Академия наук СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ УРАЛА И ЗАУРАЛЬЯ

СВЕРДЛОВСК, 1970

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ
РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ. ВЫП. 76

ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ УРАЛА И ЗАУРАЛЬЯ

СВЕРДЛОВСК, 1970

УДК 631.44+631.46

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Уральского филиала АН СССР

Ответ. редакторы **Б. П. Колесников, В. П. Фирсова**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 76 ТРУДЫ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ 1970

В. П. ФИРСОВА

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В СЕВЕРОТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ УРАЛА

Северотаежная подзона в горной полосе Урала простирается приблизительно от 63 до 59° с. ш. (Колесников, 1960; Игошина, 1964; Горчаковский, 1966, 1968). Таежная растительность на этой территории не образует сплошного массива лесов. Она поднимается лишь до высоты 550—650 *м* над ур. м., выше которой располагаются подгольцовые редколесья, сменяющиеся на высоте 1000—1200 *м* горными тундрами (Горчаковский, 1966).

Особенности природных условий определили неравномерность распределения северотаежной растительности на западном и восточном склонах Северного Урала и приуроченность к ним определенных растительных формаций. Более значительные площади она занимает на восточном склоне Северного Урала, чем на западном. Горная северная тайга представлена еловыми, сосновыми и кедровыми лесами с примесью березы, пихты и лиственницы с древостоями V—IV, редко III бонитета. Еловые леса занимают преимущественно западный склон Северного Урала и его водораздельную часть, а на восточном склоне господствуют сосновые и кедровые леса с участием ели. Подлесок в северотаежных лесах бедный и состоит из рябины, можжевельника, шиповника и ольхи зеленой. Из кустарничков в напочвенном покрове здесь широко распространены: черника, брусника, линнея и появляются гипоарктические виды — голубика, багульник. Моховой покров составляют таежные мхи с преобладанием *Pleurozium* Schreberi и *Hylocomium* при участии влаголюбивого *Polytrichum commune,* местами сфагновых мхов.

По рельефу северотаежные леса на Северном Урале занимают область среднегорья и холмисто-увалистых предгорий. Среднегорный пояс слагается сильно дислоцированными и метаморфизованными породами нижнепалеозойского и докембрийского возраста, среди которых преобладают кварциты, слюдистые сланцы, гнейсы и граниты. Элювий и элюво-делювий служат почвообразующими породами этой территории. Рельеф здесь отличается большой сглаженностью, развитием выровненных вершинных поверхностей и глубоким расчленением местности. Высотные отметки вершин и хребтов колеблются от 500 до 900 *м*.

Пояс холмисто-увалистых восточных предгорий сложен кристаллическими породами, обычно сильно дислоцированными. Широко рас-

пространены также массивы эффузивных и интрузивных пород, представленных, главным образом, породами группы диабазов. Рельеф этой области характеризуется общей сглаженностью. Абсолютные отметки не превышают 350—400 *м*. Основными элементами рельефа являются отдельные округлые плосковершинные возвышенности, холмы и увалы, относительная высота которых не превышает обычно 200—250 *м* (Куницын, 1966; Чикишев, 1966).

В климатическом отношении рассматриваемая территория неоднородна. Пояс среднегорий характеризуется суровой продолжительной зимой со средней температурой января —18° на юге Северного Урала и — 20° на севере. Лето прохладное со средней температурой июля 14—12°. Продолжительность безморозного периода 70 дней, сумма температур выше 10° 800—900°. Годовое количество осадков составляет около 700 *мм*, среднегодовая температура — 2,0°. В поясе холмисто-увалистых восточных предгорий средняя температура июля повышается до 15—16°, продолжительность безморозного периода с температурой выше 10° увеличивается до 85 дней, а сумма температур составляет 1000—1200°. Годовое количество осадков уменьшается до 500 *мм*, среднегодовая температура — 1,5°.

Сведений о почвах этой территории в литературе чрезвычайно мало. Из обзорных почвенных карт К. П. Богатырева и И. А. Ногиной (1962) известно, что здесь распространены горные подзолистые почвы и кислые неоподзоленные неясного генезиса. Эти авторы указывают, что достоверного картографического материала для территории, расположенной к северу от 60° с. ш., нет, поэтому характеристика почвенного покрова базируется на широкой интерполяции данных. Слабая изученность этой территории объясняется прежде всего трудной ее доступностью. По этой причине до недавнего времени природные богатства зоны имели лишь резервное значение (Колесников, 1966). Эксплуатировались лишь запасы хвойных пород в лесных массивах, расположенных в долинах крупных сплавных рек Лозьвы и Сосьвы. В связи со строительством железнодорожной трассы Ивдель — Обь эти реки перестают быть основными магистральными путями транспорта, и представляется возможность широкой эксплуатации лесных и других природных богатств этого края. Особое значение приобретает комплексное изучение всех элементов природных ландшафтов, в том числе и почв этой территории.

Почвенное обследование производилось здесь одновременно с устройством лесов Свердловской лесоустроительной экспедицией, что позволило охарактеризовать почвы под господствующими на этой территории типами лесов и тем самым полнее учесть разнообразие встречающихся здесь почв.

При знакомстве с почвенным покровом северотаежной подзоны Северного Урала (в пределах Свердловской области) прежде всего обращает внимание отсутствие или чрезвычайно слабое проявление признаков оподзоленности в их профиле. Мощность мелкоземистой толщи в профиле этих почв составляет 70—80 *см*. Щебнистость в верхних горизонтах обычно достигает не более 25% и книзу постепенно увеличивается. Таким образом, уже на основе изучения морфологического строения профиля большого количества разрезов, заложенных на этой территории, можно сделать вывод, что подзолообразовательный процесс не является здесь доминирующим. Почвы, имеющие признаки оподзоленности, формируются на шлейфах пологих склонов или на выровненных слабодренированных участках, получающих дополнительное увлажнение за счет стока вод с более высоких

элементов рельефа. Однако эти почвы имеют узкое локальное распространение и занимают небольшие площади. Преобладают в почвенном покрове северотаежной подзоны Северного Урала почвы без признаков оподзоленности, получившие название горно-лесные кислые неоподзоленные. Они здесь более широко распространены, чем показано на имеющихся почвенных картах. Поскольку свойства неоподзоленных почв этой территории не описаны, то преимущественное внимание было уделено их изучению. Характеристика местоположений исследованных разрезов почв приведена в табл. 1. Для изучения мы брали почвы под разными типами лесной растительности в различных высотных поясах таежной зоны. В зависимости от местоположения рассматриваемые почвы отличаются по содержанию влаги. К сожалению, мы располагаем данными лишь для части разрезов, где проводилось одновременное определение влажности (30 июня — 3 июля 1965 г.), что, несмотря на однократное наблюдение, делает их в какой-то мере сопоставимыми. Наиболее высокой влажностью, как видно из приведенных данных, отличаются почвы сосняков багульниково-брусничных, занимающих пологие склоны. В почвах крутых склонов влажность резко падает.

Таблица 1

Характеристика местоположения почвенных разрезов

№ разреза	Положение по рельефу	Абс. отметка местности, *м* над ур. м.	Тип леса, бонитет	Полевая влажность, %, глубина, *см*		
				0—10	10—20	20—40
7 (57)	Верхняя часть склона	600	Ельник крупнопапоротниковый (IV)		Не опр.	
9 (65)	Средняя часть приводораздельного склона, крутизна 20—25°	550	Ельник ягодниково-зеленомошный (IV)	26	24	15
10 (65)	Нижняя часть пологого северо-западного склона	500	Сосняк багульниково-голубичный (V)	77	35	25
11 (65)	Средняя часть северо-западного склона . .	500	Сосняк багульниково-черничный (V)	74	24	Не опр.
12 (65)	Склон 10—15° . . .	450	Сосняк зеленомошно-ягодниковый (IV)	67	24	21
14 (65)	Нижняя часть пологого склона	400	Сосняк зеленомошно-ягодниковый (III)	45	25	22
1 (66)	Средняя часть пологого склона	270	Кедровник зеленомошно-ягодниковый (IV)		Не опр.	
6 (66)	Нижняя часть пологого склона	200	Сосняк багульниково-брусничный (IV)		»	

Для характеристики морфологического строения этих почв приведем описание почвенных разрезов.

Разрез 7(57) заложен в междуречье верховьев рек Лобва — Каква (широта г. Карпинска) на территории Валенторского лесничества в верхней трети юго-восточного склона крутизной 4° под пологом ельника крупнопапоротникового IV бонитета.

A_0 0—4 *см.* Светло-бурая рыхлая свежая среднеразложившаяся подстилка, состоящая из листьев папоротника, мха, хвои.

A_1B 4—10 *см.* Темно-серый с бурым оттенком легкий суглинок с слабо выраженной зернистой структурой, рыхлый, суховатый, с обильными корнями растений. Нижняя граница неровная.

B 10—40 *см.* Бурый с сероватыми пятнами, мелкокомковатый средний суглинок, мелкие корни растений.

BC 40—75 *см.* Желто-бурый тяжелосуглинистый крупнокомковатый с хрящом горной породы, свежий, корней нет.

Разрез 9 (65) расположен в средней части крутого склона к р. Шарп и характеризует почву из-под ельника зеленомошно-ягодникового IV бонитета. Состав леса на этом участке 9Е, 1К+Б. В подлеске встречается рябина и ольха. Напочвенный покров представлен черникой, брусникой, зелеными мхами и кукушкиным льном.

A_0 0—8 *см.* Плохо разложившаяся подстилка.

A_1 8—14 *см.* Серый с буроватым оттенком легкий суглинок, комковатый, влажный. Переход в следующий горизонт ясный.

B_1 14—25 *см.* Бурый с красноватым оттенком комковатый легкий суглинок, сырой.

B_2 25—35 *см.* Бурая супесь со значительным количеством щебня и обломков горных пород, сырая, переход постепенный.

BC 35—60 *см.* Бурая непрочнокомковатая супесь, щебнистая Переход заметный.

C 60—80 *см.* Неоднородно окрашенный мелкозем песчаного механического состава среди обломков и плит горной породы.

Разрез 10(65) заложен под пологом сосняка багульниково-голубичного с составом древостоя 8С1К1Е, возраст 150—180 лет, бонитет V. Напочвенный покров представлен багульником, брусникой, зелеными мхами, черникой и голубикой.

A'_0 0—2 *см.* Неразложившаяся подстилка.

A''_0 2—6 *см.* Слаборазложившаяся подстилка.

A_1A_2 6—8 *см.* Темно-серый легкий суглинок, непрочнокомковатой структуры, рыхлый. Переход ясный.

BC 8—40 *см.* Красновато-бурый мелкокомковатый опесчаненный суглинок, большое количество (по объему около 70%) обломков горных пород, влажный, переход постепенный.

C 40—65 *см.* Бурый непрочнокомковатой структуры средний суглинок, сырой, липкий, крупные обломки породы.

Разрез 11(65) характеризует почву под сосняком багульниково-черничным, с составом древостоя 1ОС+Е, возраст 100—120 лет, V бонитет. Подрост — береза, кедр, ель; подлесок — рябина, можжевельник, шиповник. Напочвенный покров — черника, багульник, зеленые мхи, брусника.

A'_0 0—2 *см.* Неразложившаяся подстилка.

A''_0 2—9 *см.* Слаборазложившаяся подстилка.

A_1B 9—25 *см.* Красновато-бурый суглинок, сверху пропитан гумусом, комковатый, влажный. Включения горной породы составляют около 50% по объему.

BC 26—50 *см.* Бурый с неясно выраженной структурой, обломки породы по объему составляют около 70—80%. Переход постепенный.

С 50—65 *см.*	Слабовыветрившаяся порода с небольшим количеством мелкозема между глыбами.

Разрез 12 (65) заложен под пологом сосняка зеленомошно-ягодникового IV бонитета, в его напочвенном покрове помимо черники, брусники и зеленых мхов принимает участие разнотравье.

A'_0 0—2 *см.*	Неразложившаяся подстилка.
A''_0 2—9 *см.*	Слаборазложившаяся подстилка.
A_1 9—17 *см.*	Буровато-серый, комковатый легкий суглинок, влажный. Переход слабо заметен.
ВС 17—33 *см.*	Бурый с большим количеством обломков породы (70—80%) легкий суглинок. Переход постепенный
С 33—65 *см.*	Бурый суглинок с неясно выраженной структурой среди обломков горной породы.

Разрез 14 (65) заложен на выровненном участке вершины пологого склона (пос. Всеволодо-Благодатский) под пологом сосняка ягодниково-зеленомошникового с составом древостоя 8С1Лц1БЕIII бонитета. Напочвенный покров представлен зелеными мхами, черникой, брусникой, майником, подмаренником, мышиным горошком и костяникой.

A'_0 0—2 *см.*	Неразложившаяся подстилка.
A''_0 2—7 *см.*	Полуразложившаяся подстилка.
A_1A_2 7—15 *см.*	Серовато-бурый комковатый легкий суглинок с включением щебня породы.
ВС 15—24 *см.*	Бурый с серым оттенком легкий суглинок с большим количеством щебня породы. Переход постепенный.
С 24—35 *см.*	Желтовато-бурый легкий суглинок, 90% по объему составляют обломки горной породы.

Разрез 1 (66) заложен на пологом склоне к р. Ушма на территории Вижайского лесничества (в 3 *км* на запад от пос. Ушма). Состав древостоя на этом участке 4К1Е1Пх4БедСЛIV бонитет. Напочвенный покров представлен черникой, брусникой, линнеей, плауном годовалым, грушанкой круглолистной и мхами — *Pleurozium* Schrebery *и Hylocomium.*

A'_0 0—4 *см.*	Неразложившаяся подстилка, состоящая из зеленых мхов и хвои.
A''_0 4—15 *см.*	Слаборазложившаяся оторфованная подстилка, густо переплетена корнями растений, рыхлая, есть угольки. Переход ясный.
В 15—33 *см.*	Желтовато-бурая, с отдельными темно-бурыми пятнами-затеками гумуса влажная глина, встречается хрящ и обломки горной породы. Переход постепенный.
ВС 33—70 *см.*	Коричнево-бурая влажная глина, много хряща и глыб горной породы.

Разрез 6 (66) характеризует почву под пологом сосняка багульниково-брусничного IV бонитета, состав леса 10СЛцК+БедЕ. Напочвенный покров состоит из черники, брусники, багульника, голубики, плауна годовалого и мхов *Polytrichum commune, Sfagnum, Hylocomium.*

A'_0 0—3 *см.*	Неразложившаяся подстилка.
A''_0 3—9 *см.*	Полуразложившаяся темно-бурая подстилка, густо переплетена корнями растений.
B_1 9—26 *см.*	Желто-бурый с красноватым оттенком тяжелый суглинок, много корней.

B_2 26—40 *см.* Красновато-бурый тяжелый суглинок, вязкий, влажный, глыбы породы.

BC 40—75 *см.* Желтовато-бурый влажный средний суглинок, много мелкого хорошо выветрившегося хряща.

Из приведенных морфологических описаний видно, что рассматриваемые почвы отличаются небольшой мощностью профиля (около 70—80 *см*) и сильной хрящеватостью, увеличивающейся с глубиной. Мощность подстилок колеблется в этих почвах от 4 до 16 *см*, причем закономерного ее изменения в зависимости от местоположений разрезов не обнаружено. Гумусовый горизонт в этих почвах морфологически слабо выражен. Это большей частью потечно-гумусовый слой в пределах верхней части горизонта В. Нижележащая толща очень однородна по цвету и отличается лишь по содержанию хряща и обломков горных пород.

По механическому составу (рис. 1) описанные почвы представлены тяжелыми суглинками, только почва разреза 9 (65) супесчаная. Если в супесчаных почвах преобладает крупный и мелкий песок, то в механическом составе суглинистых почв — крупная пыль и ил, составляющие в сумме около 50%. В распределении отдельных фракций по профилю этих почв отчетливо выявляется закономерное увеличение количества крупных частиц с глубиной, что особенно ярко проявляется в супесчаной почве (см. разрез 9 (65), рис. 1).

Другой характерной особенностью механического состава рассматриваемых почв является сравнительно равномерное распределение фракций по почвенному профилю. Исключение в этом отношении представляет почва разреза 14 (65), где, несмотря на очень небольшую мощность почвенного профиля, наблюдается довольно четкая его дифференциация на горизонты выноса и накопления.

Наконец, все эти почвы отличает равномерное распределение содержания или некоторое накопление ила в верхней части почвенного профиля по сравнению с почвообразующей породой. Перегиба профильной кривой распределения ила, свидетельствующего о выносе его в процессе почвообразования в этих почвах, не наблюдается.

Таким образом, один из основных диагностических признаков подзолистых почв здесь либо не выражен, либо проявляется очень слабо. Объясняется это тем, что процессы нисходящей миграции веществ, приводящие к элювиально-иллювиальному расчленению профиля, не играют решающей роли в формировании этих почв.

В этой связи представляет интерес рассмотрение данных валового химического состава почв и выделенных из них коллоидов. Валовой химический состав (табл. 2) свидетельствует о своеобразии этих почв. В них, подобно подзолистым, наблюдается некоторое увеличение содержания SiO_2 и уменьшение количества кальция и магния в верхнем горизонте по сравнению с почвообразующей породой. В то же время, в отличие от подзолистых, в этих почвах наблюдается сравнительно равномерное распределение по профилю полуторных окислов и иногда даже накопление их в верхних горизонтах, в основном за счет железа. Эти почвы характеризуются высоким содержанием валового железа, часто значительно превосходящим количество алюминия, а в составе щелочных земель магний в большинстве случаев преобладает над кальцием. Молекулярные отношения $SiO_2 : R_2O_3$ и $SiO_2 : Fe_2O_3$ колеблются в этих почвах в значительных пределах как между разрезами, так и по почвенному профилю. Выявить при этом какую-то строгую закономерность не удалось. Однако складывается впечатление, что это отношение шире в почвах более высоких поясов таежной зоны. Рассмотрение данных валового

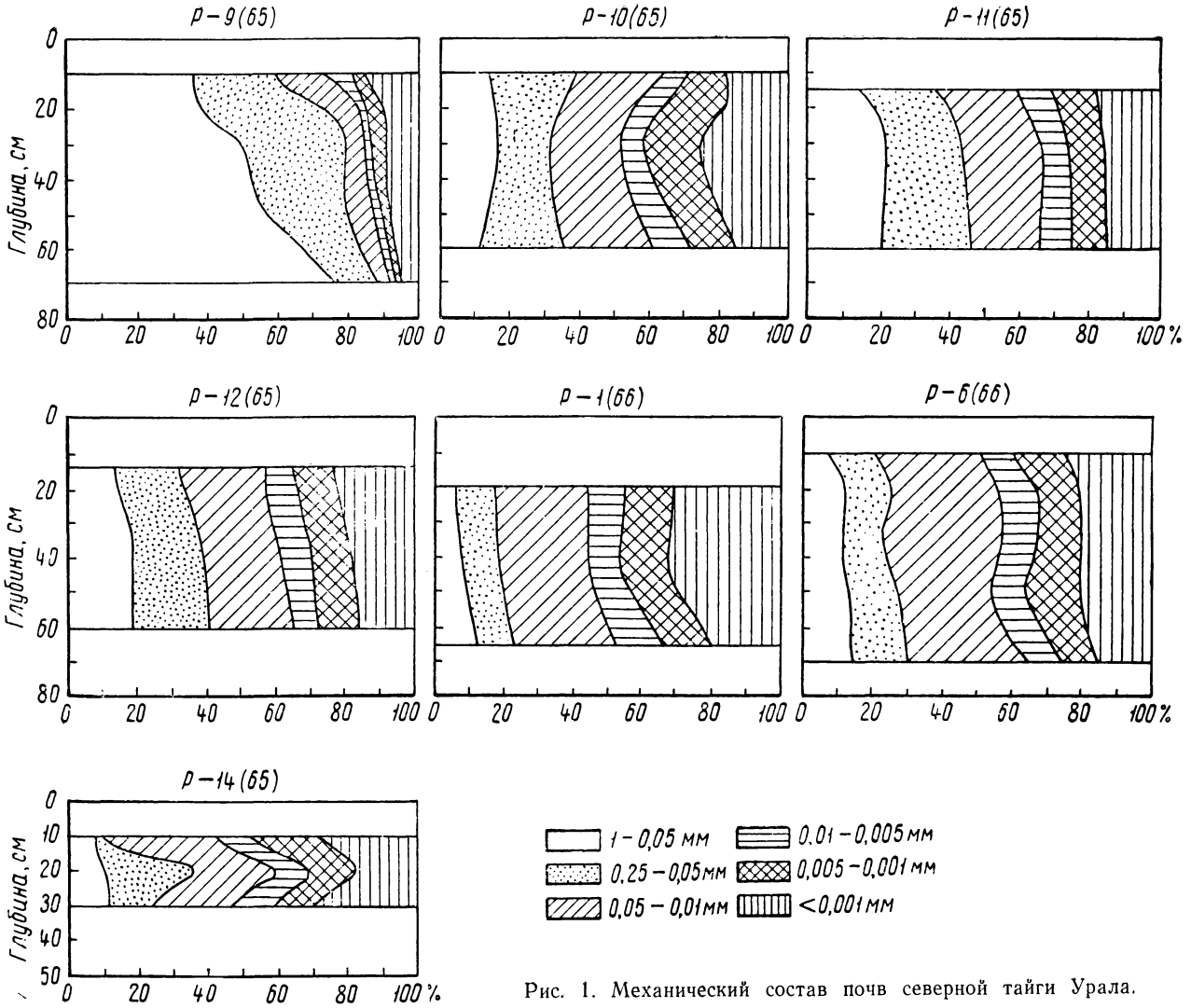

Рис. 1. Механический состав почв северной тайги Урала.

