почве при участии культур при сохранении общего аккумулятивного распределения гумуса в профиле отмечается резкое уменьшение его количества в горизонте A1 и увеличение содержания гумуса в подгумусовых горизонтах (см. табл. 2), в сравнении с почвой контроля. Ранее (Новгородова, Смолоногов, 1987) под чистыми, сомкнутыми культурами сосны и лиственницы 30-летнего возраста отмечалась заметная потеря гумуса во всех горизонтах буро-псевдоподзолистых почв Уктусского лесничества Свердловского горлесхоза и некоторое подкисление 3-сантиметрового слоя почв.

При сохранении общего элювиально-иллювиального характера распределения ила и несиликатного железа четко фиксируется накопление общего количества (определяемого по Мера и Джексону) в горизонтах аккумуляции гумуса в почве с участием культур — на 10-20 мг на 100 г почвы больше, чем в почве контроля. В горизонтах B2 и BC абсолютные количества подвижных форм железа снижаются, вероятно, за счет вымывания в комплексе с неогумусовыми кислотами за пределы профиля. Мобилизация железа происходит новообразованными кислотами специфического характера. Высокая активность гумусовых кислот, образующихся под лиственничным комплексом, уже отмечалась в литературе (Гаврилов,

1950; Новгородова, Смолоногов, 1987). Под чистыми сомкнутыми культурами лиственницы в Уктусском лесничестве промывание неорганическими кислотами почвенной толщи привело в течение 30 лет к образованию горизонта А2 на месте переходного А2В в буро-псевдоподзолистых почвах на серпентинитах и смещения горизонта А2В на глубину 20 см.

В составе обменных катионов в почве под культурами заметно увеличивается содержание кальция и магния (на 3,5-8,7 мг-экв. на 100 г почвы). Вместе с тем содержание водорода гидrolитической кислотности уменьшается в верхней части профиля и увеличивается в нижней. Это еще раз подтверждает вовлечение значительной толщи почвы во взаимодействие с неогумусом. В горизонтах аккумуляции гумуса заметно увеличивается и содержание подвижных форм питательных элементов — азота, фосфора и калия (см. табл. 1).

В естественных почвах биологический круговорот приближается как бы к замкнутому типу, и процессы образования и минерализации органического вещества практически сбалансированы в соответствии с типом растительности в данной экологической обстановке — почвы характеризуются определенным гумусным состоянием — типом гумуса, по Д. С. Орлову и Л. А. Гришиной (1981). По гумусному состоянию почва контроля относится к гуматно-фульватному. Отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот (Сгк :Сфк) в ней меньше единицы (см. табл. 2). Исследованная толща почвы четко делится на 2 части. В верхних горизонтах аккумуляции гумуса (сюда относится и горизонт А2 со значительным содержанием углерода — 1,82%) сумма растворимых гумусовых кислот превышает количество негидролизующего остатка. В толще почвы ниже 20 см негидролизующий остаток составляет большую долю гумусовых веществ. Характерно, что гуминовые кислоты глубже 20 см в почве не обнаружены, а гумус представлен исключительно фульвокислотами (ФК), с чем связан и резкий переход кислотности от средней к сильной на этой границе (см. табл. 1).

В подстилке естественной почвы сосняка-черничника в составе преобладает 3 фракция гуминовых кислот (ГК), прочно связанных с полуторными окислами алюминия и железа при значительном участии 1 фракции «молодых» бурых ГК, свободных и рыхло связанных с металлами минеральной части почвы. В минеральных горизонтах доминирует 2 фракция ГК, предположительно связанных с кальцием. Роль кальция значительна и в осаждении ФК — максимум их определен в подстилке, где фракция 2 ФК доминирует. Вниз по профилю фракция 2 ФК в убывающем порядке распределена до глубины 60 см. До глубины 20 см в составе ФК преобладают ФК, связанные с полуторными окислами железа и алюминия, ниже 20 см преобладает наиболее подвижная «агрессивная» фракция ФК — 1а.

Введение смешанных культур лиственницы и тополя в состав естественного сосняка-черничника не изменило направления почвообразования. Состав гумуса в аккумулятивной части профиля остался гуматно-фульватным. Сгк :Сфк несколько уменьшилось по сравнению с почвой в

естественном сосняке с 0,9-0,6 до 0,8-0,5. Приходная часть баланса органического вещества в почву увеличилась с поступлением несвойственного условно-коренному типу сосняка-черничника опада лиственницы и тополя. Это вызвало отмеченные выше положительные изменения в кислотности, почвенном поглощающем комплексе, количестве элементов минерального питания растений, связанные с количественными и качественными изменениями в составе гумуса.