Таблица 2

Валовой химический состав почв северной тайги Урала

№ разреза	Горизонт	Глубина, *см*	Потери от прокаливания, %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Молекулярные отношения $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
7 (57)	A_1B	4—10	13,08	68,60	10,43	12,32	22,75	5,51	2,32	0,06	11,2	14,81	6,4
	BC	40—75	5,54	68,39	10,42	13,32	23,74	1,36	2,87	0,06	11,1	13,6	6,1
9 (65)	A_0	0—8	75,64	47,77	5,21	13,73	18,94	10,51	8,58	0,62	15,6	9,2	5,8
	A_1	8—14	12,44	51,13	5,29	20,49	22,78	13,61	11,62	0,07	16,4	6,6	4,7
	B_1	15—23	6,17	47,38	4,35	20,61	24,96	13,70	13,13	0,02	18,6	6,1	4,6
	B_2	28—33	4,04	47,86	4,32	19,98	24,30	13,69	13,38	0,01	18,8	6,4	4,8
	B_2	40—50	3,76	46,60	5,29	18,52	23,81	14,66	14,40	0,01	15,0	6,7	4,6
	C	60—70	2,54	48,68	5,53	16,02	21,55	15,62	13,73	0,01	15,0	8,1	5,3
10 (65)	A_0''	2—6	80,98	53,10	4,31	14,30	18,61	8,20	6,73	0,84	20,9	10,9	6,7
	A_1A_2	6—8	14,50	63,20	6,54	11,89	18,43	9,56	7,66	0,63	16,4	14,2	7,0
	BC	10—20	6,61	61,43	7,46	15,20	22,66	7,84	6,73	0,62	14,0	10,7	6,4
	BC	25—35	5,88	59,39	10,15	15,85	26,00	7,63	6,05	0,02	9,9	9,9	5,0
	C	55—65	3,87	57,98	8,23	14,59	22,82	10,12	8,03	0,03	11,9	10,5	5,6
14 (65)	A_0'	0—2	76,85	47,74	3,63	20,38	24,01	5,48	5,22	1,42	22,3	6,2	4,9
	A_0''	2—7	78,72	48,34	7,65	12,83	20,48	4,98	4,09	1,97	10,7	10,0	5,2
	A_1A_2	7—15	23,97	55,30	13,63	21,50	35,13	2,81	2,71	0,14	6,9	6,8	3,4
	BC	15—24	14,39	54,40	11,33	24,64	35,97	4,20	3,04	0,04	8,1	5,8	3,4
	C	25—35	11,82	53,34	15,90	23,75	39,65	3,76	2,61	0,09	5,7	6,0	2,9
1 (66)	A_0'	0—4	75,69	39,89	4,77	5,63	10,40	7,32	4,85	1,61	14,2	18,9	8,1
	A_0''	5—15	79,56	35,03	4,01	7,04	11,05	5,42	3,52	1,61	14,9	13,2	7,0
	B_1	16—30	11,15	60,20	17,77	14,81	32,58	2,62	3,00	0,26	5,8	10,8	3,8
	BC	40—50	9,08	58,37	17,28	14,35	31,63	3,18	3,58	0,24	5,7	10,8	3,8
	BC	60—70	6,98	59,59	18,00	12,54	30,54	3,86	4,08	0,25	5,6	12,6	3,9
6 (66)	A_0'	0—3	79,21	41,65	6,16	7,74	13,90	6,15	3,51	3,36	11,5	14,4	6,4
	A_0''	3—9	83,66	24,42	8,36	5,22	13,58	4,46	4,46	3,54	5,0	12,4	3,5
	B	10—15	9,80	60,64	16,33	12,85	29,18	2,88	3,37	0,26	6,3	12,6	4,2
	B_1	20—25	6,89	58,61	17,48	14,06	31,54	2,98	3,84	0,16	5,7	11,1	3,8
	B_2	30—35	6,95	58,37	16,04	14,98	30,97	2,94	3,64	0,25	6,2	10,4	3,9
	BC	40—55	5,23	61,43	14,69	13,55	28,24	3,17	3,61	0,33	7,1	12,0	4,4
	BC	70—75	5,48	57,19	17,87	13,89	31,76	4,05	3,93	0,37	5,5	11,0	3,6

химического состава, казалось бы, дает право говорить, что этим почвам свойственна некоторая оподзоленность, несмотря на то, что она морфологически не выражена. Однако для почв горных территорий, где в мелкомезе всегда присутствует большое и неоднородное количество мелких обломков плотных пород, значительно отличающихся по составу, этот вопрос, как справедливо отмечает Н. А. Ногина (1964), только по валовому составу решать нельзя. Более надежным критерием оподзоленности почв является валовой состав илистой фракции. Выделение ила проводилось нами по методу Н. А. Горбунова (1963) из трех рассмотренных выше разрезов. Полученные данные (табл. 3) показывают,

Таблица 3

Валовой химический состав ила почв северной тайги Урала

№ разреза	Глубина, *см*	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Молекулярные отношения		
									SiO_2/R_2O_3	SiO_2/Al_2O_3	SiO_2/Fe_2O_3
9 (65)	8—14	38,32	19,02	30,94	49,96	6,62	2,85	0,20	1,70	3,50	3,31
	17—23	35,35	12,55	36,07	48,62	0,90	3,54	0,25	1,70	4,83	2,64
	28—33	32,76	25,70	22,58	48,28	1,19	2,87	0,25	1,38	2,16	3,86
	40—50	40,85	25,26	23,30	48,56	1,65	3,75	0,38	1,66	2,83	4,86
	65—75	44,33	26,68	17,62	44,30	0,92	5,32	0,41	1,97	2,81	6,64
10 (65)	6—8	52,73	18,21	26,15	44,36	0,28	2,27	0,22	2,64	5,12	5,44
	11—20	52,52	13,36	30,21	43,57	0,25	2,64	0,20	2,80	6,69	4,83
	25—35	52,70	16,53	26,72	43,25	0,34	2,60	0,11	2,72	5,43	5,44
	53—65	54,03	17,64	23,76	41,40	0,35	2,94	0,18	2,90	5,29	6,43
14 (65)	7—15	49,37	12,38	33,18	45,56	1,12	1,87	0,30	2,56	6,83	4,10
	15—24	49,23	15,15	31,78	44,93	0,67	2,64	0,25	2,48	5,86	4,31
	25—35	49,32	13,87	32,22	46,09	1,89	2,23	0,39	2,48	6,31	4,10

что в илистой фракции по сравнению с мелкоземом в целом уменьшается содержание SiO_2, CaO и MgO и увеличивается содержание полуторных окислов. При этом в иле более отчетливо, чем в мелкоземе, наблюдается преобладание железа над алюминием, а магния над кальцием. Валовой состав показывает, что в верхних горизонтах он значительно богаче железом, чем в нижних. Молекулярные отношения $SiO_2 : R_2O_3$ и $SiO_2 : Fe_2O_3$ очень стабильны по профилю или увеличиваются с глубиной. Такой состав ила показывает, что оподзоленность в этих почвах не выражена. Поскольку в составе ила и мелкозема не происходит накопления кальция, магния и фосфора в верхних горизонтах, то вряд ли можно говорить о развитии дернового процесса в этих почвах. Эти элементы, за исключением фосфора, не накапливаются не только в минеральных горизонтах, но и в подстилках, значительное влияние на химический состав которых оказывает характер напочвенного покрова. Там, где основу его составляют багульник, брусника, голубика, черника — разрезы 9 (65), 10 (65), в подстилках накапливается небольшое количество кальция и магния (см. табл. 2). Там, где в составе напочвенного покрова значительное участие принимают папоротник, зеленые мхи, линнея, подмаренник, костяника и прочие, содержание в подстилках кальция, магния и фосфора резко возрастает и становится выше, чем в минеральных горизонтах,— разрезы 14 (65); 1 (66); 6 (66). Следует при этом заметить, что в органогенных горизонтах, так же как и в минеральных, в составе полуторных окислов железо преобладает над алюминием и содержится больше кальция, чем магния.

Таблица 4

Химический состав почв северной тайги Урала

№ разреза	Глубина, *см*	pH солевой	Кислотность по Соколову, *мг·экв* на 100 *г* почвы			Поглощение основания, *мг·экв* на 100 *г* почвы			Гумус по Тюрину, %
			$H^{\cdot}$	$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	$H^{\cdot}+Al^{\cdot\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}+Mg^{\cdot\cdot}$	
7 (57)	0—4	—	Не опр.		Не опр.	Не опр.		19,6*	13,7
	4—10	3,5	—	—	—	—	—	7,0	7,4
	10—40	3,5	—	—	—	—	—	3,4	2,2
	40—75	3,4	—	—	—	—	—	5,7	0,8
9 (65)	0—8	4,2	2,88	0,86	3,14	22,9	9,4	32,3	—
	8—14	4,6	0,02	1,09	4,11	4,1	1,6	5,7	6,5
	17—23	4,3	0,01	0,06	0,07	2,5	0,6	3,1	3,5
	28—33	5,6	0,01	0,05	0,06	1,5	0,4	1,9	2,5
	40—50	5,6	0,02	0,10	0,12	0,5	0,3	0,8	1,8
	65—75	5,7	0,01	0,13	0,14	0,3	0,2	0,5	—
10 (65)	0—2	4,0	—	—	—	22,9	8,3	31,2	—
	2—6	4,0	0,78	3,97	4,75	17,1	6,7	23,8	—
	6—8	4,1	0,02	6,81	6,83	5,6	3,6	9,2	7,8
	11—20	4,6	0,01	6,20	6,21	5,4	3,3	8,7	3,1
	25—35	5,1	0,01	0,96	0,97	4,9	2,5	7,4	1,7
	55—65	6,1	0,01	0,39	0,40	4,5	3,8	8,3	—
11 (65)	0—2	4,7	0,22	3,89	4,11	24,2	12,1	36,3	—
	2—9	4,1	1,38	3,90	5,28	11,4	12,4	23,8	16,2
	10—20	5,2	0,01	3,86	3,87	6,5	3,1	9,6	2,9
	27—37	5,2	0,01	0,79	0,80	7,8	1,3	9,1	1,3
	50—65	6,3	0,02	0,37	0,39	6,4	5,2	11,6	—
12 (65)	0—2	5,1	0,89	3,71	4,60	24,3	11,5	35,8	—
	2—9	4,9	0,44	1,24	1,68	22,2	9,5	31,7	—
	9—17	5,4	0,16	1,53	1,69	7,8	2,6	10,4	6,3
	20—30	5,1	0,03	0,90	0,93	6,2	2,1	8,3	2,3
	55—65	6,2	0,03	0,52	0,55	6,3	2,9	9,2	—
14 (65)	0—2	4,8	1,79	1,68	3,44	25,3	6,6	31,9	—
	0—7	5,1	1,49	8,90	10,39	27,8	9,4	37,2	—
	7—15	4,7	0,14	0,83	0,97	9,8	5,4	15,2	10,6
	15—24	4,9	0,05	0,09	0,14	18,8	3,7	22,5	5,6
	25—35	5,1	0,04	1,06	1,10	12,8	3,9	16,7	1,9
1 (66)	0—4	4,7	1,14	0,71	1,85	52,5	13,7	66,2	—
	5—15	3,9	0,82	1,21	2,03	24,1	10,5	34,6	—
	16—30	4,3	0,02	1,15	1,17	3,3	2,4	5,7	2,9
	40—50	4,4	0,03	1,37	1,40	5,4	3,6	9,0	1,8
	60—70	4,4	0,04	0,68	0,72	10,0	4,4	14,4	0,8

* По Каппену.

Профиль горных почв северной тайги Урала имеет кислую реакцию (табл. 4). Изменение кислотности с глубиной определяется прежде всего особенностями почвообразующих пород. В частности, в почвах, развитых на элювии основных пород (разрезы 9—12), кислотность вниз по профилю уменьшается, а на кислых породах — слабо изменяется по профилю или несколько увеличивается с глубиной (разрезы 7, 14, 1, 6). Общим для этих почв является то, что наибольшую кислотность имеют подстилки, в одних случаях их верхняя, в других — нижняя части. Обращает внимание и то обстоятельство, что, несмотря на основной характер почвообразующих пород, верхние горизонты почв высоких гор отличаются большей кислотностью, чем почвы более низких по местоположению. Им соответствуют и более высокие величины обменной кислот-

ности, которая в минеральных горизонтах обусловлена обменным алюминием, тогда как в органогенных горизонтах значительное участие принадлежит водороду, а в отдельных случаях он преобладает над алюминием.

Поглощенные основания накапливаются в значительном количестве в подстилках, и резко падает их содержание в горизонте, непосредственно залегающем под подстилкой. Дальнейшее распределение обменных оснований по профилю несколько различается в рассматриваемых разрезах (рис. 2). Их по характеру распределения можно объединить в 4 группы. Во-первых, следует выделить супесчаную почву — разрез

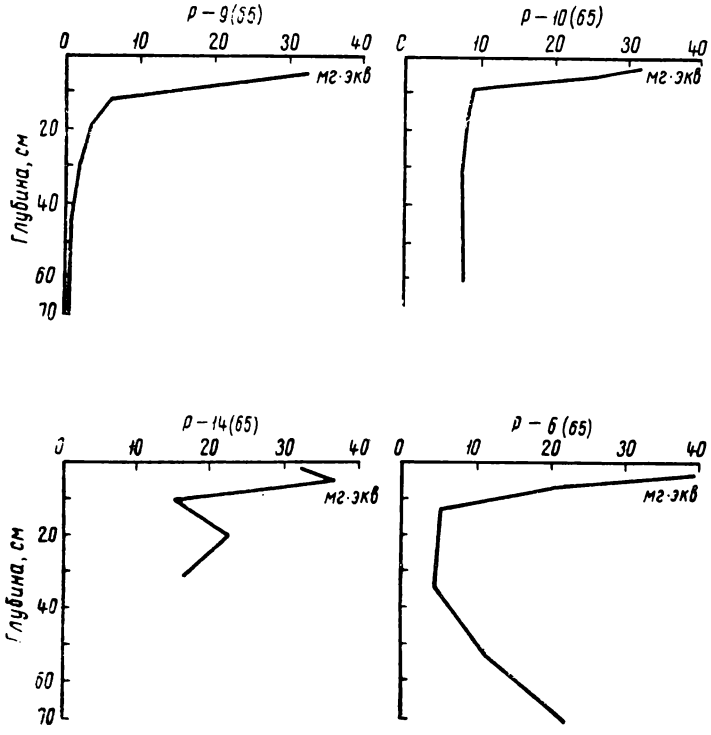

Рис. 2. Содержание поглощенных оснований по профилю северотаежных почв Урала.

9(65), которая характеризуется наиболее резким перепадом содержания обменных оснований при переходе от аккумулятивного горизонта к нижележащему минеральному. Ниже по профилю наблюдается постепенное уменьшение содержания обменных оснований, и на глубине 40 *см* они практически отсутствуют. Вторую группу составляют тяжелые по механическому составу почвы, в минеральной толще которых наблюдается сравнительно равномерное распределение поглощенных оснований (см. рис. 2, разрез 10(65). При этом в почвообразующей породе количество обменных кальция и магния всегда ниже, чем в аккумулятивных горизонтах. Распределение обменных оснований по подзолистому типу наблюдается в почвах наиболее низких и слабодренированных местоположений — разрезы 14(65), 1(66), 6(66). Отличие между ними состоит, главным образом, в том, что в разрезе 14(65), несмотря на большую мощность, профиль отчетливо дифференцируется на эл-

виальный и иллювиальный горизонты. В двух других разрезах — 1(66) и 6(66) — иллювиальный горизонт не выражен, но в средней части профиля наблюдается резкое уменьшение количества обменных оснований и постепенное увеличение их в почвообразующей породе. В этом случае уменьшение содержания поглощенных оснований не сопровождается перемещением ила и разрушением алюмоферрисиликатной части почвы и вряд ли может отождествляться с подзолообразованием.

Несмотря на то что в профиле этих почв морфологически гумусовый горизонт не выделяется, по аналитическим данным в слое почвы под подстилкой или в нижней ее части обнаруживается высокое содержание гумуса (см. табл. 4). В отличие от подзолистых, в рассматриваемых нами почвах (даже песчаных по механическому составу) наблюдается постепенное уменьшение содержания гумуса с глубиной и не образуется иллювиально-гумусовых горизонтов. Данными о качественном составе гумуса этих почв мы располагаем для двух разрезов — 10(65) и 1(66). Состав гумуса почвы разреза 1(66) подробно рассмотрен в другой статье, помещенной в этом сборнике (В. П. Фирсова и Д. И. Дергачева), поэтому укажем лишь на основные его особенности. В верхних горизонтах здесь значительное участие принимают гуминовые кислоты и в нижнем слое подстилки отношение ГК : ФК > 1. С глубиной количество гуминовых кислот резко уменьшается и ГК : ФК становится равным 0,4—0,2. В составе гуминовых кислот преобладает I фракция, связанная с железом. Основная масса фульвокислот также связана с железом. Такой состав гумуса обеспечивает высокую его подвижность и глубокую пропитанность почвенного профиля. Для рассмотренной почвы характерно низкое содержание азота в гумусе, отношение C : N около 25, в подстилках и в минеральных горизонтах величина его с глубиной изменяется от 10 до 4.

Таблица 5

Качественный состав гумуса неоподзоленной горно-лесной почвы Северного Урала, разрез 10 (65)

Глубина, *см*	Углерод общий, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Сумма растворимых веществ	Гумины	ГК/ФК	Подвижные основания, % к почве	
		I	II	III	Σ	Ia	I	II	III	Σ				CaO	R_2O_3
2—6	20,00	17,1	0,0	10,5	27,6	3,9	17,3	6,0	6,4	33,6	61,2	38,8	0,71	0,92	0,40
6—8	4,57	18,1	0,0	13,5	31,6	8,8	11,5	7,5	6,6	34,4	66,0	34,0	0,92	0,30	0,77
11—20	1,78	7,3	0,0	7,8	15,1	14,0	15,2	0,0	7,3	36,3	51,4	43,6	0,41	0,19	2,10
25—35	1,00	9,0	0,0	3,0	12,0	23,0	9,0	2,0	9,0	43,0	55,0	45,0	0,28	0,24	2,50
53—65	0,69	7,1	0,0	0,0	7,1	18,6	7,2	5,7	10,0	41,5	48,6	51,4	0,17	0,31	1,69

Состав гумуса почв (табл. 5) Центрального водораздела Северного Урала — разрез 10 (65) во многом сходен с почвами восточных предгорий — разрез 1(66). Здесь также в составе гумуса преобладают фульвокислоты и отношение ГК : ФК по профилю меньше 1. Наибольшей величиной этого отношения (0,92) характеризуется горизонт A_1A_2. Повышенное содержание гуминовых кислот, иногда несколько превышающее количество фульвокислот, наблюдается также и в аккумулятивных горизонтах почв предгорий. Другой общей особенностью состава гумуса рассматриваемых почв является отсутствие в них фракции II гуминовых кислот, связанных с кальцием, и преобладание подвижных ульмино-

вых кислот (фракция I). Среди фульвокислот в почве разреза 10 (65), как и в разрезе 1 (66), преобладает фракция I (фульваты железа и алюминия).

Наряду со сходством в составе гумуса этих почв обнаружены и различия. Они выражаются в более равномерном распределении фульвокислот по профилю, в значительном участии фульватов кальция (фракция II) в составе гумуса, в противоположном распределении содержания суммы растворимых веществ и гуминов в почвах Центрального водораздела Урала по сравнению с предгорьями.

Почвы с аналогичным строением профиля и свойствами известны под таежными лесами и других территорий. Для Забайкалья они описаны Т. А. Соколовой и И. А. Соколовым (1963) как горные скрытоподзолистые и предподзолистые почвы, Н. А. Ногиной (1964) — под названием мерзлотно-таежных; для Приамурья — как буро-таежные (Ливеровский, Рубцова, 1966); на Алтае —как горно-таежные грубогумусные коричневые почвы (Ковалева, 1964); светлые глубоковыщелоченные (дерновые слабооподзоленные) — в Алтайско-Саянской области (Петров, 1952) и подбуры для холодных гумидных областей (Гаргулян, 1965).

Уже одно перечисление названий свидетельствует о стремлении исследователей показать своеобразие этих почв и выделить их на правах самостоятельного типа. В то же время такой «разнобой» названий указывает на противоречивость взглядов на генетическую сущность этих почв. Б. Ф. Петровым, Т. А. Соколовой и И. А. Соколовым довольно определенно высказано мнение, что горные неоподзоленные почвы развиваются по подзолистому типу, т. е. представляют собой одну из стадий подзолообразования в условиях близкого подстилания слабовыветрившейся горной породы. Эту точку зрения Н. А. Ногина подвергла критике и убедительно показала на основании новых данных валового химического состава ила, что монотонность профиля и отсутствие оподзоленности свойственны не только примитивным маломощным, но и вполне сформированным почвам. Кроме того, на основе микроморфологического изучения шлифов ею было показано, что кусочки первичных минералов, а также микроагрегаты из глинистых стяжений покрыты яркими железистыми пленками, аморфные гидроокиси железа выполняют также мелкие поры и пустоты. Натечных форм железистых соединений в этих почвах не образуется, и в этом отношении они похожи на бурые лесные почвы европейской части Союза, только ожелезнение в них более сильное.

Н. А. Ногина приходит к выводу, что свойства неоподзоленных таежных почв определяются мерзлотными явлениями и такие почвы не должны отождествляться с подзолистыми. С этим мнением Н. А. Ногиной несомненно можно согласиться, но вызывает возражение название почв — горные мерзлотно-таежные. Оно отражает термический режим и ландшафтно-ботаническую приуроченность этих почв, а не их свойства.

В отечественной классификации принято цветовое название типов почв, которое отражает и особенности процессов, приводящих к формированию почв того или иного типа. Исходя из этого почвы горных территорий, описанные названными выше исследователями, а также рассмотренные в настоящей статье, следовало бы относить к горным бурым таежным. Для этих почв характерно отсутствие признаков оподзоливания или слабое проявление их, накопление ила в верхних горизонтах, равномерное распределение поглощенных оснований по профилю или постепенное уменьшение их содержания с глубиной, накопление железа в верхних минеральных горизонтах, глубокая про-

питанность гумусом, т. е. в них выражен ряд диагностических признаков бурых лесных почв.

Очевидно, это послужило основанием для Ю. А. Ливеровского и Л. П. Рубцовой отнести таежные почвы Приамурья, расположенные в пределах ареала многолетней мерзлоты, к буро-таежным, т. е. ими проведена аналогия между этими почвами и бурыми лесными.

Кстати, заметим, что почвы северной тайги Швеции выделены Таммом (Tamm, 1950) как северные аналоги бурых лесных почв. Нам представляется, что это наиболее правильная точка зрения на генетическую сущность неоподзоленных таежных почв.

Естественно возникает вопрос, почему в столь разных климатических условиях формируются почвы со сходными свойствами? Очевидно, объяснение этому надо искать в аналогичном воздействии «холодного» и «теплого» выветривания на горную породу. В настоящее время нет еще достаточного количества данных, позволяющих судить об особенностях температурного воздействия на почвообразование. Однако в литературе накоплен уже большой фактический материал, дающий возможность говорить, что оглинивание характерно как для почв холодных, так и теплых областей, несомненно при разной его количественной выраженности. В почвах суббореальной зоны, благодаря большому количеству осадков и промывному режиму, происходит вынос ила в глубь почвенного профиля, и оглиненный иллювиально-метаморфический горизонт образуется большей частью на некоторой глубине. В почвах бореальной зоны, особенно когда они испытывают длительное влияние сезонной мерзлоты, как водоупора, а также небольшое количество осадков, особенно в условиях континентального климата, выноса, как правило, не происходит. Очевидно, в накоплении ила в почвах немаловажную роль играет континентальность климата, способствующая «размельчению» горной породы.

Обогащенность почв алюминием и железом, как один из диагностических признаков бурых лесных почв, в суббореальной зоне обязана интенсивному процессу выветривания первичных минералов. В бореальной зоне в накоплении железа в почвах большую роль играет промерзание, в результате которого железо выпадает, обезвоживается и относительно прочно закрепляется в почве (Ногина, 1964). Кроме того, вследствие промерзания почв часть веществ, вынесенных в летне-осенний период в нижние горизонты, вновь подтягивается к поверхностным горизонтам.

Из сказанного видно, что различные по характеру процессы могут приводить к сходному результату. Таких примеров в природе много. Достаточно сказать, что болотные почвы могут формироваться при заболачивании как минеральных субстратов, так и водоемов; пойменные почвы — в засушливом климате и в условиях избыточно влажного холодного климата. Несомненно, что по своим свойствам болотные почвы тундры и лесостепи будут отличаться между собой, так же как и пойменные северных и южных их ареалов. Объединяет их в первом случае избыточное увлажнение, во втором — поемность. Необходимым условием буроземообразования является богатство субстратов, постоянное обновление почв, сочетание процессов выветривания и почвообразования. Наиболее благоприятные для этого условия складываются прежде всего в горных территориях. Биоклиматические условия и физико-химические свойства горных пород регулируют интенсивность буроземного процесса и определяют возможность проявления других сопутствующих процессов (подзолистого, глеевого, дернового и др.).

Все это должно найти отражение в классификации бурых почв, раз-

работка которой представляет собой сложную и трудную задачу. В «Указаниях по классификации и диагностике почв» (1967) сделана попытка отразить изменения в их свойствах в зависимости от приуроченности к той или иной биоклиматической области. В пределах типа бурых лесных почв (на примере Карпат, Кодр, Крыма, Кавказа и Дальнего Востока) выделяются фациальные подтипы: влажно-теплый, теплый и холодный. Тип подзолисто-бурых лесных почв также подразделяется на три фациальных подтипа. Для этих почв характерно наложение процессов лессивирования и слабого сезонного поверхностного оглеения. В условиях слабодренированного рельефа формируются бурые лесные глеевые почвы, т. е. сопутствующим процессом здесь является глеевый. Таковы общие установки современной классификации бурых лесных почв.

Почвы Урала и горной территории Сибири в ней еще не нашли отражения. Вероятно, их нужно выделять на правах особого типа или нескольких типов бурых лесных почв холодной континентальной фации.

ЛИТЕРАТУРА

Богатырев К. П., Ногина И. А. Почвы горного Урала.— О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Горбунов Н. А. Высокодисперсные минералы и методы их изучения. М., Изд-во АН СССР, 1963.