Преобладание в составе насаждения высокозольных лиственных пород усилило минерализацию опада и способствовало активизации образования неогумуса, в первую очередь ФК. В горизонте А1 содержание гумуса снизилось до 6,8% за счет минерализации и миграции в виде растворимых гумусовых кислот. При этом резко увеличилось содержание гумуса в новообразованном горизонте А1А2 (до 4,06%) в сравнении с горизонтом А2 естественной почвы (1,82%). Содержание растворимых гумусовых веществ в аккумулятивной части профиля увеличилось в сравнении с почвой сосняка-черничника (р. 2—91) за счет снижения доли негидролизуетого остатка (см. табл. 2) и увеличения доли ФК фракции 2, а также ФК и ГК, связанных с полуторными окислами. Распределение последних коррелирует с распределением в профиле подвижных форм несиликатного железа (см. табл. 1). Количество негидролизуетого остатка снизилось и в нижней части профиля, что свидетельствует о промывании почвы растворами новообразованных форм гумуса на всю глубину профиля.

Произошли изменения и в распределении фракций гумуса. Так, при сохранении преобладания в составе ГК 3 фракции в органических горизонтах увеличилась доля ГК 2 фракции (в подстилке и прогумусированном горизонте А1А2). Наличие ее обнаружено и в горизонте А2В. Увеличение содержания «молодых» бурых ГК 1 фракции также говорит об активном новообразовании гумуса. При этом аккумулятивное распределение этой фракции в почве естественного сосняка сменилось на элювиально-иллювиальное в почве с участием культур.

В составе ФК доминирующее положение в верхней части почвы с культурами заняла фракция 2, а в нижней части — фракция 3, где последняя осаждается с железом, легко освобождающимся при выветривании и почвообразовании из первичных минералов обогащенного железом серпентинита (Новгородова, 1981). Одновременно возросла относительная роль «агрессивной» 1а фракции ФК. Несмотря на наличие в переходном горизонте А2В фракции 2 ГК, состав гумуса остается резко фульватным —  $S_{гк} : S_{фк} = 0,1$ .

### **Заключение**

Введение культур лиственницы и тополя в состав сосняка-черничника способствует активному новообразованию гумуса и существенному мелиорированию дерново-слабоподзолистой почвы на элювии серпентинита, что несомненно увеличивает устойчивость насаждений к антропогенному

прессингу в лесопарках горлесхоза. Предпринятое исследование подтвердило тесную функциональную связь почв и древесных пород, выявило специфические изменения в свойствах почв. Это наводит на мысль, что если 40-летнее произрастание древесных пород позволяет обнаружить заметные изменения в почвах, то длительное естественное произрастание типов леса должно привести к появлению существенных различий в свойствах почв, достаточных для разграничения их по лесоводственным достоинствам на основе внутренних свойств. Это потребует тесной увязки таксонов систематики почв с составом, динамикой, продуктивностью лесной растительности, то есть введения лесорастительной характеристики почв, которая определяет историко-генетическую связь лесов и почв как единых функциональных систем. Таким образом, значение углубленных почвенных исследований в жизни лесных экосистем на современном этапе все более возрастает.

#### Библиографический список

Гаврилов К. А. Влияние лесных культур на почву // Лесное хозяйство, 1950. № 3. С. 30—35.

Зонн С. В. О взаимодействии лесной растительности с почвами в свете новых биогеоценологических исследований // Тр. Московск. о-ва испытателей природы. М., 1960. Т. 3. С. 109—126.

Новгородова Г. Г. Влияние горных почвообразующих пород на проявление буроземобразования // Изв. СО АН СССР. Серия биологических наук, 1981. Вып. 3. С. 9—16.

Новгородова Г. Г., Смолоногов Е. П. Влияние лесных культур на почвы Урала, развитые на серпентинитах // Антропогенные воздействия на свойства почв. Свердловск: АН СССР УНЦ, 1987. С. 51—61.

Орлов Д. С., Гришина Л. А. Практикум по химии гумуса. М. Изд-во Московск. ун-та, 1981. 272 с.

Растворова О. Г. Влияние различных насаждений на лесорастительные свойства лесных почв // Докл. геогр. общ-ва СССР. М., 1970. Вып. 13. С. 31—45.

Сазонов А. Г. Принципы лесоводственной оценки почв. Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 1986. 237 с.