Горчаковский П. Л. Флора и растительность высокогорий Урала. Труды Ин-та биол. УФАН СССР, 1966, вып. 48.

Горчаковский П. Л. Растительность.— Урал и Приуралье. М., «Наука», 1968.

Игошина К. Н. Растительность Урала.— Растительность СССР и зарубежных стран, сер. III, геоботаника, 1964, вып. 16.

Ковалева С. Р. Почвы кедрово-лиственничных лесов Чулышманского хребта.— Генезис почв Западной Сибири. Труды Биол. ин-та СО АН СССР, 1964, вып. 12.

Колесников Б. П. Естественно-историческое районирование лесов (на примере Урала).— Вопросы лесоведения и лесоводства (Доклады на V Всемирном конгрессе). М., Изд-во АН СССР, 1960.

Колесников Б. П. Природоохранительное районирование Урала.— Проблемы физической географии Урала. М., Изд-во Моск. ун-та, 1966.

Куницын Л. Ф. Особенности рельефа северных районов Урала и прилегающей части Западной Сибири в связи с тектоническим строением территории.— Проблемы физической географии Урала. М., Изд-во Моск. ун-та, 1966.

Ливеровский Ю. А., Рубцова Л. П. Таежные почвы Приамурья.— Генезис и география почв. К 60-летию академика И. П. Герасимова. М., «Наука», 1966.

Ногина Н. А. Почвы Забайкалья. М., «Наука», 1964.

Петров Б. Ф. Почвы Алтайско-Саянской области.— Труды Почв. ин-та им. В. В. Докучаева АН СССР, 1952, т. 35.

Соколова Т. А., Соколов И. А. О горно-таежных почвах Восточного Забайкалья.— О почвах Восточной Сибири. М., Изд-во АН СССР, 1963.

Таргулян В. О. Основные направления почвообразования в холодных гумидных областях.— Тезисы докладов научной конференции по лесному почвоведению. Красноярск, 1965.

Указание по классификации и диагностике почв. Почвы буроземно-лесных областей СССР, вып. 2. М., «Колос», 1967.

Чикишев А. Г. Физико-географическое районирование Урала.— Проблемы физической географии Урала. М., Изд-во Моск. ун-та, 1966.

Tamm O. Northern coniferous forest soils.— The scrivener Press. Oxford, 1950.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 76 ТРУДЫ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ 1970

В. П. ФИРСОВА, М. И. ДЕРГАЧЕВА

СОСТАВ ГУМУСА И СВОЙСТВА ПОЧВ КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОГО УРАЛА

Изучение почвенных условий произрастания кедра на Урале является несомненно важной и актуальной задачей. Однако этому вопросу уделялось до сих пор недостаточное внимание. В настоящей работе сделана попытка охарактеризовать свойства почв наиболее распространенных на Северном Урале (на территории Ивдельского лесхоза) типов кедровых лесов. На обследованной территории кедровые леса не образуют чистых древостоев и встречаются в смеси с пихтой, елью, березой, реже с сосной и лиственницей. Преобладают древостои I, реже III бонитета.

Рельеф этой территории увалисто-холмистый. Средняя высота поверхности около 300 *м* над ур. м. Среднегодовые температуры воздуха составляют здесь (по данным метеостанции «Ивдель») —1,5°, средняя температура января —18°, июля+16°. Период со среднесуточной температурой выше 10° составляет 85—115 дней, а сумма температур 1200—1300°. Годовое количество осадков около 450 *мм*, из них 60% выпадает в теплый период (Климатический справочник СССР, 1946). Свойства почв этой территории и особенно качественный состав гумуса в литературе не описаны. Имеется лишь указание о том, что основной фон почвенного покрова лесных массивов Северного Урала составляют своеобразные неоподзоленные, большей частью кислые почвы, генезис которых не ясен (Богатырев, Ногина, 1962). Почвы на обследованной территории формируются на элюво-делювии массивно-кристаллических пород и отличаются высокой хрящеватостью и небольшой мощностью. Профиль таких почв довольно слабо дифференцируется на генетические горизонты и не имеет ясно выраженного оподзоленного горизонта. Аккумуляция органического вещества происходит здесь в виде слабо минерализованных подстилок, которые по степени разложения разделяются на A_0', A_0'', A_0A_1. Горизонт A_1 с накоплением минерализованного органического вещества не выделяется в профиле этих почв. Однако в минеральных горизонтах под слоем подстилки отчетливо выражены темно-бурые гумусовые пятна-затеки. В почвах под различными типами кедровых лесов характер и мощность подстилок и затечного горизонта меняется. Нижележащая толща очень однородна по цвету и представлена желтовато-бурыми или коричневато-бурыми тяжелыми суглинками. Разрезы 1 (66) — 3 (66) характеризуют почвы под кедровниками зеленомошно-ягодниковыми. Заложены они на пологом

склоне к р. Ушма с абсолютными отметками от 270 до 290 *м* над ур. м. (см. схему). Напочвенный покров этого типа леса формирует черника, брусника, линнея, плаун годовалый, грушанка круглолистная, мхи — *Pleurozium* Schreberi и *Hylocomium,* майник, папоротник Линнея. По составу напочвенного покрова участки, где были заложены перечисленные разрезы, не отличаются между собой. Различие между ними состоит в основном в составе древостоя и его производительности. Наиболее высокий бонитет древостоя — III, и запасы древесины 405 $м^3/га$ соответствуют участку, где заложен разрез 3 (66). В составе древостоя здесь преобладает кедр до 7 единиц, 2Пх, 1Е+Лц, едБС, возраст 265 лет, средний диаметр кедра 44 *см*, высота 23,5 *м*[1]. Древостои на двух других пробных площадях — VI бонитета, возраст 165 лет. Они близки между собой и по составу древостоя — 5К, 1Е, 1Пх, 3Б и по

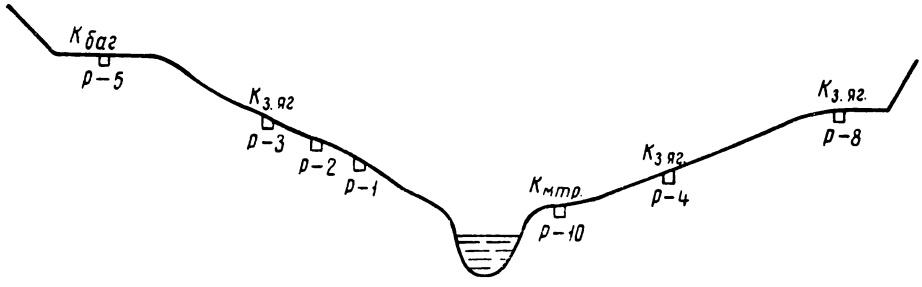

Схема расположения разрезов по рельефу.
Кедровники: $К_{баг.}$—багульниковый, $К_{з.яг}$—зеленомошно-ягодный, $К_{мтр.}$ —мелкотравный.

запасам древесины (около 250 $м^3/га$). Строение профиля почв под кедровниками зеленомошниковыми рассмотрим на примере разрезов 1 (66) и 3 (66).

Разрез 1 (66)

A'_0 0—4 *см.*	Неразложившаяся подстилка, состоящая из зеленых мхов и хвои.
A''_0 4—16 *см.*	Слаборазложившаяся оторфованная подстилка, густо переплетена корнями растений, рыхлая, есть угольки, переход ясный.
B 16—33 *см.*	Желтовато-бурая с отдельными темно-бурыми пятнами-затеками гумуса влажная глина, встречается хрящ и обломки горной породы, переход постепенный.
BC 33—70 *см.*	Коричневато-бурая влажная глина, много хряща и глыб горной породы. Основная масса корней сосредоточена на глубине до 20 *см*, единичные корни идут до глубины 70 *см.*

Разрез 3(66)

A'_0 0—2 *см.*	Неразложившаяся подстилка, состоящая в основном из хвои кедра.
A''_0 2—9 *см.*	Слаборазложившаяся бурая подстилка, много корней. Переход постепенный.
A_0A_1 9—16 *см.*	Буровато-серый тяжелый суглинок, много корней, нижняя граница неровная.

[1] Таксационные данные получены нами от начальника партии Свердловской лесоустроительной экспедиции В. А. Кирсанова, за что авторы приносят ему глубокую благодарность.

В 16—26 *см.*	Желтовато-бурый тяжелый суглинок, много обломков горной породы.
ВС 26—60 см.	Темно-бурый тяжелый суглинок, вязкий, влажный, плиты горной породы.

Приведенные морфологические описания указывают на значительное сходство в строении этих почв. Различие выражается лишь в том, что в почве разреза 3 (66) имеется горизонт A_0A_1, что объясняется, очевидно, более благоприятными условиями для разложения органического вещества.

К местам выхода на поверхность горных пород приурочены кедровники багульниковые (нагорные, см. схему). Разрез 5 (66), характеризующий почву этого типа леса, заложен на водораздельной части восточного отрога хр. Чистоп с абсолютными отметками около 400 *м*. Напочвенный покров представлен черникой, брусникой, багульником, линнеей, мхом *Pleurozium* Schreberi. Бонитет древостоя V, состав 5К, 3С, 2ОС+Е, возраст 165 лет. Профиль почвы имеет следующее морфологическое строение:

A'_0 0—5 *см.*	Неразложившаяся подстилка.
A''_0 5—12 *см.*	Бурая грубогумусная подстилка, много корней.
A_0A_1 12—14 *см.*	Буровато-серый средний суглинок зернистой структуры.
ВС 14—34 *см.*	Желтовато-бурый, местами темно-бурый средний суглинок, влажный, встречаются обломки и плиты горной породы. С глубины 35 *см* идут плиты горной породы.

Два следующих разреза — 4 (66) и 8 (66) — характеризуют почвы кедровников зеленомошно-ягодниковых, приуроченных к более слабо дренированным местоположениям.

Разрез 8(66) заложен на выровненном участке правобережья р. Лозьва (пос. Северный 2). Состав древостоя здесь 5К, 2Лц, 1С, 1Пх+Б, бонитет IV. Напочвенный покров — брусника, черника, майник, седмичник, грушанка круглолистная, папоротник Линнея, мхи — кукушкин лен, гилокомиум.

A'_0 0—3 *см.*	Неразложившаяся подстилка.
A''_0 3—8 *см.*	Слаборазложившаяся бурая подстилка, много крупных и мелких корней.
B_1 8—20 *см.*	Неоднородно окрашенный серый с охристо-бурыми пятнами тяжелый суглинок, рыхлый, нижняя граница неясная, переход постепенный.
B_2 20—60 *см.*	Бурый тяжелый суглинок, рыхлый, мелкоореховатый, много обломков породы.
ВС 38—60 *см.*	Светло-бурый с желтоватым оттенком средний суглинок, глыбы и плиты горной породы.

Разрез 10 (66) заложен у подножия пологого склона под пологом кедровника мелкотравного. Состав древостоя 6К, 2Лц, 1Е, 1Пх, едС, Б, IV бонитет. Напочвенный покров: папоротник Линнея, седмичник, грушанка круглолистная, линнея, мхи — кукушкин лен и гилокомиум, кисличка, хвощ, злаки.

A'_0 0—3 *см.*	Неразложившаяся подстилка.
A''_0 3—6 *см.*	Темно-бурая довольно хорошо гумифицированная масса, много корней.
A_1 6—16 *см.*	Буровато-серый средний суглинок мелкозернистой структуры, много корней, нижняя граница неровная.
A_2B 16—20 *см.*	Бурый, с отдельными темными гумусовыми затека-

ми и белесыми оподзоленными пятнами тяжелый суглинок.

B_1 20—50 *см.* Бурый тяжелый суглинок, встречаются обломки горной породы.

BC 50—70 *см.* Охристо-ржавый тяжелый суглинок, много обломков горной породы.

Из приведенных морфологических описаний видно, что основное отличие между рассматриваемыми почвами состоит в особенностях накопления органического вещества (подстилок), которое определяется условиями увлажнения местности. Так, в профиле почв, сформированных при повышенном увлажнении, горизонт A_0A_1 либо совсем не образуется (разрезы 1а (66), 8 (66), табл. 1), либо имеет очень небольшую мощность (разрез 5 (66)).

Степень минерализации органического вещества, судя по отношению C : N, возрастает от нижних частей склона к его вершине — разрезы 1 (66), 2 (66), 3 (66) (табл. 1). На выровненных, слабо дренированных участках энергия разложения подстилок уменьшается и отношение углерода к азоту возрастает — разрезы 5 (66), 10 (66), 8 (66).

Таблица 1

Характеристика подстилок

№ разреза	Мощность, *см*				C/N	
	A_0'	A_0''	A_0A_1	Общая	A_0'	A_0''
1 (66)	4	11	—	15	25	27
2 (66)	4	3	5	13	—	27
3 (66)	2	7	7	16	20	18
5 (66)	5	7	2	14	33	35
10 (66)	3	3	10	16	28	21
4 (66)	5	—	4	9	28	38
8 (66)	3	5	—	8	31	26

Почвы пониженных местоположений, в отличие от почв склонов, характеризуются появлением в их профиле признаков оподзоленности. Однако даже в условиях выровненного рельефа в почвах гор Северного Урала не образуется морфологически ясно выраженного оподзоленного или оглеенного горизонта. Более отчетливо оподзоленность выражается в почвах подножия склонов, получающих дополнительное увлажнение за счет стока влаги с более высоких элементов рельефа.

Механический состав описанных почв рассмотрим на примере разреза 1 (66) (табл. 2). Ее данные показывают, что эта почва представлена глиной. Содержание физической глины в ней колеблется по профилю

Таблица 2

Механический состав горно-лесной неоподзоленной почвы, разрез 1 (66)

Глубина, *см*	Содержание фракций, %, размер частиц, *мм*							Σ <0,01
	> 1	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001	
16—30	28,27	6,51	12,24	26,20	11,50	14,64	28,91	55,05
40—50	17,13	9,03	11,64	25,47	9,65	13,52	30,69	53,86
60—70	17,25	13,37	11,24	30,54	11,77	14,57	18,51	44,85

от 55 до 44%. Наряду с этим названная почва характеризуется и высокой скелетностью. В процентах от мелкозема содержание скелета составляет 28—17. Количество мелкого песка, крупной и мелкой пыли довольно равномерно распределяется по профилю. Содержание крупной пыли с глубиной резко возрастает, тогда как количество ила уменьша-

Таблица 3

Валовой химический состав, разрез 1 (66)

Горизонт	Глубина, *см*	Потеря от прокаливания, %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Молекулярные отношения		
										$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_3O_3}$
A_0'	0—4	75,69	39,89	4,77	5,63	10,40	7,32	4,85	1,64	14,43	18,97	8,20
A_0''	5—16	79,56	35,03	4,01	7,04	11,05	5,47	3,52	1,61	14,95	15,09	7,02
B_1	16—30	11,15	60,20	17,77	14,81	32,58	2,63	3,00	0,26	5,85	7,22	3,76
BC	40—50	9,08	58,37	17,28	14,35	31,63	3,18	3,58	0,24	5,75	7,38	3,75
BC	60—70	6,98	59,59	18,00	12,54	30,54	3,86	4,08	0,25	5,64	8,51	3,91

ется. Следует отметить, что накопление ила, как результат оглинивания поверхностных горизонтов, является характерной и отличительной особенностью почв, сформированных на элювии массивно-кристаллических пород.

Данные валового химического состава (табл. 3) указывают на слабо выраженную дифференциацию почвенного профиля (разрез тот же). Однако верхняя часть горизонта В, несмотря на морфологически невыраженную оподзоленность, отличается от других несколько более высоким содержанием SiO_2 (60%, а в горизонте ВС — 59%). В то же время этому горизонту соответствует меньшее содержание окислов кальция и магния. Между тем, в отличие от почв подзолистого типа, здесь наблюдается и накопление полуторных окислов, главным образом за счет железа. Эти почвы характеризуются невысокими и постоянными величинами молекулярных отношений $SiO_2 : Al_2O_3$, $SiO_2 : F_2O_3$ и $SiO_2 : R_2O_3$ в пределах минеральной части почвенного профиля. Анализ полученных данных показывает, что в этих почвах наряду с незначительным выносом некоторых окислов наблюдается отчетливо выраженное накопление полуторных окислов. Следовательно, формирование профиля почв горного Северного Урала обязано не столько процессу подзолообразования, сколько другому, противоположному по направлению, процессу, приводящему к оглиниванию, накоплению железа в поверхностных горизонтах и слабой дифференциации профиля.

Данные химического состава исследованных почв (табл. 4) показывают, что кислотность по профилям колеблется от 3,9 до 5 pH в солевой суспензии. В большинстве рассматриваемых почв наименьшей кислотностью отличается неразложившиеся подстилки (A_0' 4,7—5,0 pH). В нижележащем слое подстилки (A_0'') кислотность резко увеличивается, а затем постепенно уменьшается с глубиной. Наибольшую кислотность из рассматриваемых почв имеет почва разреза 5 (66) под кедровником багульниковым. Данные определения обменной кислотности (по Соколову) показывают, что она обусловлена здесь в основном обменным алюминием. Только в подстилках наблюдается преобладание водорода над алюминием. По характеру распределения по профилю и абсолютному содержанию $H^+ + Al^{3+}$ рассматриваемые почвы значительно отличаются. Так, в почвах склонов — разрезы 1 и 3 (66) — наибольшая величина обменной кислотности соответствует нижнему слою подстилки, и с глубиной она постепенно уменьшается. Содержание $H^+ + Al^{3+}$ не превышает здесь 3,5 *мг·экв* на 100 *г* почвы. В почве кедровника багульникового абсолютное содержание обменных алюминия и водорода возра-

Таблица 4

Химические свойства почв кедровых лесов Северного Урала

№ разреза	Генетический горизонт	Глубина, *см*	pH солевой	Кислотность по Соколову, *мг·экв* на 100 *г* почвы			Поглощенные основания, *мг·экв* на 100 *г* почвы			Гумус по Тюрину, %	Азот общий, %	C/N
				H^+	Al^{3+}	$H^+ + Al^{3+}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Ca^{2+} + Mg^{2+}$			
1 (66)	A_0'	0—4	4,7	1,14	0,71	1,85	52,5	13,7	66,2	62,70*	1,42	25,6
	A_0''	5—15	3,9	0,82	1,21	2,03	24,1	10,5	34,6	67,80*	1,42	27,7
	B	16—30	4,3	0,02	1,15	1,17	3,3	2,4	5,7	2,96	0,17	10,0
	BC	40—50	4,4	0,03	1,37	1,40	5,4	3,6	9,0	1,83	0,14	7,5
	BC	60—70	4,4	0,04	0,68	0,72	10,0	4,4	14,4	0,84	0,12	4,0
2 (66)	A_0'	0—4	4,7	0,78	1,15	1,94	30,4	18,4	48,8	65,67*	Не опр.	
	A_0''	4—7	4,0	1,49	1,00	2,50	23,2	11,7	34,9	76,32*	1,61	27,5
	A_0A_1	7—13	4,4	0,09	1,30	1,39	7,7	3,8	11,5	11,30	0,47	13,9
	B	15—30	4,3	0,05	2,19	2,24	5,1	1,8	6,9	1,90	0,17	6,5
	BC	50—60	4,7	0,04	1,33	1,38	5,9	2,6	8,5	1,14	0,12	5,6
3 (66)	A_0'	0—2	5,0	1,26	1,21	2,47	37,8	24,8	62,6	55,05*	1,44	20,2
	A_0''	2—9	4,1	2,02	1,48	3,50	28,5	14,4	42,9	54,63*	1,69	18,7
	A_0A_1	9—16	4,2	0,32	3,09	3,42	9,2	6,7	15,9	12,48	0,38	19,0
	B	18—25	4,3	0,03	3,25	3,28	3,9	2,7	6,6	3,80	0,19	11,6
	BC	40—50	4,4	0,04	2,53	2,57	4,1	2,5	6,6	2,83	0,15	11,0
4 (66)	A_0'	0—5	5,0	1,40	0,81	2,21	44,2	19,9	64,1	83,01*	1,71	28,2
	A_0A_1	5—9	4,8	0,16	1,69	1,86	17,5	3,6	21,1	13,16	0,20	38,2
	B	10—20	4,3	0,05	1,74	1,79	6,4	2,7	9,1	3,55	—	—
	B	20—30	4,5	0,03	1,40	1,43	6,7	3,0	9,7	4,03	Не опр.	
	BC	50—60	4,7	0,06	0,95	1,01	5,9	2,5	8,4	2,43	—	—
5 (66)	A_0'	0—5	4,3	3,09	1,09	4,18	28,3	14,8	43,2	68,58*	1,18	33,71
	A_0''	5—12	3,9	1,54	1,05	2,59	23,8	10,8	34,6	60,17	0,97	35,14
	A_0A_1	12—14	3,9	0,30	10,74	11,07	3,7	3,9	7,6	7,83	—	—
	BC	15—20	4,3	0,06	3,25	3,31	5,6	4,0	9,6	3,02	Не опр.	
	BC	25—34	4,4	0,06	2,38	2,44	5,2	4,0	9,2	3,33	—	—
8 (66)	A_0'	0—3	4,2	2,62	1,00	3,62	39,5	13,4	52,9	71,13*	1,32	31,2
	A_0''	3—8	4,5	1,45	0,51	1,96	30,6	11,3	41,9	72,42*	1,62	26,0
	B_1	8—20	4,4	0,04	4,83	4,87	3,9	1,6	5,5	4,97	0,10	28,9
	B_2	25—35	4,3	0,03	2,37	2,40	1,8	1,5	3,3	2,21	0,09	15,3
	BC	45—55	4,3	0,03	2,21	2,24	1,6	1,4	3,0	1,22	0,08	8,6
10 (66)	A_0'	0—3	5,2	0,98	1,28	2,26	40,8	14,6	55,4	56,20*	1,14	28,6
	A_0''	3—6	4,8	0,05	1,23	1,28	22,7	18,7	41,4	63,29*	1,72	21,3
	A_0A_1	6—16	4,8	0,13	3,82	3,95	11,3	4,5	15,8	7,48	0,30	14,5
	A_2B	16—20	4,1	0,11	3,00	3,11	5,8	2,6	8,4	1,86	0,05	21,6
	B_1	25—35	4,8	0,08	3,20	3,28	6,5	3,6	10,1	0,98	—	—
	B_1	40—50	4,6	0,09	2,67	2,76	12,1	3,6	15,7	0,83	Не опр.	
	B	60—70	4,7	0,07	1,42	1,49	13,8	3,9	17,7	0,59	—	—

* По Анстету.

стает до 11 *мг·экв*. Причем в профиле этой почвы образуется два максимума кислотности. Один из них соответствует верхней части подстилки, другой — горизонту B_1. Уменьшение кислотности с глубиной идет здесь более постепенно, чем в почвах склонов. Почвы выровненных участков плато имеют аналогичный характер распределения кислотности, что и в разрезе 5 (66). Однако отличаются от последнего меньшей

величиной обменной кислотности, но более высокой (4,8 *мг·экв* на 100 *г* почвы) по сравнению с почвами дренированных склонов.

Абсолютное содержание поглощенных оснований по профилю рассматриваемых почв колеблется в значительных пределах. Более высокое их накопление наблюдается в подстилках, особенно в их верхних частях. В минеральных горизонтах содержание обменных кальция и магния уменьшается и ниже по профилю распределяется более или менее равномерно. Исключением являются почвы разрезов 1 (66) и 10 (66), где наблюдается уменьшение содержания обменных оснований в средней части профиля и новое значительное повышение их количества в почвообразующей породе. В целом почвы склонов, особенно разреза 3 (66), характеризуются наиболее высоким накоплением поглощенных оснований в верхних горизонтах. Этому разрезу соответствует и наиболее производительный древостой (405 $м^3/га$, III бонитет). Наименьшее содержание поглощенных оснований определено в разрезе 5(66); здесь запасы древостоя составляют лишь 160 $м^3/га$.

Данные определения гумуса в исследованных почвах (см. табл. 4) показывают, что верхние горизонты отличаются очень высоким его содержанием (около 60% по Анстету)[1]. Такая высокая его величина свидетельствует о слабой минерализации органического вещества, при этом чем влажнее почва, тем выше содержание гумуса и величина отношения C : N. Судя по этим показателям, наиболее благоприятные условия для разложения органического вещества складываются в почве разреза 3 (66). В горизонте A_0A_1 содержание гумуса резко падает, однако оно достигает здесь 7—13%. В нижележащей почвенной толще происходит постепенное снижение содержания гумуса, и на глубине около полуметра количество гумуса составляет 1—3%, т. е. профиль этих почв характеризуется глубокой пропитанностью гумусом. По распределению гумуса рассматриваемые почвы не имеют ничего общего с почвами подзолистого типа, для которых, как известно, характерно резкое уменьшение содержания гумуса в горизонте A_2 и отсутствие его в нижележащей толще или иллювиальное накопление в гумусово-иллювиальных подзонах.

Состав гумуса в значительной мере определяет плодородие почв и влияет на продуктивность лесных насаждений. Главным источником гумусовых веществ в лесных почвах является подстилка. Она играет большую роль не только в накоплении гумуса, но влияет и на его качественный состав.

Состав гумуса почвенного профиля отражает степень и характер взаимодействия гумусовых веществ, образующихся при разложении подстилки с минеральной частью почв. Поэтому в нашем исследовании значительное внимание было уделено изучению гумуса лесных подстилок. Полученные данные (табл. 5) показывают, что содержание общего углерода в подстилках колеблется от 32,6 до 42,2% и не обнаруживает определенной зависимости от типа леса и местоположения по рельефу. Общим для подстилок всех типов леса является преобладание в составе гумуса негидролизуемого остатка, количество которого составляет в среднем около 50% от общего углерода.

Содержание и соотношение других групп гумусовых веществ и отдельных фракций гуминовых кислот в подстилках различно. Так, наибольшее содержание гуминовых кислот обнаружено в почвах дренированных склонов — разрезы 1 (66), 3 (66), количество которых составляет 20—23%. На выровненных участках приводораздельных возвышенно-

---

[1] Определение гумуса по Анстету описано в работе В. В. Пономаревой и Т. А. Николаевой (1961).

Таблица 5

Качественный состав гумуса почв кедровых лесов Северного Урала

№ разреза	Генетический горизонт	Глубина, *см*	Углерод по Тюрину, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Сумма растворимых веществ	Гумины	ГК/ФК	Коэффициент оптической плотности	Подвижные основания	
				I	II	III	Σ	Ia	I	II	III	Σ					CaO	R_2O_3
1 (66)	A_0'	0—4	36,37*	11,9	0,0	8,3	20,2	2,2	16,0	0,0	6,2	24,4	44,6	55,4	0,83	3,4	2,68	0,60
	A_0''	5—15	39,33*	12,3	0,2	8,7	21,2	1,3	9,5	3,0	5,3	19,1	40,3	59,7	1,11	7,2	1,21	0,51
	B_0	16—30	1,72	11,0	0,0	5,8	16,8	8,1	23,8	0,0	7,6	39,5	56,3	43,7	0,43	7,9	0,21	6,20
	BC	40—50	1,06	7,5	0,0	3,8	11,3	23,6	16,0	0,0	8,5	48,1	59,4	40,6	0,24	6,4	0,27	4,30
	BC	60—70	0,49	0,0	0,0	0,0	0,0	16,3	24,5	0,0	16,3	57,1	57,1	42,9	0,00	Не опр.	0,34	3,10
3 (66)	A_0''	2—9	31,69*	8,4	7,4	7,2	23,0	2,2	20,5	0,0	1,5	24,2	47,2	52,8	0,95	То же	2,26	0,27
	A_0A_1	9—16	7,24	20,0	1,8	10,1	31,9	5,9	13,0	0,0	6,2	25,1	57,0	43,0	1,20	»	0,56	2,56
5 (66)	A_0'	0—5	39,78*	9,2	0,0	6,8	16,0	3,9	15,3	0,0	6,8	26,0	42,0	58,0	0,61	»	1,46	0,42
	A_0''	5—12	34,09*	9,2	0,0	9,5	18,7	2,4	12,6	2,2	6,4	23,6	42,3	57,7	0,79	»	1,12	0,64
	A_0A_1	12—14	4,54	14,1	0,0	6,4	20,5	7,9	10,8	7,7	5,9	32,3	52,8	47,2	0,63	»	0,25	3,31
	BC	15—20	1,75	10,3	0,0	4,6	14,9	25,1	6,9	5,7	6,9	44,6	59,4	40,6	0,33	»	0,36	4,55
	BC	25—34	1,93	9,3	0,0	4,2	13,5	26,4	7,8	6,2	7,2	47,6	61,1	38,9	0,28	»	0,52	5,68
8 (66)	A_0'	0—3	41,26*	9,1	0,0	7,0	16,1	3,2	18,3	0,2	5,6	27,3	43,4	56,6	0,59	»	1,90	0,08
	A_0''	3—8	42,18*	10,3	0,0	8,3	18,6	1,9	14,6	1,9	6,4	23,0	43,3	56,7	0,75	»	1,42	0,38
	B_1	8—20	2,89	8,3	0,0	—	—	12,4	15,0	0,0	—	—	—	—	—	»	0,28	3,40
10 (66)	A_0'	0—3	32,60*	8,7	0,0	8,9	17,6	3,8	15,9	4,8	6,9	31,4	48,9	51,1	0,56	3,2	4,70	0,82
	A_0''	3—6	36,71*	9,0	0,0	8,9	17,9	2,4	17,8	4,3	8,7	33,2	51,0	49,0	0,54	3,1	1,57	2,10
	A_0A_1	6—16	4,34	19,6	0,0	9,0	28,6	8,1	18,0	4,5	7,1	37,7	66,2	33,8	0,76	7,0	0,73	5,44
	A_2B	16—20	1,08	9,3	0,0	4,6	13,9	16,7	13,0	4,6	7,4	41,7	55,5	44,5	0,33	Не опр.	0,34	3,90
	B_1	25—35	0,57	1,8	0,0	0,0	1,8	24,6	8,6	7,2	8,8	49,2	50,9	49,1	0,04	То же	1,18	2,91
	B_1	40—50	0,48	2,0	0,0	0,0	2,0	16,8	1,4	13,2	10,4	41,1	43,8	56,2	0,05	»	0,56	3,41
	BC	60—70	0,34	3,0	0,0	0,0	3,0	14,7	0,0	14,7	11,7	41,1	44,1	55,9	0,07	»	0,84	4,41

* По Анстету

стей и низких, наиболее влажных местоположениях (разрезы 5 (66), 8 (66), 10 (66)), содержание гуминовых кислот уменьшается до 16—18%. Нижние части подстилок, и особенно горизонт A_0A_1, во всех рассматриваемых почвах характеризуется наибольшей аккумуляцией гуминовых кислот.

В содержании общей суммы фульвокислот в подстилках наблюдается обратная закономерность: наибольшее их количество содержится в почвах слабодренированных участков (31—33%) и уменьшается в почвах склонов до 19%.

Одним из наиболее характерных показателей состава гумуса является отношение содержания группы гуминовых кислот к группе фульвокислот (ГК/ФК). Это отношение в подстилках колеблется в пределах от 1,20 до 0,54. Наибольшая величина его соответствует почвам склонов, наименьшая — приводораздельным слабодренированным участкам. Обусловлено это различными условиями увлажнения местности. Горизонт A_0 почв приводораздельных слабодренированных участков естественно испытывает бо́льшее увлажнение, чем почв склонов. Согласно законам формирования высокомолекулярных соединений, условия увлажнения регулируют рост и степень конденсированности образующихся частиц гумусовых веществ. Большая степень увлажненности подстилок способствует образованию наименее конденсированных гумусовых кислот, а именно фульвокислот, поэтому и отношение ГК/ФК в подстилках приводораздельных участков наименьшее.

Гумусовые кислоты подстилок разных экологических условий формирования отличаются по соотношению в них различных фракций или по формам связи их с основаниями, образующимися при разложении подстилок. Так, в составе гуминовых кислот во всех изученных подстилках в той или иной мере преобладает фракция I, т. е. бурые гуминовые (ульминовые) кислоты, свободные или связанные с подвижными формами полуторных окислов и выделяемые 0,1 *n* NaOH без предварительного декальцирования почв. Содержание их в среднем составляет 9—12% от общего углерода, около 40—65% от общей суммы гуминовых кислот. В горизонте A_0A_1 процент их становится выше — 19—20 (от общего С) или около 68% от общего содержания гуминовых кислот. Велико содержание и фракции III гуминовых кислот, связанных с устойчивыми формами R_2O_3 и выделяемых только при 6-часовом гидролизе с 0,02 *n* NaOH. Они составляют 31—41% от общего содержания гуминовых кислот в подстилках почв склонов и 42—51% — в подстилках почв приводораздельных участков. В горизонте A_0A_1 доля их в составе гуминовых кислот составляет 31%.

Характерной особенностью рассматриваемых почв является отсутствие в составе гуминовых кислот фракции II (гуматы кальция). В подстилках почв склонов они определены в незначительном количестве, а в разрезе 3 (66) их содержание составляет даже 2—7% от общего углерода. Следует при этом заметить, что подстилкам всех рассматриваемых почв соответствует более высокое содержание подвижного кальция по сравнению с полуторными окислами (см. табл. 5), тогда как в минеральных горизонтах преобладают последние. Поэтому значительная часть гуминовых и фульвокислот в подстилках связана с кальцием. В «сухих» условиях разложения органического вещества (разрезы 1 (66), 3 (66)), образуются преимущественно гуматы кальция, а в более влажных условиях (разрезы 5 (66), 8 (66), 10 (66) — фульваты кальция.

Содержание агрессивной фракции (Ia) фульвокислот очень незначительно во всех подстилках и составляет в среднем 1—3%. Это и понятно, поскольку данная фракция наиболее подвижна и легче всего вы-

мывается из подстилок в нижележащие горизонты почвы. Как и среди гуминовых кислот, в составе фульвокислот преобладают кислоты I фракции — фульваты Fe и Al, которые составляют 10—20%. Фульвокислоты, более прочно связанные с полуторными окислами (фракция III), представлены в количестве 5—6%, т. е. 22—27% от общего содержания фульвокислот. Наибольшие различия в составе фульвокислот подстилок почв склонов и приводораздельных участков состоят в содержании в них фульватов Ca (II фракция фульвокислот). В почвах приводораздельных участков горизонты A'_0 и A''_0 содержат в среднем от 2 до 5% фульватов Ca, тогда как подстилки почв склонов таковых в составе гумуса не содержат (исключение составляет горизонт A_0'' разреза 1, где содержится 3,0% этой фракции фульвокислот).

Таким образом, горизонты A_0' и A_0'' почв, сформированных на разных элементах экологического профиля под пологом кедровых лесов, несколько отличаются по соотношению основных компонентов гумусовых веществ, а также и по фракционному составу гумусовых кислот. В общем, в составе гумуса подстилок преобладает негидролизуемый остаток, а среди фракций перегнойных кислот — гуминовые и фульвокислоты, связанные с подвижными формами полуторных окислов и частично свободные.

Состав гумуса почвенного профиля обусловлен, с одной стороны, характером гумусовых веществ, образующихся при разложении подстилки, с другой — свойствами минеральной части почв. Поскольку минеральный субстрат определяет судьбу образованных в подстилке и мигрирующих вниз гумусовых веществ, то представляет интерес изучение состава гумуса по почвенному профилю.

Состав гумуса почв, сформированных в различных экологических условиях и, соответственно, характеризующихся несколько отличными условиями разложения и аккумуляции органического вещества, рассмотрим на примере трех разрезов: разреза 5 (66), сформированного под пологом кедровника багульникового; разреза 1 (66), заложенного в нижней части пологого склона под кедровником зеленомошно-ягодниковым, и разреза 10 (66), характеризующего почву подножия склона, сформированную под пологом кедровника мшисто-мелкотравного.

Прежде всего следует отметить, что минеральные горизонты этих почв отличаются от аккумулятивных значительным преобладанием фульвокислот над гуминовыми (ГК/ФК составляет всего 0,04—0,43). Гуминовые кислоты изученных почв обладают большой подвижностью и представлены в значительной степени (60% от общего содержания гуминовых кислот) фракцией I (бурые, ульминовые кислоты). По мере увеличения мощности почвенного профиля гуминовые кислоты распространяются на все бо́льшую глубину. В маломощной почве разреза 5 (66) гуминовые кислоты содержатся в довольно значительном количестве (13—14%) до глубины 34 *см*. Расположенный на пологом склоне разрез 1(66) характеризуется более глубоким проникновением гуминовых кислот (до 40—50 *см*), однако в меньших количествах — 11,3%. В почве подножия горного склона они встречаются даже на глубине 70 *см*, хотя и составляют незначительный процент — 2—3. Среди гуминовых кислот минеральных горизонтов совершенно отсутствуют гуматы Ca, а III фракция составляет всего 4—9% от общего углерода.

Фульвокислоты представлены также наиболее подвижными фракциями: агрессивными (фракция Ia) и свободными или связанными с подвижными формами Al и Fe (фракция I).

Почвы склонов и слабодренированных участков отличаются по содержанию фульватов Ca в составе гумуса: первые их не содержат, а во

вторых они составляют от 4 до 14% от общего количества углерода — разрезы 5(66), 10(66).

Перечисленные различия в составе гумуса почв, сформированных в разных экологических условиях, имеют не качественный, а количественный характер. Эти почвы объединяет значительное сходство состава их гумуса, определяемое общим комплексом природных условий северо-таежной подзоны Северного Урала. Судя по составу гумуса, здесь складываются такие условия формирования гумусовых веществ, которые способствуют образованию более подвижных и менее сложных по своему строению молекул. Данные по определению оптической плотности гуминовых кислот подтверждают слабую степень конденсированности ядра молекулы, т. е. очень несложную структуру ее образования. Коэффициент оптической плотности, определенный по методу В. В. Пономаревой (1967), очень низок — 3,1—7,9.

Сравнивая состав гумуса подстилок и минеральных горизонтов почвенных профилей, можно отметить, что они характеризуются однотипным составом гумуса: преобладают подвижные формы гумусовых кислот (фракции Iа, I); в почвах приводораздельных участков, как в подстилках, так и в минеральных горизонтах, содержатся фульваты Са. гумусовые кислоты, прочно связанные с основаниями, составляют около 20—30% от суммы растворимых веществ. Отличие же состоит не в качественной, а количественной характеристике состава гумуса: агрессивной фракции фульвокислот, очень легко вымывающейся из подстилок, естественно, во много раз больше в минеральных горизонтах, чем в подстилках; бурые гуминовые кислоты аккумулируются в больших количествах в горизонте A_0A_1; содержание гуминовых кислот III фракции с глубиной уменьшается, а той же фракции фульвокислот — становится выше.

Подводя итог физико-химической характеристике и составу гумуса почв кедровых лесов Северного Урала, следует отметить, что наиболее благоприятные условия для разложения органического вещества и накопления питательных элементов складываются в почвах горных склонов — разрезы 1(66), 3(66). Им соответствуют и наиболее производительные древостои, особенно на участке, прилегающем к разрезу 3(66). Древостои с самыми низкими бонитетами занимают слабодренированные водоразделы, к которым приурочены и наименее плодородные почвы — разрез 5(66).

ЛИТЕРАТУРА

Богатырев К. П., Ногина Н. А. Почвы горного Урала.— О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Климатический справочник СССР, вып. 9. Свердловск, 1946.

Пономарева В. В., Николаева Т. А. Методы изучения органического вещества в торфяно-болотных почвах.— Почвоведение, 1961, № 5.

Плотникова Т. А., Пономарева В. В. Упрощенный вариант метода определения оптической плотности гумусовых веществ.— Почвоведение, 1967, № 7.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 76 ТРУДЫ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ 1970

Г. А. КУЛАЙ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОБНЫХ ЦЕНОЗОВ В ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО УРАЛА

Для создания устойчивых и высокопродуктивных лесных насаждений, а также направленного изменения условий, обеспечивающих возобновление ценных древесных пород, необходимо всестороннее изучение биоэкологических условий, что невозможно без глубокого познания превращения веществ в почве и роли микроорганизмов в этих процессах.

Изученность микрофлоры в различных лесных биогеоценозах далеко еще недостаточна. В настоящее время установлено, что почвы, занятые лесными насаждениями, имеют весьма специфический микробный ценоз. Имеющиеся в литературе данные о микробиологической активности горно-лесных почв главным образом получены при изучении микрофлоры высокогорных районов Азербайджана (Пакусин, 1966), горных склонов Тянь-Шаня в Киргизии (Вухрер, 1966), почв вертикального ряда Чуйской впадины (Тимофеев, 1966), Горного Алтая (Клевенская, 1964) и других горных систем, преимущественно южных районов.

Работы по изучению микробиологической активности горно-лесных неоподзоленных почв Северного Урала до сих пор еще не проводились. В связи с этим мы с 1965 г. приступили к изучению влияния эколого-географических условий на формирование микробных ценозов в почвах горной части северотаежной зоны Урала. Задача наших исследований заключалась, во-первых, в выявлении основных компонентов микробного ценоза, во-вторых, в установлении некоторых особенностей микробиологической активности в зависимости от рельефа местности, типов леса и, в-третьих, в изучении распределения микроорганизмов по генетическим горизонтам почвенного профиля.

Исследование микробиологической активности проводилось в почвах, занятых кедровыми, еловыми, сосновыми и березовыми лесами западного и восточного склонов Северного Урала.

Лесорастительные условия и характеристика пробных площадей достаточно полно освещена в статьях В. П. Фирсовой, В. П. Фирсовой и М. И. Дергачевой, публикуемых в настоящем сборнике, поэтому мы остановимся, по мере изложения материала, на рассмотрении свойств лишь тех почв, описание которых не приведено в вышеуказанных работах.

Методика исследований

Исследование микрофлоры проводилось по методике, рекомендованной Институтом микробиологии АН СССР.

Учитывались следующие группы микроорганизмов: бактерии, растущие на мясо-пептонном агаре (МПА); спорообразующие формы бактерий, высеянные из пастеризованной почвенной суспензии на МПА+сусло-агаре (1 : 1); бактерии, растущие на крахмало-аммиачной среде (КАА); олигонитрофильные бактерии на Эшби-агаре; аммонифицирующие микроорганизмы на пептонной воде с последующим определением аммиачного азота реактивом Несслера; денитрификаторы на среде Гильтая; анаэробный фиксатор азота *Clostridium pasterianum* на картофельной кашице; нитрифицирующие бактерии на среде Виноградского; целлюлозуразлагающие микроорганизмы на жидкой среде Гетчинсона с полосками фильтровальной бумаги; микроскопические грибы на подкисленном сусло-агаре. Количество микроорганизмов пересчитано на 1 *г* воздушно-сухой почвы.

Микрофлора почв кедровых лесов

Изучение микробиологической активности почв проводилось в нескольких типах кедровников, наиболее широко представленных на обследованной территории Северного Урала: зеленомошно-ягодниковом — разрез 3 (66), 1 (66), 8 (66); кедровнике мелкотравном — разрез 10(66); кедровнике багульниковом — разрез 5(66).

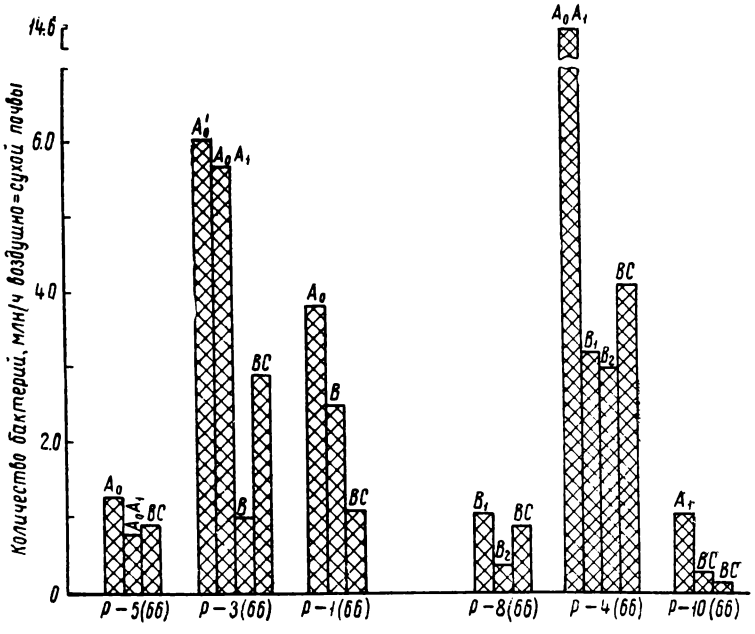

Рис. 1. Общее количество бактерий в почвах кедровых лесов.

Микробиологическая активность почв, занимающих выровненные участки приводораздельных склонов — разрез 5 (66), 8 (66), очень слабая (рис. 1). Низкая здесь и производительность лесов, относящихся к IV—V бонитетам.

Обильное развитие микрофлоры установлено, как видно из рисунка,

в почвах кедрачей зеленомошно-ягодниковых, расположенных в средней части дренированных склонов — разрезы 3 (66), 4 (66), где общее количество микроорганизмов достигает 5—7 млн. К этим участкам приурочены и наиболее производительные древостои IV—III бонитета с большим запасом стволовой древесины. В почвах с признаками оподзоленности, занимающих подножия склонов, происходит снижение микробиологической деятельности — разрез 1(66), 10(66). Избыточное увлажнение в этих условиях рельефа приводит к подавлению микробиологической активности.

Изучение активности физиологических групп микроорганизмов показало, что процессы превращения азотистых веществ в почвах идут неодинаково (табл. 1). В почвах под пологом кедровника багульникового (нагорного) аммонифицирующие бактерии не обнаружены. Очевидно, развитие аммонификаторов здесь настолько слабое, что выявить их присутствие применяемой нами методикой не представляется возможным. Едва заметное оживление аммонификации установлено в кедровнике зеленомошно-ягодниковом — разрез 8(66) и кедровнике мелкотравном — разрез 10(66). Наиболее активно аммонифицирующие бактерии развиваются в более богатых почвах дренированных склонов — разрез 4 (66), 3 (66).

Таблица 1

Содержание некоторых физиологических групп микроорганизмов, тыс. на 1 *г* воздушно-сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Аммонификаторы	Денитрификаторы	Анаэробные фиксаторы азота
5(66)	Кедровник багульниково-брусничный	5—12	A_0''	0	0	6
		12—14	A_0A_1	0	120	25
		15—20	BC	0	60	0
3(66)	Кедровник зеленомошно-ягодниковый	2—9	A_0''	1300	250	0
		9—16	A_0A_1	60	2500	0
		20—25	B	50	600	6
		40—50	BC	60	250	25
1(66)	То же	5—15	A_0''	250	1300	6
		20—30	BC	250	60	0
		40—50	BC	0	60	0
		60—70	BC	0	200	0
8(66)	»	8—20	B_1	60	25	0
		25—35	B_2	25	0	0
		45—55	BC	60	250	2,5
4(66)	»	5—9	A_0A_1	2500	7000	250
		15—20	B	500	0	25
		20—30	B	130	0	5
		50—60	BC	250	0	0
10(66)	Кедровник мелкотравный	8—16	A_1	25	25	0
		40—50	BC	60	6	0
		60—70	BC	13	0	0

Процессы денитрификации в этих почвах отмечены повсеместно. Однако интенсивность их различна и зависит не только от местоположения участков и типа леса, но и строения почвенного профиля. Так, наиболее активно денитрификация протекает в горизонтах A_0, A_1, а

денитрифицирующие бактерии составляют здесь — разрез 4(66) — почти половину всего микробного населения, тогда как в нижележащих слоях денитрификация отсутствует.

В почвах других типов леса денитрифицирующие бактерии накапливаются не только в горизонте A_0A_1, но и по всему профилю. В кедровнике зеленомошно-ягодниковом — разрез 1 (66) — отмечено значительное увеличение количества денитрификаторов в горизонте ВС, на глубине 60—70 *см*. Из данных табл. 1 видно, что денитрификация значительно превышает аммонификацию, что неблагоприятно сказывается на азотном режиме почв.

Накопление азота за счет его фиксации из атмосферы анаэробными бактериями настолько незначительно, что не может компенсировать острый дефицит этого элемента. В ряде случаев — разрезы 10(66), 1(66), 8(66) — присутствие *Cl. pasterianum* или не обнаружено вообще, или отмечены едва заметные признаки его развития.

Приведенные в табл. 1 результаты исследования показывают, что процессы нитрификации отсутствуют в горно-лесных почвах Северного Урала, занятых кедровыми насаждениями. Аэробные целлюлозуразлагающие бактерии здесь также не выявлены (лишь в некоторых случаях были обнаружены отдельные колонии их). Таким образом, разложение растительных остатков идет исключительно в результате деятельности микроскопических грибов.

В суровых климатических условиях Северного Урала превращение органических веществ происходит медленно. Об этом свидетельствует учет некоторых групп микроорганизмов, участвующих в разложении растительных остатков и накоплении доступных элементов питания для растений (табл.2).

Таблица 2

Количество микроорганизмов в почвах кедровых лесов, тыс. на 1 *г* воздушно-сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Бактерии на МПА	Бактерии на КАА	Спорообразующие бактерии	Бактерии на Эшби-агаре	Грибы
5(66)	Кедровник багульниково-брусничный	5—12	A_0''	600	0	420	250	65
		12—14	A_0A_1	200	50	0	300	30
		15—20	ВС	450	0	240	150	9
3(66)	Кедровник зеленомошно-ягодниковый	2—9	A_0	3250	1100	100	200	19
		9—16	A_0A_1	950	1100	245	500	14
		20—25	В	100	150	55	150	10
		40—50	ВС	1000	250	65	1250	8
1(66)	То же	20—30	ВС	1400	550	40	200	42
		40—50	ВС	150	400	135	500	10
		60—70	ВС	400	200	20	100	12
8(66)	»	8—20	B_1	385	130	135	100	265
		25—35	B_2	105	45	65	0	25
		45—55	ВС	500	0	10	55	14
4(66)	»	5—9	A_0A_1	1400	2225	65	1200	31
		15—20	В	900	1350	40	600	13
		20—30	В	2000	450	50	250	12
		50—60	ВС	3500	0	20	500	11
10(66)	Кедровник мелкотравный	8—16	A_1	425	210	40	375	39
		40—50	ВС	35	5	60	10	30
		60—70	ВС	0	10	25	10	18

Наибольшее число бактерий, усваивающих органические формы азота (МПА), отмечено в почвах с оптимальным для этих условий гидротермическим режимом — разрезы 3 (66), 4 (66) 1 (66). Преимущественно развитие этой группы бактерий, деятельность которой ограничивается участием в начальных стадиях разложения органического вещества, сосредоточено в верхних горизонтах — A_0A_1. Однако и в горизонте ВС мы неоднократно наблюдали повышенное содержание бактерий на МПА.

Более полная минерализация растительных остатков осуществляется главным образом бактериями, растущими на крахмало-аммиачном агаре (КАА), и спорообразующими формами бактерий. Анализируя данные по учету бактерий на КАА, мы пришли к заключению, что более полно процессы разложения органических веществ идут в кедровниках зеленомошно-ягодниковых, занимающих средние участки склонов — разрезы 4 (66), 3 (66), 1 (66). На других элементах рельефа, особенно на высоких выровненных плато — разрез 5(66) — содержание бактерий, усваивающих аммиачный азот, весьма незначительно, и говорить об участии этой группы в процессах минерализации невозможно. Исследование показало, что максимальное развитие бактерий на КАА происходит в верхних горизонтах, с глубиной количество их, как правило, снижается.

В конечных стадиях минерализации органических веществ большую роль также играют спорообразующие формы бактерий. В неоподзоленных горно-лесных почвах мы обнаружили развитие спорообразующих форм бактерий в почвах самых разнообразных экологических условий. Количественное содержание бацилл на отдельных пробных площадях оказалось несколько неожиданным. Так, в кедровнике багульниковом — разрез 5(66), где микробиологическая активность довольно слабая, количество спорообразующих микроорганизмов в горизонтах A_0 (5—12 *см*) и ВС (15—20 *см*) соответственно достигает 420 и 240 тыс. В кедровнике зеленомошно-ягодниковом — разреза 8 (66), также с низкими показателями общей микробиологической деятельности, на глубине 8—20 *см* спорообразующих бактерий насчитывается 135 тыс. Следовательно, в этих экологических условиях процессы превращения веществ осуществляются, главным образом, группой спорообразующих микроорганизмов. Активно идет минерализация и в кедровниках, занимающих наиболее дренированные участки склонов. Развитие бацилл на пробной площади разреза 3(66) преимущественно сосредоточено в горизонтах A_0'' и A_0A_1. Относительно равномерное распределение спорообразующих форм бактерий по профилю является общим микробиологическим показателем почв кедровых лесов, занимающих восточные склоны Северного Урала.

Олигонитрофильные бактерии в микробном ценозе этих почв составляют небольшой процент. Лишь в некоторых горизонтах содержание их увеличивается до одного миллиона. Такой показатель для олигонитрофильных бактерий весьма низкий. С глубиной по профилю количество олигонитрофилов с небольшими колебаниями постепенно снижается. Однако на пробной площади разреза 3(66) наблюдается обратная зависимость, а именно: максимум олигонитрофильных бактерий обнаружен в самом нижнем горизонте ВС, на глубине 40—50 *см*. Таким образом, развитие олигонитрофильной группы микроорганизмов в кедровых лесах лишь в незначительной степени обогащает почвы элементами азотного питания.

Полученные данные по учету микроскопических грибов указывают на очень медленное разложение клетчатки, причем отмечено — разрезы

5(66), 1(66), 8(66) — значительное колебание в распространении грибов по генетическим горизонтам. В указанных разрезах наблюдается резкое снижение количества микроскопических грибов с переходом от верхнего к нижеследующему горизонту. Очень низкое содержание грибов установлено в почвах под пологом кедровых насаждений, занимающих средние и пониженные части склона. На этих участках распределение грибов по генетическим горизонтам более равномерное, с постепенным снижением их количества вглубь по профилю.

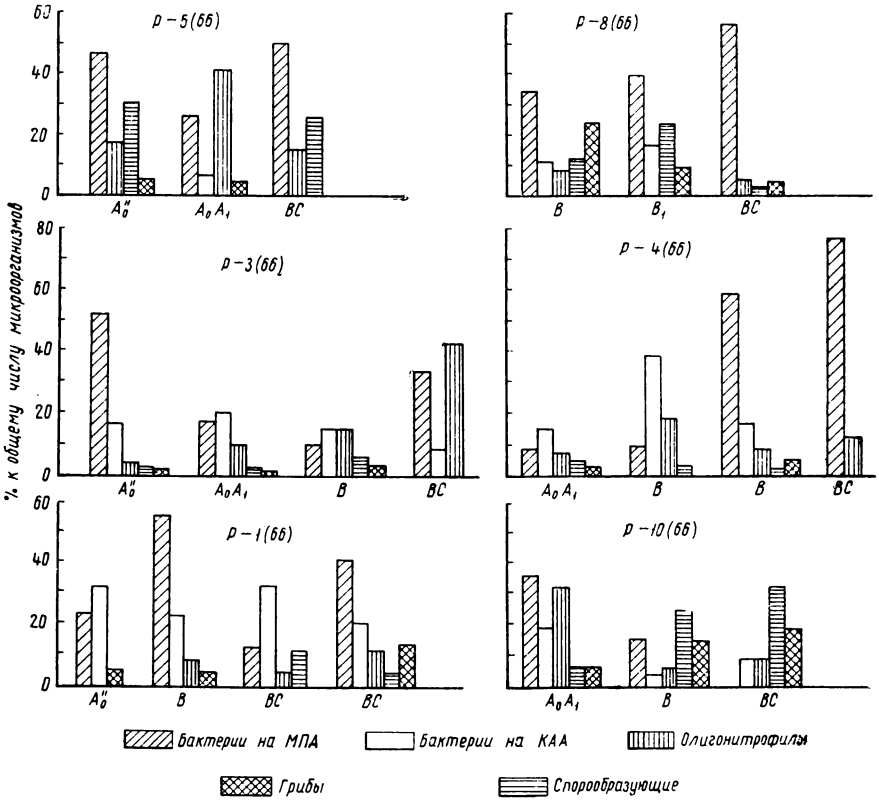

Рис. 2. Соотношение основных групп микроорганизмов в почвах кедровых лесов.

Как видно из данных табл. 2, актиномицеты под пологом кедровых насаждений практически не развиваются. Лишь в единственном случае, в самой нижней части склона у водораздела разреза 10 (66), в горизонте A_1 было обнаружено незначительное количество актиномицетов.

О микробиологической активности тех или иных почв следует судить не только по валовому содержанию некоторых представителей микрофлоры. Наряду с этими показателями, необходимо учитывать соотношение групп микроорганизмов в определенных микробных ценозах. Сопоставление процентного содержания некоторых групп микроорганизмов позволяет глубже проанализировать направленность микробиологических процессов, более правильно подойти к оценке степени плодородия почв и, наконец, выявить некоторые закономерности в формировании микробных ценозов в различных эколого-географических условиях местности.

На рис. 2 показано процентное содержание группового состава микрофлоры к общему числу микроорганизмов. Как видно из диаграммы, в подавляющем большинстве самый высокий процент приходится на группу бактерий, растущих на МПА. В почвах, занимающих наиболее высокие местоположения — разрезы 5 (66), 8 (66), бактерии, усваивающие белковые формы азота, составляют около 50% всей микрофлоры верхних горизонтов. Интересное соотношение групп микроорганизмов в почвах на выровненной вершине склона — разрез 5(66). Довольно большой процент (30%) в горизонте A_0 составляют спорообразующие формы бактерий. В лежащем ниже горизонте соотношение микроорганизмов меняется и доминирующее положение занимают олигонитрофилы. Резко падает количество бацилл (они составляют здесь меньше 1%). Процентное содержание микроскопических грибов в горизонтах A_0 и A_0A_1 не меняется. И, наконец, в нижнем горизонте ВС на глубине 15—20 *см* вновь возрастает роль бацилл и бактерий с белковым типом питания. В почвах кедровника зеленомошно-ягодникового — разрез 8 (66), расположенного также в верхней части склона, по сравнению с кедровником (нагорным) значительно бóльшее участие в превращении растительных остатков принимают микроскопические грибы, особенно в горизонте A_0 (8—20 *см*), где на их долю приходится более 20%.

В почвах кедровых насаждений, занимающих средние части склона, микробный ценоз до глубины 20—25 *см* представлен более разнообразно. Здесь получили достаточно большой процент развития бактерии на МПА, КАА, олигонитрофилы, спорообразующие формы, и лишь микроскопические грибы составляют всего около 5%. В верхних горизонтах средней части склона возрастает роль бактерий, растущих на КАА. Они являются преобладающей группой и составляют 15—40% от валового содержания микроорганизмов. В более глубоких горизонтах (20—30 *см* и 50—60 *см*) доминируют микроорганизмы с белковым типом питания, где они составляют до 80% (горизонт ВС).

На пониженных элементах рельефа содержание бактерий, усваивающих азот органических соединений, падает до 20—35% — разрезы 1 (66) и 10 (66). Микроорганизмы с белковым типом питания — на глубине 20—30 *см* и 60—70 *см*. В микробном ценозе первого разреза значительно возрастает роль бактерий, растущих на крахмало-аммиачном агаре. Процентное содержание их составляет 20—30%. Преобладание бактерий, использующих минеральный азот, указывает на глубоко идущие процессы разложения органического вещества в этих горизонтах. Вблизи водораздела разреза 10 (66), в горизонте A_0 микробиологические процессы идут главным образом за счет деятельности бактерий, усваивающих азот органических соединений и олигонитрофильной группы. К сожалению, верхние горизонты этого профиля проанализированы не были. С глубиной по профилю абсолютное и относительное значение бактерий на МПА и олигонитрофилов заметно снижается, а на глубине 60—70 *см* они не обнаружены вообще. С уменьшением процентного содержания этих двух групп микроорганизмов значительно возрастает роль спорообразующих форм бактерий и микроскопических грибов в микробном ценозе почв пониженных местоположений.

Таким образом, полученные нами данные показывают, что микробиологическая деятельность в горно-лесных почвах под пологом кедровых насаждений в значительной степени определяется рельефом местности. Более гармонично формируются микробные ценозы в почвах средней части склонов, где процессы превращения органических веществ идут наиболее глубоко.

Микрофлора почв еловых лесов

Изучение микробиологической активности почв проводилось в наиболее широко распространенных типах еловых лесов горной северо-таежной части Урала на территории Ивдельского лесхоза и в районе Денежкина Камня.

Разрез 11(66) заложен на вершине северо-западного склона в ельнике ягодниковом. Напочвенный покров составляют черника, брусника и редкий покров из зеленых мхов. Почвы этого участка представлены маломощными неоподзоленными легкосуглинистыми.

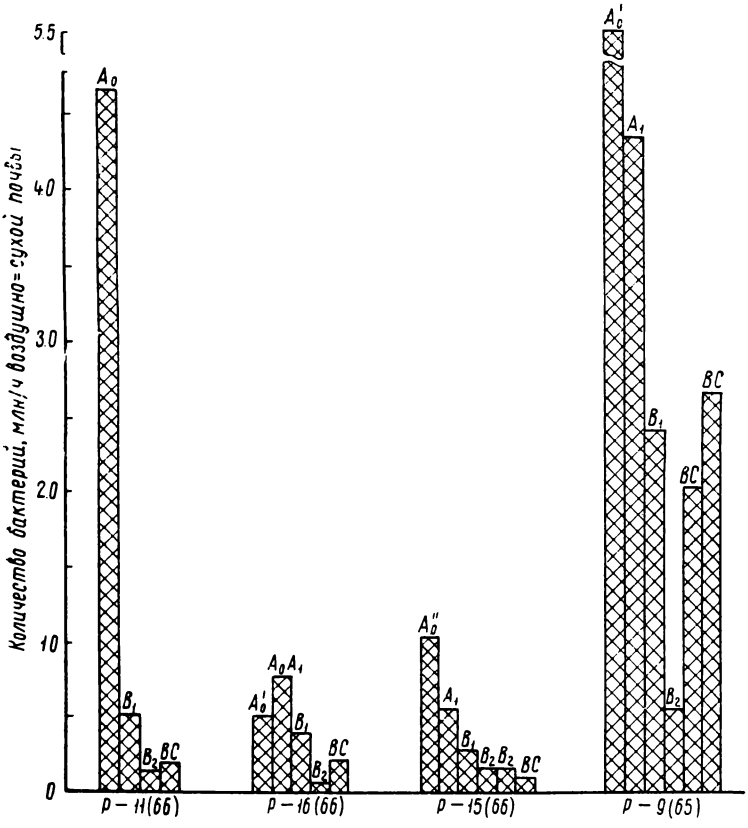

Рис. 3. Общее количество бактерий в почвах еловых лесов.

Разрез 12(66) характеризует почвы ельника зеленомошно-ягодникового, занимающего среднюю часть склона. В напочвенном покрове этого типа леса участвуют главным образом зеленые мхи, черника, брусника. Почва среднесуглинистая, слабооподзоленная.

Разрез 15(66) заложен в нижней части северо-западного склона под пологом ельника мелкотравного. Почвы под этими типами леса относятся к тяжелосуглинистым, слабооподзоленным. Напочвенный покров состоит из зеленых мхов, плауна, папоротника мелколистного, майника, брусники, лесной осоки и черемицы.

Перечисленные разрезы характеризуют почвы восточных предгорий Северного Урала, сформированные на элювии кислых пород. Разрез 9(65) заложен в среднегорной части Урала (район Денежкина Камня)

под пологом ельника зеленомошно-ягодникового. Почва развита на элювии основных пород.

Изучение валового содержания микроорганизмов в почвах еловых лесов, расположенных в разных частях северного склона,— разрезы 11(66), 12(66), 15(66), показало (рис. 3), что микробиологическая деятельность здесь значительно ниже, чем в почвах под кедровыми лесами.

Как видно из рис. 3, наиболее высокой биогенностью обладают почвы еловых насаждений на более легких по механическому составу породах — разрез 9 (66). В почвах этого типа леса микробиологические процессы идут довольно энергично по всему профилю. Лишь на глубине 28—33 *см* общее количество микрофлоры заметно снижается. Дальше вниз по профилю микробиологическая активность возрастает (на глубине 65—75 *см*) до 2,5 млн. На увеличение численности микрофлоры в нижней части почвенного профиля, очевидно, большое влияние оказывает снижение кислотности в этих горизонтах.

Учет физиологических групп бактерий (табл. 3) показал, что аммонификация энергично протекает лишь в верхних горизонтах, и с глубиной количество аммонифицирующих бактерий резко уменьшается, либо присутствие их совсем не обнаруживается — разрезы 9(65), 15(66).

Таблица 3

Содержание некоторых физиологических групп микроорганизмов, тыс. на 1 *г* воздушно-сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Аммонификаторы	Денитрификаторы	Анаэробные фикcаторы азота	Целлюлозуразлагающие бактерии
11(66)	Ельник ягодниковый	3—6	A_0'	700	700	7	0
		6—14	B_1	25	25	0	0
		15—25	B_2	25	6	0	0
		30—40	BC	60	0	0	0
12(66)	Ельник зеленомошно-ягодниковый	3—10	A_0	130	0	0	0
		11—14	A_0A_1	60	6	0,2	0
		15—25	B_1	25	0	0	0
		30—40	B_2	0	0	От	0
		60—70	BC	0	0	0	0
15(66)	Ельник мелкотравный	3—8	A_0'	600	25	2,5	0
		8—12	A_1	25	6	0,6	0
		15—25	B	6	0	0,2	0
		30—40	B	6	0	0,2	0
		50—60	B	0	0	0,2	0
		70—80	BC	0	0	0	0
9(65)	Ельник зеленомошно-ягодниковый	0—8	A_0	600	250	250	0
		8—14	A_1	0	60	6	0,2
		17—23	B_1	0	25	25	0,06
		28—33	B_2	0	0	25	0
		40—50	BC	0	0	6	0
		65—75	BC	0	0	0	0

Процессы денитрификации в почвах еловых лесов идут довольно слабо. Лишь в верхних горизонтах почвенных разрезов 9(65) и 11(66) наблюдается несколько повышенное, по сравнению с другими пробными площадями, содержание денитрифицирующих бактерий. Такое незна-

чительное количество денитрификаторов не может оказать существенного влияния на ухудшение азотного режима почв данной территории. Можно с уверенностью сказать, что благодаря слабому денитрификационному процессу выноса из почвы азотистых веществ не происходит.

Низкая аммонифицирующая активность почв подавляет процессы нитрификации. Ни на одной из пробных площадей мы не обнаружили развития нитрифицирующих бактерий.

Азотфиксация в почвах еловых лесов протекает за счет развития бактерий типа *Cl. pasterianum,* причем фиксация азота атмосферы идет не повсеместно, а лишь под пологом ельника мелкотравного — разрез 16(66), а также в почвах ельника зеленомошно-ягодникового — разрез 9(66).

Распад клетчатки в результате деятельности аэробных целлюлозуразлагающих бактерий происходит в ельнике зеленомошно-ягодниковом на глубине 23 *см.* Количество их очень низкое и в зависимости от горизонта колеблется от 0,2 до 0,6 тыс. В других типах еловых лесов целлюлозуразлагающие бактерии отсутствуют, и разложение клетчатки протекает исключительно за счет развития микроскопических грибов.

Таблица 4

Количество микроорганизмов в почвах еловых лесов, тыс. на 1 *г* воздушно-сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Бактерии на МПА	Бактерии на КАА	Бациллы	Бактерии на Эшби-агаре	Грибы	Актиномицеты
11(66)	Ельник ягодниковый	3—6	A_0	250	1670	105	800	65	0
		6—14	B_1	145	75	70	20	5	70
		15—25	B_2	40	0	40	0	0,5	10
		30—40	BC	40	0	50	0	2,0	0
12(66)	Ельник зеленомошно-ягодниковый	3—10	A_0'	300	0	55	55	21	0
		11—14	A_0A_1	165	300	45	10	15	0
		15—20	B_1	160	185	0	50	0,5	80
		30—40	B_2	0	30	0	0	0	0
		60—70	BC	15	25	0	50	2	0
15(66)	Ельник мелкотравный	3—8	A_0'	40	325	115	315	0	25
		8—12	A_1	65	280	0	65	0	0
		15—25	B	45	20	0	120	0	5
		30—40	B	40	15	0	15	0	5
		50—60	BC	15	35	0	15	0	5
		70—80	BC	45	10	0	0	0	0
9(65)	Ельник зеленомошно-ягодниковый	0—8	A_0	2200	1100	255	825	32,5	0
		8—14	A_1	1850	1050	125	950	27,5	0
		17—23	B_1	750	100	270	1200	5,0	0
		28—33	B_2	150	300	75	0	0	0
		40—50	BC	500	0	135	1250	2	0
		65—75	C	2500	0	155	0	2	0

Накопление бактерий, усваивающих белковые формы азота (табл. 4), в почвах изученных типов еловых лесов энергично происходит лишь в ельнике зеленомошно-ягодниковом разреза 9(65). Содержание этой группы бактерий в горизонтах A_0, A_1 и C составляет 2—2,5 млн. В горизонте B и BC количество бактерий, растущих на МПА, снижается. Верхние горизонты других рассматриваемых нами почв, независимо от их местоположения по склону, одинаково населе-

ны бактериями этой группы, но количество их значительно ниже, чем в почве разреза 9(65). Различия в накоплении микроорганизмов в связи с изменением рельефа проявляются в нижележащих горизонтах. Так, минимальное количество бактерий, растущих на МПА, установлено в ельнике мелкотравном, занимающем предгорную равнину,— разрез 15(66). Несмотря на некоторые различия в накоплении этих бактерий по профилю, следует указать на постепенное, без резких колебаний, уменьшение содержания микроорганизмов с глубиной. Такое же постепенное снижение микроорганизмов наблюдается и в почвах кедровых лесов. Это, очевидно, можно считать одним из характерных признаков распределения микрофлоры в неоподзоленных горно-лесных почвах Северного Урала.

Накопление бактерий, развивающихся в присутствии минеральных источников азота (КАА), наиболее интенсивно идет также в ельнике зеленомошно-ягодниковом — разрез 9(65). Однако развитие этой группы микроорганизмов в данной почве отмечено лишь до глубины 33 *см*. В почвах еловых лесов, подстилаемых кислой почвообразующей породой, весьма высокое содержание микроорганизмов на КАА сконцентрировано в самом верхнем горизонте — разрез 11 (66). При переходе в следующий горизонт В количество бактерий на КАА резко падает, и в более глубоких горизонтах эта группа микроорганизмов не обнаружена. В почвах нижних частей склона развитие бактерий, использующих аммиачные формы азота, происходит глубже и более равномерно распределяется по профилю, особенно в разрезе 15 (66).

Развитие спорообразующих форм бактерий под пологом еловых древостоев энергично происходит на легких суглинистых почвах разрезов 9(65), 11(66), причем в ельнике зеленомошно-ягодниковом очень высокое содержание бациллярных форм отмечено даже в горизонте С на глубине 65—75 *см*. На тяжелых суглинистых почвах группа спорообразующих форм бактерий представлена незначительным количеством. Накопление их сосредоточено в верхних горизонтах.

Максимальное содержание олигонитрофильных бактерий отмечено в ельнике зеленомошно-ягодниковом — разрез 9 (65), во всех генетических горизонтах почвенного профиля. В повышенных условиях рельефа с более высокой кислотностью почв развитие этих бактерий отмечено только в самом верхнем горизонте. Вниз по склону в ельнике зеленомошно-ягодниковом и ельнике мелкотравном разрезы 12(66,) 15(66) олигонитрофилы развиваются во всех генетических горизонтах, причем в почвах под ельником мелкотравным отмечается относительно высокое содержание их до глубины 15—25 *см*.

Численность микроскопических грибов в почвах еловых лесов разных типов невелика, а в почвах подножия склона грибы не были обнаружены вообще. Практически отсутствует эта группа микрофлоры также и в ельнике ягодниковом разреза 11(66) уже на глубине 6—14 *см*. Судя по слабому развитию микроскопических грибов и отсутствию целлюлозуразлагающих бактерий, распад клетчатки в еловых насаждениях, занимающих горные склоны Северного Урала, идет очень медленно. Наличие весьма незначительных количеств актиномицетов в этих почвах не могут активизировать процессы разложения клетчатки.

При рассмотрении соотношения определенных групп микроорганизмов в микробных ценозах почв еловых насаждений (рис. 4) следует указать на очень низкое содержание микроскопических грибов, в отдельных случаях они составляют лишь десятые доли от процентного содержания общего количества микроорганизмов.

Бактерии с минеральным типом питания в микробном ценозе почв под пологом ельников зеленомошно-ягодниковых разрезов 12(66), 9(65) и ельника мелкотравного занимают большое место. В еловых лесах, занимающих вершины склонов, процентное содержание этих бактерий к валовому числу микроорганизмов очень низкое, причем накопление их сосредоточено в самых верхних горизонтах.

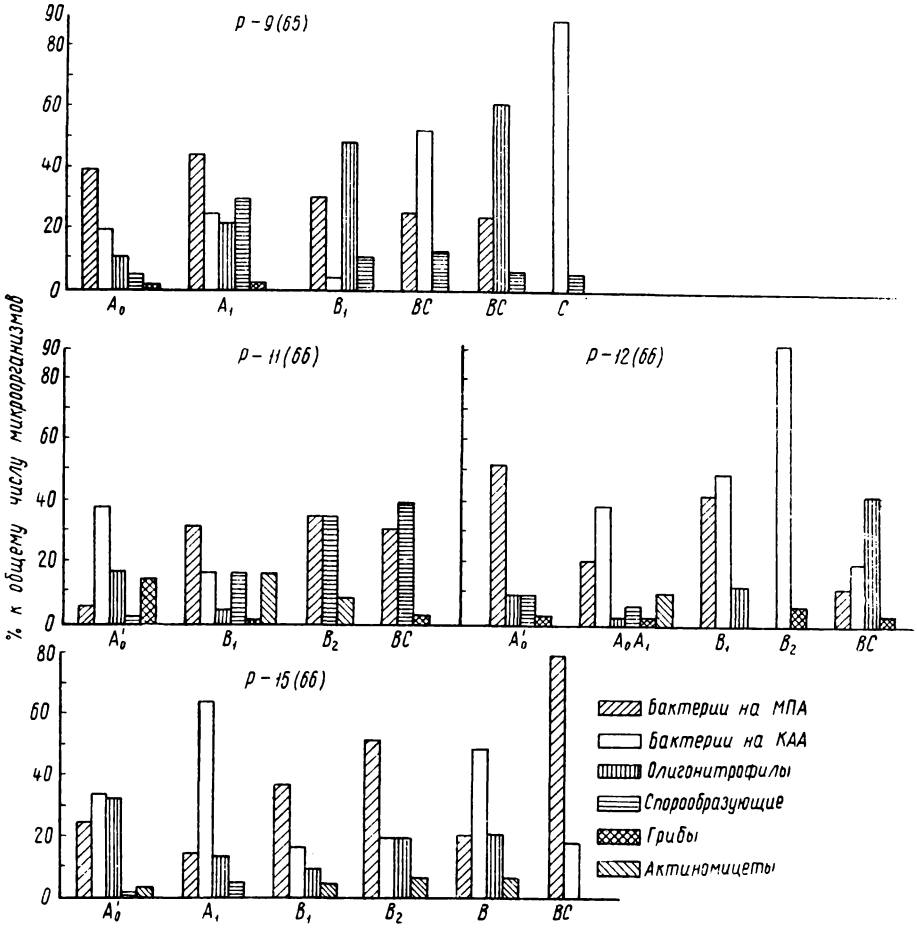

Рис. 4. Соотношение основных групп микроорганизмов в почвах еловых лесов.

Наиболее богат спорообразующими формами бактерий ельник зеленомошно-ягодниковый — разрез 9 (65), хотя процент их и невелик. Некоторое увеличение бацилл отмечено в нижних горизонтах разреза 11(66).

Как правило, доминирующей группой микроорганизмов являются бактерии, растущие на МПА. В почвах верхней и нижней частей склонов процент этих бактерий вниз по профилю увеличивается. А в почвах под пологом ельников зеленомошно-ягодниковых — разрезы 9 (65), 12(66), напротив, наиболее высокий процент бактерий, усваивающих белковый азот, приходится на верхние горизонты.

Следует особо подчеркнуть, что в микробных ценозах почв низко-

горий под пологом еловых лесов — разрезы 11 (66), 12 (66), 15 (66) — появляются актиномицеты.

Судя по наиболее высокому процентному содержанию таких микроорганизмов, как бациллы, бактерии, усваивающие минеральные формы азота и, наконец, актиномицеты, процессы минерализации органического вещества энергичней идут в средней и нижней частях склона.

Микрофлора почв сосновых лесов

Изучение микробиологической активности почв под сосновыми лесами проводилось также в условиях северотаежной подзоны Урала.

Разрез 17 (66) характеризует почвы сосняка брусничникового, занимающего вершины склонов. Напочвенный покров состоит из брусники, пятнами встречаются мхи, иногда — черника, майник. Почва горная, маломощная, неоподзоленная, представленная средним суглинком.

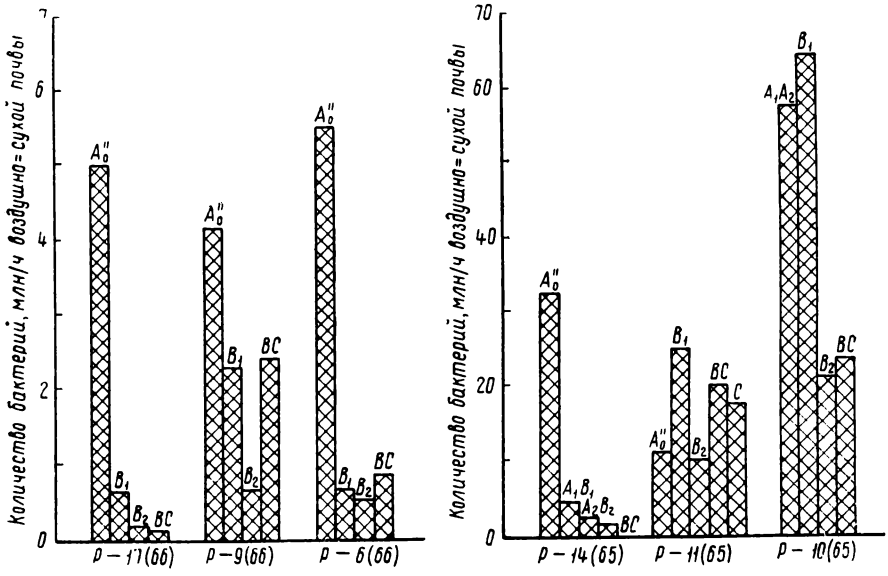

Рис. 5. Общее число бактерий в почвах сосновых лесов.

Разрезы 9 (66) и 14 (65) заложены под пологом сосняка зеленомошно-ягодникового, приуроченного к средней части склона. Почвы этого участка также относятся к неоподзоленным горным, но отличаются большей мощностью.

Описание почв и местоположений остальных разрезов в сосновых лесах см. в статье В. П. Фирсовой.

Биогенность северотаежных почв, занятых сосновыми лесами (рис. 5), приуроченных к основным почвообразующим породам,— разрезы 14 (65), 11 (65), 10 (65) — весьма высокая. Содержание общего количества микроорганизмов в этих почвах более чем в 10 раз превышает численность микрофлоры горно-лесных почв на кислых породах — разрезы 17 (66), 9 (66), 6 (66). Однако направленность микробиологической деятельности в том и другом случае в аналогичных условиях рельефа носит общий характер.

Минимальное содержание общего числа бактерий установлено в почвах сосновых насаждений, занимающих вершины склонов. Исследование показало, что наиболее активизирована деятельность микрофлоры здесь лишь в верхних горизонтах на глубине 2—7 *см*. Вниз по склону биогенность почв заметно возрастает. В этих условиях рельефа микробиологическая активность под сосновыми насаждениями протекает энергично во всех генетических горизонтах до глубины 45—65 см. Причем нередко в нижних слоях профиля в горизонте ВС содержание микрофлоры увеличивается по сравнению с горизонтом В. Аналогичная закономерность в распределении микроорганизмов по генетическим горизонтам наблюдается и в почвах подножиев склонов. Однако в этих почвах установлено более резкое колебание численности микрофлоры при переходе от одного горизонта к другому, нижележащему. Это, очевидно, связано с появлением признаков слабого оподзоливания этих почв.

При учете физиологических групп микроорганизмов (табл. 5) больших различий в активности процессов аммонификации, денитрификации не установлено. Напротив, в почвах, имеющих более низкое значение pH — разрезы 17 (66), 9 (66), 6 (66), отмечено несколько большее оживление аммонифицирующих бактерий. Причем самая высокая интенсивность аммонификации установлена в почвах сосняка-брусничника. В средней части склонов аммонификация протекает только в самых верхних горизонтах.

Таблица 5

Содержание некоторых физиологических групп микроорганизмов, тыс. на 1 *г* воздушно-сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Аммонификаторы	Денитрификаторы	Анаэробные фиксаторы азота
17(66)	Сосняк брусничниковый	3—7	A_0''	700	250	0
		10—15	B_1	250	6	0
		30—40	B_2	25	0	0
		40—50	BC	6	0	0
9(66)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	2—6	A_0''	700	700	6
		6—12	B_1	0	1100	25
		15—25	B_2	0	60	0
		35—45	BC	0	60	0
6(66)	Сосняк багульниковый	3—9	A_0''	250	250	25
		10—15	B_1	0	0	0
		20—25	B_2	0	0	0
		30—75	BC	0	0	0
14(65)	Сосняк багульниково-брусничный	2—7	A_0''	0	25	0
		7—15	AB	13	25	6
		15—24	B	25	6	13
		25—35	BC	13	6	25
11(65)	То же	2—9	A_0''	60	0	6
		10—12	B_1	0	60	6
		12—20	B_2	0	0	0
		27—37	BC	0	0	0
		50—65	BC	0	0	0
10(65)	»	6—8	A_1A_2	60	0	6
		11—20	B_1	130	60	6
		25—35	B_2	130	60	0
		53—65	BC	60	0	0

Максимальное развитие денитрифицирующих бактерий также отмечено под сосновыми насаждениями на более кислых почвах, занимающих среднюю часть склонов. Такое соотношение процессов аммонификации и денитрификации приводит к низкому содержанию в этих почвах подвижных форм азота. На других участках территории, занятой сосняками, накопление денитрифицирующих бактерий настолько низкое, что выноса из почвы не происходит.

Слабое развитие анаэробного фиксатора азота типа *Cl. pasterianum* ни в какой степени не обогащает эти почвы азотом. Процессы нитрификации и аэробное разложение клетчатки в почвах сосновых лесов отсутствуют.

Таким образом, изучение физиологических групп микроорганизмов указывает на очень низкую обеспеченность почв сосновых лесов элементами азотного питания.

Как уже отмечалось выше, по валовому содержанию микрофлоры почвы на основных породах под сосновыми насаждениями значительно богаче по сравнению с аналогичными по условиям рельефа, но подстилаемые кислыми породами. Особенно большие различия в численности микроорганизмов (табл. 6) установлены в накоплении бактерий олигонитрофильной группы и растущих на МПА. Это отличие ярко выражено в почвенном покрове средней и нижней части северо-восточных склонов.

Таблица 6

Количество микроорганизмов в почвах сосновых лесов, тыс. на 1 *г* воздушно-сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Бактерии на МПА	Бактерии на КАА	Спорообразующие бактерии	Бактерии на Эшби-агаре	Грибы	Актиномицеты
17(66)	Сосняк брусничниковый	3—7	A_0''	1310	870	1080	610	48	205
		10—15	B_1	190	50	100	5	2	10
		30—40	B_2	45	80	0	10	1	10
		40—50	BC	26	40	30	25	4	0
9(66)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	2—6	A_0''	1690	420	220	375	35	35
		6—12	B_1	160	130	585	155	52	0
		15—25	B_2	205	120	100	145	16	0
		30—45	BC	595	130	900	45	46	0
6(66)	Сосняк бруснично-багульниковый	3—9	A_0''	3150	550	890	300	142	0
		10—15	B_1	250	0	240	200	8	0
		20—25	B_2	300	100	70	100	4	0
		30—75	BC	258	100	88	350	7	0
14(65)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	2—7	A_0''	31170	955	1,5	200	68	30
		5—15	AB	1880	1485	2	557	46	60
		15—24	B	1000	1370	1,5	215	110	125
		25—35	BC	280	1405	64,5	140	2	10
11(65)	Сосняк багульниково-брусничный	2—9	A_0''	4800	1170	50,5	5400	84,5	0
		10—12	B_1	3750	1250	45,7	20350	28,5	0
		12—20	B_2	250	1300	73,0	8200	40,5	500
		27—37	BC	900	1050	47,7	17000	50	0
		50—65	BC	400	100	7,0	16800	2	0
10(65)	Сосняк багульниково-брусничный	6—8	A_1A_2	25150	2500	40,0	29150	131,5	300
		11—20	B_1	24650	400	46,0	31850	21,0	0
		25—35	B_2	9850	800	16,2	10650	70,0	0
		53—65	BC	3200	450	14,0	20050	52,5	0

Максимум спорообразующих форм бактерий, напротив, сосредоточен в почвах, развитых на элювии кислых пород.

В распределении микрофлоры по горизонтам наблюдается либо резкое снижение численности тех или других групп микроорганизмов вниз по профилю, либо более равномерное их распределение по генетическим

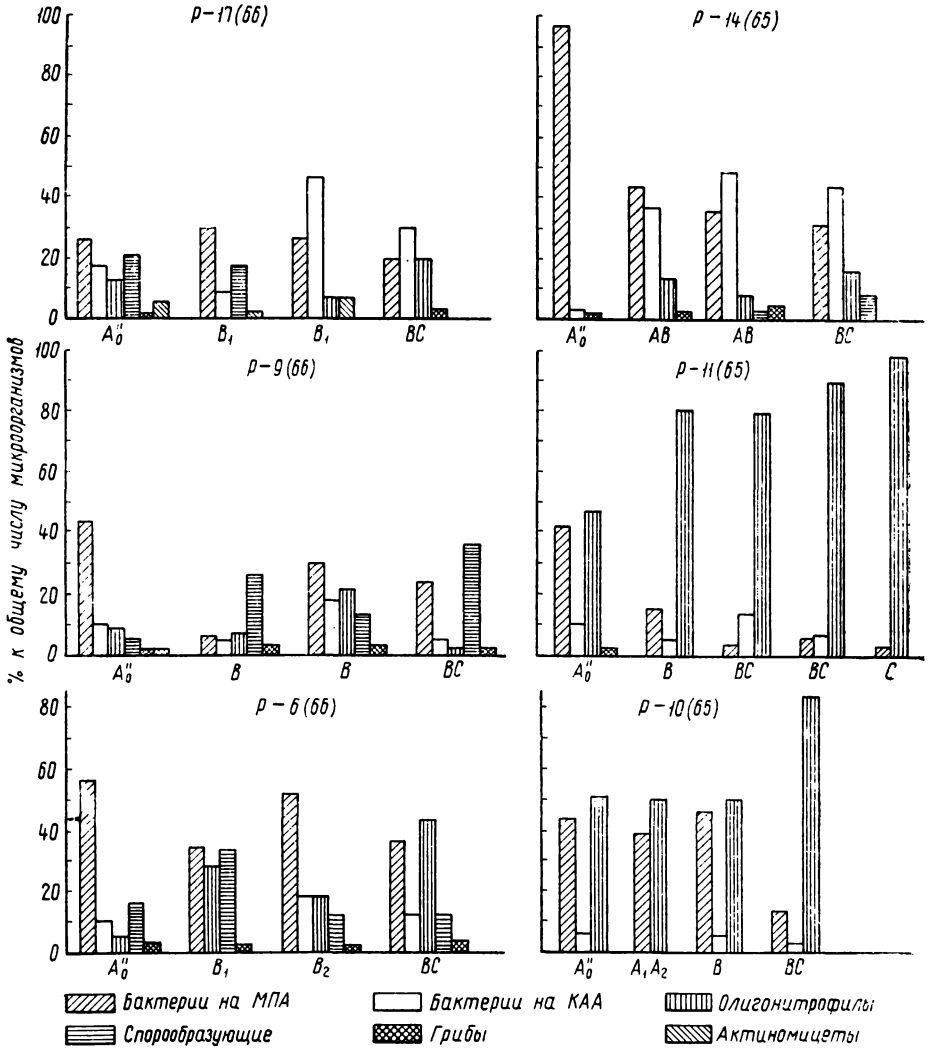

Рис. 6. Соотношение основных групп микроорганизмов в почвах сосновых лесов.

горизонтам. В большинстве случаев биогенность горизонта A_0 возвышенных участков значительно богаче следующего за ним горизонта B.

В почвах сосновых лесов относительно высокое содержание актиномицетов.

При анализе соотношения групп микроорганизмов (рис. 6) мы пришли к следующим заключениям. Несмотря на более значительное валовое содержание микроорганизмов в сосновых лесах, расположенных на основных материнских породах, делать вывод о более высокой интен-

сивности микробиологических процессов в этих почвах мы не считаем возможным. Особенно это касается почв сосновых лесов средней и нижней части склона. Во-первых, около 70—90% всей микрофлоры составляют олигонитрофильные бактерии, а, как известно, эта группа микроорганизмов не принимает активного участия в минерализации органических веществ. Во-вторых, процентное содержание микроорганизмов, участвующих в более глубоких процессах минерализации, а именно бациллы и бактерии на ККА, настолько незначительно в микробных ценозах этих почв — разрезы 11 (65), 10 (65), что говорить об интенсивных процессах разложения органических веществ было бы неверно.

Микробные ценозы в почвах, развитых на элювии кислых пород, по своему составу более разнообразны. В составе микробного населения этих почв в достаточном количестве представлены бактерии на МПА, КАА, бациллярные формы, микроскопические грибы, встречаются актиномицеты. Микробные ценозы почв на основных породах сформированы в основном двумя группами микроорганизмов: бактериями, использующими азот органических соединений, и олигонитрофилами.

Микрофлора почв березовых лесов

Для нашего обследования были взяты почвы производных березовых лесов, появившихся на месте еловых и сосновых после их рубки или лесных пожаров. Почвы под березовыми лесами представлены оподзоленными суглинками с признаками оглеения.

Изучение микробиологической активности проводилось в почвах березняка разнотравного — разрез 14 (66), березняка ягодниково-разнотравного — разрез 16(66) и березняка зеленомошно-ягодникового — разрез 7 (66).

По содержанию общего количества бактерий почвы эти имеют существенные различия (рис. 7). Максимум валовой численности микрофлоры, особенно в верхних горизонтах, установлен в более легких по механическому составу почвах — разрезы 7 (66), 16 (66). Отличительной чертой горно-лесных почв, занятых березовыми насаждениями, является резкое снижение содержания микроорганизмов с переходом в нижележащие горизонты. На тяжелых почвах распределение микрофлоры более равномерное с некоторым снижением численности микробного населения вглубь по профилю. По средним показателям биогенность горно-лесных почв, занятых березовыми насаждениями, невелика. Общее количество микроорганизмов не превышает 3—4 млн. Исключение составляет лишь количество почвенного населения горизонта A_0'' в березняке зеленомошно-ягодниковом — разрез 7 (66), где насчитывается более 13 млн. микроорганизмов.

Активность процессов аммонификации и денитрификации (табл. 7) под пологом березовых насаждений незначительна.

Аммонифицирующие бактерии главным образом развиваются в горизонте A_0''. В березняке разнотравно-ягодниковом, произрастающем на более легких почвах, процесс аммонификации довольно энергично протекает и на глубине 10—15 *см*. Аналогично аммонификаторам, денитрифицирующие бактерии сосредоточены в поверхностных слоях почвы. Однако развитие этих бактерий на всех пробных площадях чрезвычайно слабое. Оживление процессов денитрификации отмечено в почвах березняка зеленомошно-ягодникового.

Нитрификаторы и аэробные целлюлозуразлагающие бактерии в почвах березовых лесов не обнаружены. Едва заметные признаки развития

Cl. pasterianum были обнаружены на всех пробных площадях. Такое количество фиксаторов не может играть существенную роль в связывании атмосферного азота.

Учет микрофлоры на плотных питательных средах (табл. 8) указывает на низкую микробиологическую деятельность по сравнению с березовыми лесами восточных предгорий южнотаежной подзоны (Фирсова, Кулай, Ржанникова, 1967).

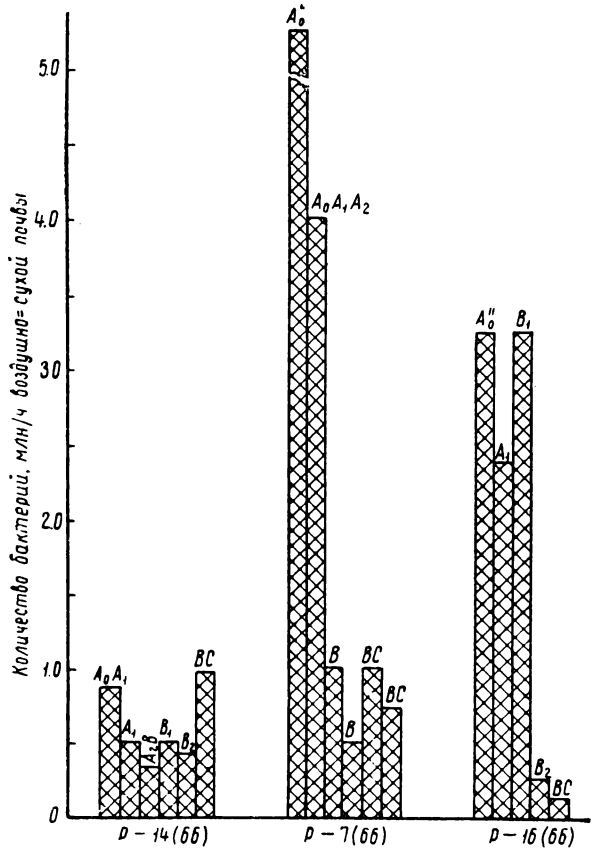

Рис. 7. Общее число бактерий в почвах березовых лесов.

В березняке разнотравном на тяжелых суглинках — разрез 14 (66) — количество бактерий на МПА равномерно распределено по почвенному профилю. В легких суглинистых почвах — разрезы 16 (66), 7 (66) — отмечены более резкие колебания в численности бактерий, развивающихся за счет азота органических соединений.

Численность бактерий, усваивающих минеральный азот (КАА) вглубь по профилю постепенно возрастает. Значительное содержание их отмечено в горизонтах В и ВС, независимо от рельефа местности, физико-химических свойств почв и их местоположения.

Почвы березовых насаждений обильно населены спорообразующими формами бактерий, концентрация которых в зависимости от местоположения березняков распределяется по профилю неодинаково. Так, на более тяжелых почвах развитие бацилл сосредоточено в горизонте A_0A_1. В оподзоленных горизонтах количество бактерий этой группы заметно снижается и вновь увеличивается в горизонте В. В почве березняка ягодниково-разнотравного также максимальное развитие наблюдается в горизонте В. Вниз по профилю содержание их резко падает. Под пологом березняка зеленомошно-ягодникового наибольшее количество бацилл установлено в верхних горизонтах, причем снижение их численности по профилю идет постепенно.

Большое распространение в почвах березовых насаждений, независимо от рельефа местности, имеют олигонитрофильные микроорганизмы. Максимальное количество их накапливается, как правило, в верхнем горизонте. Благодаря слабому развитию бактерий типа *Cl. pasterianum* азотфиксация в этих почвах осуществляется полностью за счет олигонитрофильных микроорганизмов.

Таблица 7

Содержание некоторых физиологических групп микроорганизмов в березовых лесах, тыс. на 1 *г* воздушно-сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Аммонификаторы	Денитрификаторы	Анаэробные фиксаторы азота
14(66)	Березняк разнотравный	6—10	A_0A_1	250	130	2,5
		10—14	A_1	6	6	0,2
		14—26	A_2B	6	0	0,2
		30—40	B_1	0	0	0,2
		50—60	BC	25	0	0,2
		70—80	BC	6	0	0,2
16(66)	Березняк ягодниково-разнотравный	4—8	A_0''	250	220	0,2
		8—9	A_1	130	250	0
		10—15	B_1	130	6	0,6
		25—35	B_2	6	0	0,2
		55—65	BC	6	0	0
7(66)	Березняк зеленомошно-ягодниковый	3—7	A_0''	1100	1100	6
		7—10	$A_0A_1A_2$	25	250	—
		10—15	B_1	0	700	2,5
		20—25	B_2	0	6	0
		30—40	BC	0	6	0
		50—60	BgC	0	0	0

Таблица 8

Количество микроорганизмов в почвах березовых лесов, тыс. на 1 *г* воздушно-сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Бактерии на МПА	Бактерии на КАА	Спорообразующие бактерии	Олигонитрофилы	Грибы	Актиномицеты
14(66)	Березняк разнотравный	6—10	A_0A_1	260	60	135	225	25	10
		10—14	A_1	170	30	50	255	6	0
		14—26	A_2B	275	75	20	20	2	0
		30—40	B_1	160	90	85	95	2	0
		50—60	B_2	185	75	0	190	1	0
		70—80	BC	70	150	40	435	8	0
16(66)	Березняк ягодниково-разнотравный	4—8	A_0''	1024	120	280	1390	28	25
		8—9	A_1	935	195	200	55	63	25
		10—15	B_1	590	640	1815	115	5	30
		25—35	B_2	165	0	5	30	0	0
		55—60	BC	40	80	0	20	0	0
7(66)	Березняк зеленомошно-ягодниковый	3—7	A_0''	9500	40	1235	505	41	150
		7—10	$A_0A_1A_2$	2500	130	425	200	18	0
		10—15	B	400	225	190	55	11	0
		20—25	B	150	235	55	50	2	0
		30—40	BC	50	950	40	45	4	0
		50—60	BgC	50	650	15	35	3	0

Развитие микроскопических грибов в почвах березовых насаждений довольно слабое. Наиболее широко распространены грибы в березовых насаждениях, на легких суглинках. В процессах распада клетчатки в почвах, занятых березняками, наряду с микроскопическими грибами, активное участие принимают актиномицеты. Так, в березняке ягодни-

ково-разнотравном разреза 16 (66) актиномицеты установлены вплоть до горизонта В. Высокого содержания (150 тыс.) достигают актиномицеты в горизонте A_0'' под пологом березняка зеленомошно-ягодникового.

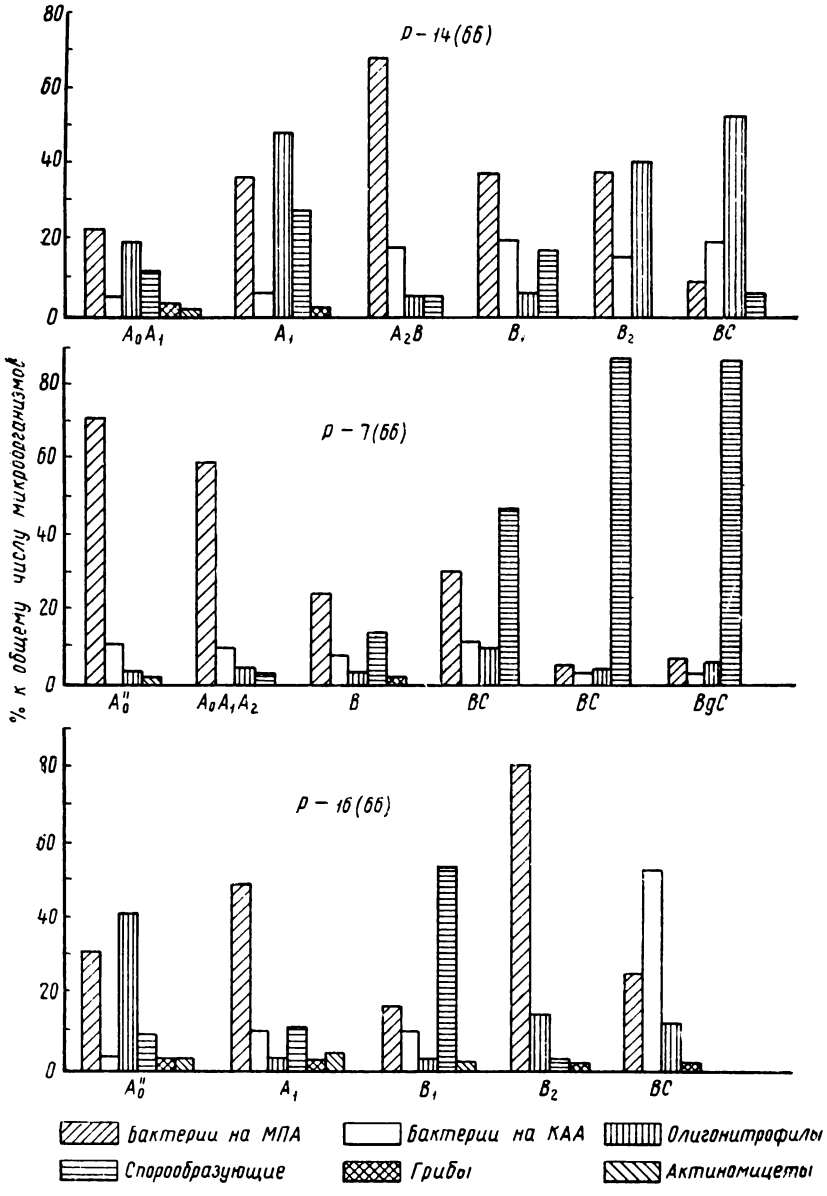

Рис. 8. Основные группы микроорганизмов в почвах березовых лесов.

Соотношение некоторых групп микроорганизмов в определенных микробных ценозах показано на рис. 8. В почвах тяжелого механического состава разреза 14(66) доминирующее положение занимают бактерии, усваивающие азот органических соединений, а вглубь по профилю возрастает роль олигонитрофильных бактерий. Бациллы, микроорганизмы на КАА и микроскопические грибы составляют незначительный процент в микробном ценозе этого профиля.

Высокое содержание (более 80%) в микробиологическом спектре почв в нижних горизонтах березняка ягодниково-разнотравного составляют бациллы. Микробный ценоз верхних горизонтов состоит в основном из бактерий, растущих на МПА, незначительное место принадлежит бактериям, усваивающим минеральный азот.

В почвах березняка зеленомошно-ягодникового микробный ценоз представлен разнообразной микрофлорой. Соотношение содержания групп бактерий вглубь по профилю меняется. Так, в горизонте A_0'' наибольший процент приходится на олигонитрофильные бактерии, а в горизонте В — бактерии на МПА. Бациллы в этом профиле доминирующее положение занимают на глубине 10—15 *см*.

Сопоставляя процентное соотношение микроорганизмов в составе микробных ценозов почв различных типов березовых насаждений, мы пришли к убеждению, что наиболее глубоко процессы превращения органических веществ идут под пологом березняка зеленомошно-ягодникового — разрез 7 (66).

Таким образом, изучение микрофлоры горно-лесных почв под пологом кедровых, еловых, сосновых и березовых насаждений показало. что специфика формирования микробных ценозов в значительной степени определяется типом лесной растительности. Почвы горной части северотаежного Урала имеют специфические черты. Распределение целого ряда групп микроорганизмов по генетическим горизонтам идет равномерно, постепенно снижаясь вглубь по профилю. Главной особенностью маломощных почв, занимающих более высокие элементы рельефа, является относительно низкая их биогенность. По мере перехода к более развитым почвам средней части склонов увеличивается абсолютное и относительное содержание большинства групп микроорганизмов. Причем характер распределения микрофлоры по горизонтам аналогичен почвам склонов. Почвы подножия склонов по микробиологическим показателям отчетливо дифференцируются на горизонты. В них в большинстве случаев установлены резкие, скачкообразные колебания численности микрофлоры при переходе от одного горизонта к другому. Горизонт В отличается более высоким содержанием микроорганизмов по сравнению с вышележащим горизонтом.

Почвообразующие породы при малой мощности почвенного профиля оказывают огромное влияние на валовую численность микроорганизмов. В почвах, подстилаемых основными породами, содержание микрофлоры особенно олигонитрофильной группы бактерий увеличивается более чем в десять раз по сравнению с кислыми почвообразующими породами.

ЛИТЕРАТУРА

Вухрер Э. Г. Микрофлора основных почв Киргизии.— Микрофлора почв южной части СССР. М., «Наука», 1966.

Клевенская И. Л. Распространение олигонитрофильных актиномицетов в почвах горного Алтая и их азотфиксирующая способность.— Генезис почв Западной Сибири. Новосибирск, 1964.

Пакусин А. Г. Микрофлора почв Азербайджана.— Микрофлора почв южной части СССР. М., «Наука», 1966.

Тимофеев В. А. Аэробная микрофлора почв вертикального ряда Чуйской впадины.— Микрофлора почв южной части СССР. М., «Наука», 1966.

Фирсова В. П., Кулай Г. А., Ржанникова Г. К. К вопросу о влиянии смены пород на химические и микробиологические свойства дерново-подзолистых почв Зауралья.— Труды Ин-та экологии растений и животных УФАН СССР, 1967, вып. 53.

Фирсова В. П. Особенности почвообразования в северотаежной подзоне. Статья в настоящем сборнике.

Фирсова В. П., Дергачева М. И. Состав гумуса и свойства почв кедровых лесов Северного Урала. Там же.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 76 ТРУДЫ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ 1970

Г. С. ХРЕНОВА

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОГО УРАЛА

Направленность биологических процессов, происходящих в почве, устанавливается наиболее полно и достоверно путем определения количественного содержания отдельных физиологических групп микроорганизмов и исследования ферментативной активности почв.

Почвенные и микробиологические исследования проводились лабораторией лесного почвоведения и микробиологии в северотаежной подзоне Урала (Ивдельский район), в ее горной части. Подробное описание почвенных разрезов приведено в статьях В. П. Фирсовой и Г. А. Кулай, публикуемых в настоящем сборнике. Оттуда же взяты и некоторые данные по характеристике почвенных разрезов, их местоположению и содержанию микроорганизмов. Нами же было проведено лишь определение гидролитических (инвертаза и протеаза) и окислительных ферментов (пероксидаза и полифенолоксидаза).

Роль почвенных ферментов еще недостаточно изучена, но установлено, что они участвуют как в разложении растительных остатков, так и в синтезе питательных веществ, необходимых для растений и для микроорганизмов.

Грубо ферменты можно разделить на гидролитические и окислительные. Из гидролитических, принимающих участие в первичном разложении растительных остатков, попадающих в почву, мы остановились на инвертазе, связанной с гидролитическим распадом безазотистых органических соединений, и протеазе, участвующей в разложении азотсодержащих веществ.

На смену гидролитическим ферментам приходят окислительные, обусловливающие дальнейший распад растительных остатков на более простые вещества, доступные для питания растений. В почве деятельность обеих групп ферментов проходит одновременно. Из окислительных ферментов мы определяли пероксидазу и полифенолоксидазу. Эти ферменты, особенно пероксидаза, участвуют в окислении гуматов, переводя их в более простые соединения (Кононова, 1949; Никитин, 1961). Кроме того, как указывает А. Ш. Галстян (1958), они принимают участие также и в противоположном процессе, а именно в реакции конденсации веществ при образовании молекулы гуминовой кислоты.

Из сказанного выше видно, что ферментативная активность является одним из существенных показателей биологической активности почвы.

Инвертаза определялась по несколько видоизмененному методу

В. Ф. Купревича (1951). В отличие от последнего мы брали воздушно-сухую почву, а инвертированный сахар определяли йодометрически. Определение протеазы проводилось по методу Гофмана (Hoffmann, Teicher, 1957), пероксидазы и полифенолоксидазы — по методу А. Ш. Галстяна (1958).

Ферментативная активность почв под кедровыми лесами

Ферментативная активность почвы изучалась под некоторыми типами кедровых лесов (Ивдельский лесхоз), расположенных на различных высотах над уровнем моря (от 400 до 230 *м*) на восточном склоне Северного Урала. Результаты исследования сведены в табл. 1.

Таблица 1

Ферментативная активность почв

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Гидролитические ферменты: инвертаза, *мг* глюкозы на 1 *г* почвы	Гидролитические ферменты: протеаза, *мг* аминного азота на 10 *г* почвы	Окислительные ферменты: пероксидаза (*мг* пурпургаллина)	Окислительные ферменты: полифенолоксидаза (*мг* пурпургаллина)	Общее колич. микроорганизмов, тыс. на 1 *г* почвы
5(66)	Кедровник багульниково-брусничный	5—12	A_0''	90,6	9,80	0,10	0,03	1341
		12—14	A_0A_1	47,2	1,10	0,15	0	725
		15—20	BC	2,8	0	0,17	0,06	909
4(66)	Кедровник зеленомошно-ягодниковый	5—9	A_0A_1	62,0	4,05	0,13	0,13	14671
		10—20	B	7,3	0	0,20	0,13	3428
		20—30	B	1,5	0	0,10	0,13	2897
		50—60	BC	4,7	0,15	0,10	0,10	4281
3(66)	То же	2—9	A_0''	97,2	13,40	0,10	0,08	6219
		9—16	A_0A_1	55,3	1,25	0,10	0,08	5369
		20—25	B	9,2	0	Не опр.		1121
		40—50	BC	2,4	0	0	0,19	2908
1(66)	»	5—15	A_0''	87,2	3,35	0,08	0,05	Не опр.
		20—30	B	1,7	0,15	0,13	0,08	2548
		40—50	BC	2,0	0	0,30	0,20	1205
		60—70	BC	0,7	0	0,15	0,13	832
8(66)	»	3—8	A_0''	295,5	25,50	0,30	0,13	Не опр.
		8—20	B_1	15,1	0,40	0,15	0,05	1100
		25—35	B_2	3,5	0	0,13	0,08	265
		45—55	BC	0,7	Не опр.			892
10(66)	Кедровник мелкотравный	3—6	A_0''	120,0	19,30	0,35	0,15	Не опр.
		8—16	A_1	38,9	3,8	0,15	0,05	1224
		40—50	B_1	7,8	0,55	Не опр.		206
		60—70	BC	0,4	0	»		79

Кедровник багульниково-брусничный расположен на слабодренированной вершине с отметкой 400 *м* — разрез 5 (66); кедровники зеленомошно-ягодниковые — в верхней части дренированного склона, разрезы 3 (66) и 4(66) и в нижней части склона — разрезы 1 (66) и 8 (66); кедровник мелкотравный — у подножия склона, разрез 10 (66).

Из полученных данных видно, что наибольшая ферментативная активность в период отбора проб наблюдалась в почве разрезов 8 (66) и 10 (66), расположенных, как уже указывалось выше, в нижней части склона и у его подножия. Далее по активности ферментов идут разрезы 3 (66) и 5 (66) под пологом кедровника зеленомошно-ягодникового и багульниково-брусничного. Наименее активны почвы разрезов 1 (66) и 4 (66).

Как правило, полученные данные по содержанию ферментов нечетко коррелируют с количеством микроорганизмов. Иногда почвы с высоким содержанием последних обнаруживают слабую ферментативную активность — разрез 4 (66) и наоборот — разрезы 8 (66) и 10 (66).

При изучении почв под кедровниками мы имели возможность сравнить содержание ферментов с содержанием гумуса. Для примера приводим данные по горизонту А (табл. 2). Содержание гумуса взято из статьи В. П. Фирсовой и М. И. Дергачевой, помещенной в настоящем сборнике.

Таблица 2

Гумус и содержание ферментов

№ разреза	Содержание ферментов		Гумус, %
	инвертаза, *мг* глюкозы на 1 *г* почвы	протеаза, *мг* аминного азота на 10 *г* почвы	
8	295,5	25,5	72,4
10	120,0	19,3	63,3
3	97,2	13,4	54,6
4	62,0	4,1	13,2
5	90,6	9,8	60,2
1	87,2	3,4	67,8

Из приведенных в табл. 2 цифр мы видим, что лишь в первых четырех разрезах содержание ферментов четко коррелирует с содержанием гумуса (прямая зависимость), в последних двух разрезах эта корреляция уже нарушается.

Ферментативная активность почв под сосновыми лесами

Исследование велось в сосняке брусничниковом — разрез 17(66), расположенном на вершине склона, где почва маломощная, неоподзоленная, среднесуглинистая; в сосняках зеленомошно-ягодниковых — разрезы 9 (66) и 14 (65), багульниково-брусничных — разрезы 6 (66), 11 (65Я) и 10 (65).

Разрез 9 (66) заложен в средней части склона с довольно мощными неоподзоленными почвами; разрез 14 (65) — в нижней части склона с богатой суглинистой почвой; разрезы 11 (65) и 10 (65) — на среднесуглинистой сильно подзолистой почве, подстилаемой песками; разрез 6 (66) — в нижней части склона на среднесуглинистой неоподзоленной горно-лесной почве.

Разрезы 14, 11 и 10 1965 г. приурочены к основным почвообразующим породам. Этим отчасти можно объяснить, что биологическая активность этих почв (табл. 3) как по количеству микроорганизмов, так и по содержанию ферментов выше, нежели в разрезах 17, 6 и 9 1966 г., сформированных на кислых почвообразующих породах.

Из разрезов, заложенных в 1966 г., наименьшей активностью отличается почва под сосняком брусничниковым,— разрез 17 (66), расположенным, как уже указывалось выше, на вершине склона. Почва разреза 9 (66), в середине склона, более активна. Как и в кедровых лесах, здесь наблюдается приуроченность наибольшей активности к верхним горизонтам почвы.

Содержание ферментов с глубиной падает, лишь иногда повышаясь в горизонте ВС.

Таблица 3

Ферментативная активность почв под сосновыми лесами

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Гидролитические ферменты: инвертаза, *мг* глюкозы на 1 *г* почвы	Гидролитические ферменты: протеаза, *мг* аминного азота на 10 *г* почвы	Окислительные ферменты: пероксидаза (*мг* пурпургаллина)	Окислительные ферменты: полифенолоксидаза (*мг* пурпургаллина)	Общее колич. микроорганизмов, тыс. на 1 *г* почвы
17(66)	Сосняк брусничниковый	3—7	A_0''	93,9	4,35	0,38	0,23	5073
		10—15	B_1	27,8	1,00	0,20	0,15	613
		30—40	B_2	3,7	0	0,10	0,15	171
		40—50	BC	2,0	0	0,20	0,13	131
9(66)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	2—6	A_0''	309,0	7,55	0,05	0,08	4181
		6—12	B_1	2,2	0,70	Не опр.		2207
		15—25	B_1	4,3	0	0	0,28	646
		35—45	BC	2,4	0	0,10	0,05	1776
14(65)	То же	7—15	AB	23,5	2,25	0,98	0,05	4074
		15—24	B	11,1	1,25	0,23	0,10	2866
		25—35	BC	8,8	1,55	0,28	0,10	6946
6(66)	Сосняк багульниково-брусничный	3—9	A_0''	118,2	13,0	0	0,03	5557
		10—15	B_1	9,7	0	0,13	0,09	698
		20—25	B_2	2,0	0	0,10	0,10	574
		30—75	BC	1,0	0	0,09	0,10	803
11(65)	»	2—9	A_0''	106,2	Не опр.	Не опр.	Не опр.	11571
		10—12	B_1	13,3	1,90	0,58	0,05	25490
		12—20	B_2	3,3	0	0,35	0,05	10364
		27—37	BC	4,6	0	0,40	0,08	19048
		50—65	BC	2,0	0	0,33	0,08	17309
10(65)	»	6—8	A_1A_2	18,9	1,95	1,55	0,10	67338
		11—20	B_1	10,5	0,30	0,38	0,08	57157
		25—35	B_2	7,2	0	0,41	0,13	12711

Ферментативная активность почв под еловыми лесами

Почвенные разрезы были заложены на территории того же Ивдельского лесхоза и в районе Денежкина Камня в ельниках зеленомошно-ягодниковых — разрезы 11 (66), 12 (66), 9 (65) и ельнике мелкотравном — разрез 15 (66).

Разрез 11 (66) расположен на вершине северо-западного склона с маломощными неоподзоленными легкосуглинистыми почвами; разрез 12 (66) — в средней части склона с среднесуглинистой слабооподзоленной почвой; разрез 15 (66) — в нижней части склона с тяжелосуглинистыми слабооподзоленными почвами. Породы, на которых сформированы почвы разрезов 11 (66), 12 (66) и 15 (66),— кислые.

Разрез 9 (65) заложен в среднегорной части Урала (район Денежкина Камня) на супесчаной почве, сформированной на основной породе.

Наиболее активны по содержанию ферментов почвы разрезов 11 (66) и 12 (66), что согласуется с их активностью по содержанию микроорганизмов (табл. 4). Почва разреза 15 (66) наименее активна по всем показателям, что, по-видимому, обусловлено более тяжелым ее составом. Сравнивать почву разреза 9 (65) под ельником, зеленомошно-ягодни-

ковым в районе Денежкина Камня с почвой под ельниками Ивдельского лесхоза вряд ли возможно, так как почвенные образцы взяты не одновременно. По ферментативной активности почва разреза 9 (65) не выделяется. Можно лишь отметить, что в отличие от всех исследуемых разрезов присутствие протеазы в почве этого разреза наблюдается по всему профилю. При этом и количество микроорганизмов, даже в горизонте ВС, на глубине 65—75 *см* достигает 2,6 млн. Это можно объяснить тем, что почва разреза супесчаная, т. е. по механическому составу более легкая, нежели во всех исследуемых нами разрезах.

Таблица 4

Ферментативная активность почвы под еловыми лесами

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Гидролитические ферменты		Окислительные ферменты		Общее количество микроорганизмов, тыс. на 1 *г* почвы
				инвертаза, *мг* глюкозы на 1 *г* почвы	протеаза, *мг* аминного азота на 10 *г* почвы	пероксидаза	полифенолоксидаза	
						мг пурпургаллина		
11 (66)	Ельник зеленомошно-ягодниковый	3—6	A_0	129,1	33,0	0,08	0,10	4297
		6—14	B_1	24,7	2,10	0,20	0,13	435
		15—25	B_2	6,2	0	0,30	0,13	121
		30—40	BC	0,4	0,40	0	0,13	152
12 (66)	То же	3—10	A_0	208,2	17,35	0,10	0,10	561
		11—14	A_0A_1	75,5	4,75	0,30	0,05	601
		15—25	B_1	11,1	0,15	0,15	0,10	501
		30—40	B_2	5,9	0	0,18	0,30	30
15 (66)	Ельник мелкотравный	3—8	A_0	111,0	7,00	0,10	0	1448
		8—12	A_1	40,2	1,00	0,05	0	442
		15—25	B	4,0	0	0,10	0	196
		30—40	B	1,7	0	0,05	0,05	81
		50—60	B	1,4	0	0,15	0,05	76
		70—80	BC	0,4	0	0,08	0	55
9 (65)	Ельник зеленомошно-ягодниковый	0—8	A_0	130,5	Не опр.	Не опр.	Не опр.	5513
		8—14	A_1	60,0	2,25	0,44	0,08	4069
		17—23	B_1	2,4	0,55	0,28	0,13	2375
		28—33	B_2	0	0,30	0,35	0,05	575
		40—50	BC	Не опр.	0,15	0,23	0,05	1893
		65—75	BC	»	0	0,15	0,05	2657

Ферментативная активность почв под березовыми лесами

Почвенные разрезы под березняками заложены в Ивдельском лесхозе: разрез 14 (66) — в березняке разнотравном на тяжелосуглинистой почве, разрез 16 (66) — также в березняке разнотравном и разрез 7 (66) — в березняке зеленомошно-ягодниковом. Почвы последних двух разрезов по составу более легкие.

По содержанию гидролитических ферментов (табл. 5) наиболее активна почва разреза 7 (66), наименее активна — разреза 14 (66), что совпадает с активностью и по содержанию микроорганизмов. Окислительные ферменты содержатся в бо̀льшем количестве в почве разреза 16 (66) и в меньшем — разреза 7 (66). Почва разреза 14 (66) занимает в этом случае среднее положение. Как и во всех исследуемых типах леса, в горизонтах В и ВС наблюдается, хотя и не всегда, увеличение содержания ферментов.

Анализируя полученные нами данные по ферментативной активности горно-лесных почв Северного Урала под некоторыми типами леса, мы можем отметить следующие особенности исследуемых почв:

1. Активность ферментов, как правило, убывает с глубиной, лишь иногда увеличиваясь в горизонтах В и ВС.

Инвертаза обнаруживается почти по всему профилю, протеаза же содержится лишь в верхних горизонтах. Максимальные количества обоих ферментов наблюдаются также в верхних горизонтах почвы. Это свойство исследованных нами почв, очевидно, характерно для многих почв. Так, например, В. С. Шумаков (1960) наблюдал его в темно-серых лесостепных почвах; А. Ш. Галстян (1964) считает, что во всех генетических почвенных типах наблюдается падение активности ферментов с глубиной, и связывает это с содержанием органических веществ.

Таблица 5

Ферментативная активность почвы под березовыми лесами

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Гидролитические ферменты		Окислительные ферменты		Общее количество микроорганизмов, тыс. на 1 *г* почвы
				инвертаза, *мг* глюкозы на 1 *г* почвы	протеаза, *мг* аминного азота на 10 *г* почвы	пероксидаза	полифенолоксидаза	
						мг пурпургаллина		
14 (66)	Березняк разнотравный	6—10	A_0A_1	87,2	2,80	0,42	0,20	860
		10—14	A_1	18,2	0,15	0,08	0,05	583
		14—26	A_2B	2,9	0	0,44	0,18	293
		30—40	B_1	2,4	0	0,30	0,08	547
		50—60	BC	0,4	0	0,08	0,13	451
		70—80	BC	6,2	0	0,20	0,28	934
16 (66)	Березняк ягодниково-разнотравный	4—8	A_0''	72,2	5,90	0,33	0,23	3317
		8—9	A_1	52,0	1,40	0,33	0,20	2420
		10—15	B_1	14,3	0	0,38	0,15	3332
		25—35	B_2	2,4	0	0,23	0,28	206
		55—65	BC	0,4	Не опр.	0,18	0,55	147
7 (66)	Березняк-зеленомошно-ягодниковый	3—7	A_0''	120,0	6,85	0,05	0,03	13677
		7—10	A_1	8,7	1,40	0,20	0	4148
		10—15	B_1	0,8	0,40	0,20	0,13	1106
		20—25	B_2	2,4	0	0,05	0,10	428

2. Достаточно четкой корреляции между количествами микроорганизмов и содержанием ферментов нами не обнаружено. Об отсутствии подобной корреляции имеются указания в ряде работ (Дробник, 1957; Низова, 1960 и др.), но, как правильно отмечают К. А. Козлов (1960) и Е. Т. Нючева (1962), определенная зависимость между численностью микронаселения почвы и ее ферментативной активностью, безусловно, имеется.

Отсутствие четкой корреляции, по-видимому, объясняется тем, что мы определяем количество лишь очень незначительной части почвенного населения, тогда как ферментативная активность почвы обусловлена деятельностью всех живых организмов — обитателей почвы, в том числе и корневой системой высших растений.

В тех случаях, когда в образовании ферментов ведущую роль играют микроорганизмы, корреляция легко обнаруживается. В нашем исследовании мы наблюдали корреляцию между количеством микроорга-

низмов и содержанием ферментов в почве под березняками — разрезы 14, 16 и 7 1966 г. и в ельниках — разрезы 11 и 12 1966.

3. Установлена на примере почвы под кедровниками корреляция, хотя и недостаточно четкая, между ферментативной активностью почвы и содержанием в ней гумуса. О наличии подобной корреляции мы находим упоминания в ряде работ (Александрова, 1959; Низова, 1962; Галстян, 1964).

4. Наметилась зависимость ферментативной активности от механического состава почвы, обнаруженная при исследовании почвы под еловыми и березовыми лесами. Так, в тяжелосуглинистой почве разрезов 15 (66), 14 (66) активность ферментов ниже, нежели в более легких почвах разрезов 11 (66), 12 (66), 7 (66) и 16 (66). О наличии подобной зависимости упоминается в работе Р. М. Латыповой (1960).

5. Ясной зависимости ферментативной активности от высоты над уровнем моря исследуемого участка мы не обнаружили. Можно лишь отметить, что в большинстве случаев наиболее благоприятные условия для образования ферментов наблюдаются в середине склонов.

6. Что касается зависимости между ферментативной активностью почвы и типом леса, то можно сказать лишь, что в период отбора проб (июнь 1964 г. и август 1965 г.) наиболее активными по содержанию гидролитических ферментов оказались еловые леса, затем кедровники, сосняки и березняки; по содержанию же окислительных ферментов на первом месте стоят березняки, сосняки, а затем уже ельники и кедровники.

При определении ферментативной активности в динамике это соотношение безусловно может измениться, так как содержание ферментов меняется как в течение года, так и по годам, на что можно найти указания в ряде работ. Так, в нашем исследовании (Хренова, Кулай, 1966) содержание инвертазы в почве под сосняком черничниковым (Припышминские боры в Свердловской области) меняется следующим образом: в 1959 г. в июне 35,4, в июле 61,8, в октябре 55,4; в 1960 г. соответственно 91,7; 32,9 и 9,4 *мг* глюкозы на 1 *г* почвы. Об изменчивости содержания ферментов в течение вегетационного периода есть данные также в работах В. Ф. Купревича (1958), В. С. Шумакова (1960), Г. М. Латыповой (1961).

Из сказанного следует, что установить, какой из типов леса наиболее активен по содержанию ферментов, можно лишь при изучении биологической активности почвы в динамике.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова И. В. О методах определения активности некоторых почвенных ферментов.— Почвоведение, 1959, № 9.

Галстян А. Ш. Определение сравнительной активности пероксидазы и полифенолоксидазы в почве. — Докл. АН Арм. ССР, 1958, т. 26, № 5.

Галстян А. Ш. Активность ферментов, как показатель, характеризующий почвенные типы.— Физика, химия, биология и минералогия почв СССР. Доклады к VIII Международному конгрессу почвоведов. М., «Наука», 1964.

Дробник Я. Изучение биологических превращений органических веществ в почве.— Почвоведение, 1957, № 12.

Козлов К. А. Биологическая активность некоторых почв Иркутской области.— Изв. СО АН СССР, 1960, № 4.

Кононова М. М. Участие целлюлозных миксобактерий в процессе гумификации растительных остатков.— Микробиология, 1949, т. 18, вып. 2.

Кулай Г. А. Особенности формирования микробных ценозов в горно-лесных почвах Северного Урала. Статья в настоящем сборнике.

Купревич В. Ф. Биологическая активность почвы и методы ее определения.— Докл. АН СССР, нов. сер., 1951, т. 79, вып. 5.

Купревич В. Ф. Вопросы почвенной энзимологии.— Вестн. АН СССР, 1958, № 4.

Латыпова Р. М. Сравнительная активность каталазы и сахаразы в торфе и некоторых минеральных почвах.— Докл. АН БССР, 1960, т. 4, № 8.
Латыпова Р. М. Протеазная активность подзолистых почв и влияние на нее органического вещества торфа.— Докл. АН БССР, 1961, т. 5, № 12.
Низова А. А. К вопросу о биологической активности почв.— Почвоведение, 1960, № 10.
Низова А. А. Об активности каталазы и сахаразы в некоторых основных типах леса.— Зап. Ленингр. с.-х. ин-та, 1962, т. 84.
Никитин Д. И. Условия, определяющие активность разложения гуминовой кислоты бактериями.— Труды Ин-та микробиологии АН СССР, 1961, вып. 11.
Нючева Е. М. Биологическая активность некоторых почв Иркутской области.— Изв. Иркут. с.-х. ин-та, 1962, вып. 24.
Фирсова В. П. Особенности почвообразования в северотаежной подзоне Урала.— Статья в настоящем сборнике.
Фирсова В. П., Дергачева М. И. Состав гумуса и свойства почв кедровых лесов Северного Урала. Статья в настоящем сборнике.
Хренова Г. С. и Кулай Г. А. Микрофлора дерново-подзолистых лесных почв Зауралья.— Микрофлора почв северной и средней тайги СССР, М., «Наука», 1966.
Шумаков В. С. Биохимическая активность темно-серой лесостепной почвы под пологом разных насаждений.— Почвоведение, 1960, № 10.
Hoffmann G., Teicher K. Das Enzymstem unserer Kulturböden, VII, Proteasen, 2. — Zs. pfl. Düng., Bodenk, 1957, Bd 77 (122), N 3.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 76 ТРУДЫ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ 1970

Т. С. ПАВЛОВА

ИЗУЧЕНИЕ ОБМЕНА МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕЖДУ РАСТИТЕЛЬНЫМ ПОКРОВОМ, ХВОЕЙ И ПОЧВОЙ В ДВУХ ТИПАХ КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОГО УРАЛА

Растительный покров, как показано работами С. В. Зонна (1954), В. С. Шумакова (1958), Н. Н. Ремезова (1961) и других, служит хорошим показателем условий, при которых формируется подстилка, и каждому типу леса характерен определенный вид лесной подстилки. В пределах одного и того же типа леса свойства подстилки, ее состав несколько меняются от ряда внешних причин: от возраста, полноты насаждения, условий местопроизрастания, состава напочвенного растительного покрова. Подстилку, по мнению В. С. Шумакова (1958), следует рассматривать как продукт и стадию биологического круговорота органических элементов в системе почва — растение — атмосфера.

Подстилка состоит из опада древесных пород и опада напочвенного растительного покрова. По мнению С. В. Зонна (1954), опад представляет собой основной источник возврата зольных элементов в почву и накопления органического вещества. Опад дает главный энергетический материал, необходимый для развития микроорганизмов, насекомых и животных, которые в процессе своей жизнедеятельности перерабатывают опад и превращают его в перегной и другие соединения, усвояемые растениями.

Данными ряда исследователей (Степанов, 1940; Градобоев, 1957; Татаринов, 1949; Градусов, 1958; и др.) установлено, что опад лиственных древесных пород значительно богаче хвойных, а среди последних наибольшей зольностью хвои отличается лиственница, наименьшей — сосна, а пихта и кедр занимают промежуточное положение между ними. Зольный состав хвои и листьев существенно меняется в зависимости от богатства почвы.

Помимо опада древесных пород значительную роль в накоплении питательных элементов в подстилках играет напочвенный покров. Однако о его роли в обогащении почв зольными элементами данных в литературе чрезвычайно мало. Количество ежегодного опада (Левина, 1960) у кустарничков колеблется от 6,9 до 16,5% к весу их наземной массы. Больше опада дает черника, мало багульник и брусника, наибольший опад поступает от мхов Шребера — 21,7%. Известно также, что различные виды растений значительно отличаются по зольному составу. По данным Е. Н. Рудневой и др. с соавторами (1966), например, зеленые мхи являются концептором кремния, а кустарнички концентрируют в большом количестве марганец. Химический состав

опада напочвенного покрова в процессе минерализации меняется, происходит интенсивное вымывание фосфора, калия, кальция, магния и накопление кремния и полуторных окислов (Рожнова, Счастная, 1959). Судьба высвобождающихся в процессе минерализации питательных элементов зависит от механического и химического состава субстрата и увлажнения местности. В условиях промывного режима (Руднева и др., 1966) при накоплении в подстилках в большом количестве питательных элементов они часто выносятся нисходящим током за пределы почвенного профиля.

В настоящей статье сделана попытка выяснить особенности накопления зольных элементов в различных компонентах почвенного покрова и в хвое и передвижение зольных элементов при минерализации под пологом кедровых северотаежных лесов Северного Урала. Для этой цели был собран напочвенный покров отдельно по видам растений, хвоя с растущего кедра и его опад. Здесь же закладывались почвенные разрезы и производилось взятие образцов и учет веса напочвенного покрова, подстилки с пробных площадок 50×50 *см*². Зольный анализ растительности проводился по методике В. М. Калужской (1959). Объектом исследования служили два типа леса — кедровник багульниковый и кедровник зеленомошно-ягодниковый, отличающийся по характеру напочвенного покрова и условиями увлажнения. Кедровник зеленомошно-ягодниковый — разрез 4 (66) — занимает слабодренированный склон с абсолютной высотой 260 *м*. Кедровник багульниковый, разрез 5 (66), приурочен к водораздельной возвышенности, абсолютная высота около 400 *м*. Возраст кедра в обоих типах леса 165 лет, бонитет кедрача зеленомошно-ягодникового IV, кедрача багульникового — V. Участки отличаются и по напочвенному покрову: основной компонент напочвенного покрова в первом типе леса — зеленый мох, во втором — багульник. Черника содержится примерно в равных количествах.

Исследуемые почвы формируются на элюво-делювии кислых массивно-кристаллических пород и характеризуются небольшой мощностью, высокой хрящеватостью и слабой дифференциацией на генетические горизонты. Представлены они, по мнению В. П. Фирсовой, буро-таежными неоподзоленными почвами. Аналитические данные, характеризующие эти почвы, приведены в статье В. П. Фирсовой и М. И. Дергачевой в настоящем сборнике.

Различие в морфологическом строении сравниваемых разрезов обусловливается их местоположением по рельефу. Разрез 5 (66), расположенный на вершине водораздела, имеет укороченный профиль (до 34 *см*) и, благодаря повышенной влажности, большую мощность подстилки (до 12 *см*, вес ее с 1 *м*² — 5600 *г*). Разрез 4 (66), заложенный на пологом склоне, имеет меньшую мощность подстилки — 5 *см*, меньший ее вес с 1 *м*² — 4068 *г* и более мощный профиль — до 60 *см*.

Рассмотрим химический состав хвои кедра и как он меняется в процессе минерализации. Зольность исследованной свежей хвои кедра составляет 2,34—2,48% (табл. 1), т. е. несколько меньше по сравнению с хвоей кедра на Алтае (Градобоев, 1957), последняя характеризуется и меньшей кислотностью (pH). Наблюдается некоторая разница в величине pH хвои исследованных нами типов леса: хвоя кедровника багульникового отличается несколько большей кислотностью, чем хвоя кедра зеленомошно-ягодникового.

В зольном составе хвои преобладает кальций при значительном содержании магния и фосфора. На наиболее дренированных участках (кедровник зеленомошно-ягодниковый), где обеспечиваются благоприятные условия для минерализации органического вещества, а следова-

тельно, и для питания растений, возрастает и содержание кальция в хвое кедра. Много в золе хвои полуторных окислов, причем железо и алюминий содержатся примерно в равном количестве. Кремния накапливается в золе меньше. Таким образом, по преобладанию в золе все определяемые элементы можно расположить в следующий ряд: $CaO > MgO > P_2O_5 > Fe_2O_3 > Al_2O_3 > SiO_2$. Обращает внимание удивительное сходство данных, полученных нами по содержанию зольных элементов в хвое кедра, и Н. Д. Градобоева (см. табл. 1).

Таблица 1

Зольный состав хвои кедра

Объект	№ разреза	pH водный	Зольность	% на прокаленную массу						
				SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5
Свежая хвоя 3-го года	4 (66)	5,0	2,34	5,01	10,83	5,69	5,14	44,10	14,02	11,04
Опад хвои	4 (66)	—	4,07	10,22	18,44	10,10	8,34	25,01	4,32	0,72
Свежая хвоя 1-го года	5 (66)	—	6,3	—	—	2,36	—	—	9,63	17,42
То же 2-го года	5 (66)	—	3,2	—	—	4,83	—	21,22	11,48	12,22
То же 3-го года	5 (66)	4,8	2,48	5,46	10,47	5,20	5,27	31,3	13,21	12,07
Опад хвои	5 (66)	—	4,29	12,34	16,94	8,93	8,01	27,42	6,11	1,14
Свежая хвоя	13 (Градобоев, 1957)	5,5	2,88	5,32	9,73	4,10	5,63	43,78	—	—
Свежая хвоя	12 (Градобоев, 1957)	5,2	2,62	6,73	10,38	4,25	6,13	44,16	—	—

Сравнивая состав золы хвои 1, 2 и 3-го года, ясно видно, что с возрастом происходит уменьшение зольности и содержания фосфора и увеличение содержания кальция, магния, железа. Зольный состав опада существенно отличается от свежей хвои. В нем увеличивается зольность, содержание кремния, полуторных окислов и резко уменьшается количество фосфора, кальция, магния. По преобладанию элементов ряд имеет уже следующий вид:

$$CaO > SiO_2 > Fe_2O_3 > Al_2O_3 > MgO > P_2O_5$$

Таким образом, дифференциация химического состава золы хвои намечается еще в процессе жизнедеятельности дерева и наиболее ярко выражается при минерализации хвои. Для подтверждения этого приводим ряды относительного выноса и накопления зольных элементов в минерализующемся опаде по сравнению со свежей хвоей.

5 (66)	Si/2,2	Fe/1,7	Al/1,5	Ca/0,87	Mg/0,46	P/0,09
4 (66)	Si/2,0	Fe/1,8	Al/1,6	Ca/0,56	Mg/0,3	P/0,07

Как уже отмечалось многими исследователями (Градусов, 1958; Рожнова, Счастная, 1959), при минерализации в первую очередь накапливается кремний и полуторные окислы, остальные элементы выносятся. Такая же закономерность наблюдается и в данном случае. Причем интенсивность накопления кремния и полуторных окислов в обоих случаях примерно одинаковая. Несколько иная картина наблюдается при выносе

элементов: активнее они выносятся при минерализации хвои под пологом кедровника зеленомошно-ягодникового. Из вымываемых элементов наибольшей подвижностью обладает фосфор, наименьшей — кальций.

Интересно сравнение рядов поглощения элементов хвоей с рядами накопления при минерализации. Наблюдается такая закономерность: чем активнее поглощаются элементы, тем активнее и вымываются, иногда только меняются местами кальций с магнием.

5 (66)	P	Ca	Mg	Al	Fe	Si
	23	2,3	2,1	0,6	0,4	0,1
4 (66)	P	Mg	Ca	Al	Fe	Si
	35	2,5	2,3	0,4	0,3	0,1

Из приведенных данных видно, что наиболее интенсивно из почвы поглощается фосфор и значительно слабее кальций и магний. Полуторные окислы и кремний имеют коэффициент поглощения меньше единицы и располагаются в одинаковом порядке на обоих участках.

В формировании подстилки наряду с опадом древесных пород принимают участие и отмирающие части напочвенного покрова. Учитывая, что большинство опубликованных работ о биологическом накоплении зольных элементов в различных компонентах напочвенного покрова и о их передвижении в подстилках характеризуют более южные районы нашей страны, интересно провести сравнение с результатами, полученными исследователями на Кольском полуострове в средней тайге. Для сопоставления мы использовали Лесогорский и Выборгский профили. Почвы Лесогорского профиля формируются на кристаллических породах, которые по минеральному составу и по условиям залегания сходны с нашими. Почвы Выборгского профиля развиваются на наносе валунной супеси, сильно увлажнены и сильно оподзолены (Рожнова, 1960).

Полученные нами данные (табл. 2) показывают, что зольность растений, взятых нами для изучения, несколько ниже, чем на Кольском полуострове. Самую низкую зольность имеет багульник — 1,7%, затем черника — 2,64—3,93, зеленые мхи — 4,23—5,52% и самая высокая зольность у разнотравья — 10,88%. Данные анализа золы (см. табл. 2) зеленых мхов под пологом кедровников обоих типов в основном похожи: преобладает кремний, несколько меньше кальция, дальше по степени убывания идут магний, алюминий, железо, фосфор. Зеленый мох с участка, прилегающего к разрезу 5 (66), содержит несколько меньше кальция и больше железа и алюминия. Сравнивая наши данные анализа мхов с результатами анализов (см. табл. 2) тех же мхов Лесогорского профиля (Рожнова, 1960) на Кольском полуострове, видим, что по содержанию элементов они очень близки. Зола же мха (2В, табл. 2) на сильно оподзоленной почве отличается от вышеприведенных бо́льшим содержанием кремния (больше 50%). Значит, основным фактором, определяющим зольный состав растений напочвенного покрова, является не тип леса, а почва.

В золе черники резко падает содержание кремния и железа по сравнению с зелеными мхами, кальция и магния содержится несколько больше, алюминия — одинаково. Интересно, что в золе черники Кольского полуострова на сильно оподзоленных почвах (Выборгский профиль, табл. 2) не обнаружено алюминия, тогда как в анализируемой нами чернике алюминий накапливается значительно интенсивнее кремния и железа. Состав золы багульника мало чем отличается от зольного состава черники.

А. И. Троицкий (1949) отмечает, что поглощение растениями различных элементов обусловлено тремя основными причинами: 1) формой

Таблица 2

Состав золы компонентов напочвенного покрова

№ разреза	Объект	Зольность, %	% на чистую золу						
			SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5
4 (66)	Зеленый мох	4,23	28,99	7,09	2,06	5,03	25,54	13,34	1,55
	Черника	3,93	10,66	5,93	0,58	5,35	27,68	11,96	1,48
	Мох плаун	3,46	26,70	9,81	0,78	9,03	9,35	6,05	1,62
	Разнотравье	10,88	18,99	0,79	0,62	0,18	2,21	6,54	1,01
5 (66)	Зеленый мох	5,52	24,03	9,7	4,71	4,99	18,63	12,51	1,34
	Черника	2,64	8,65	5,82	1,52	4,30	25,93	13,58	1,57
	Багульник	1,7	11,95	7,69	2,35	5,34	25,68	9,95	1,64
2Л	Зеленый мох (по Рожновой)	3,48	23,02	9,96	3,10	6,86	18,07	8,58	7,89
2В	Зеленый мох (по Рожновой)	5,37	55,12	4,84	1,49	3,35	17,5	4,09	52,0
2В	Черника	2,37	11,73	0,84	0,84	—	43,5	13,5	8,01

соединения элемента, 2) содержанием количества элементов в почве или в породе и 3) избирательной способностью растения.

В литературе неоднократно упоминалось о разделении элементов на две категории: первая основная группа — энергично поглощаемые легкоподвижные элементы (Ca, S, P, Mn, Mg) и вторая основная группа — поглощаемые чрезвычайно слабо — инертные элементы (Al, Si, Fe).

Приводим ряды поглощения растительным напочвенным покровом различных элементов. Содержание элементов в растениях сопоставлялось с содержанием их в горизонте A_0A_1.

Разрез 4 (66)

Зеленый мох	P / 3,1	Mg / 2,05	Ca / 1,34	Si / 0,58	Al / 0,37	Fe / 0,14
Черника	P / 3,0	Mg / 1,84	Ca / 1,45	Al / 0,66	Si / 0,21	Fe / 0,04

Разрез 5 (66)

Зеленый мох	P / 3,9	Mg / 2,4	Ca / 1,45	Si / 0,45	Al / 0,39	Fe / 0,31
Черника	P / 4,6	Mg / 2,65	Ca / 2,02	Al / 0,33	Si / 0,16	Fe / 0,1
Багульник	P / 3,1	Ca / 2,01	Mg / 1,90	Al / 0,42	Si / 0,22	Fe / 0,16

Всеми растениями наиболее интенсивно поглощается фосфор, однако содержится его в 3—4 раза меньше по сравнению с аналогичными растениями Кольского полуострова. Вероятно, это объясняется общей бедностью почв Урала соединениями фосфора.

Зеленым мхом и черникой вслед за фосфором активно поглощается магний, потом кальций. Из инертных элементов зеленый мох в первую очередь поглощает кремний, потом алюминий; черника наоборот: сначала алюминий, потом кремний. Самой низкой энергией поглощения обладает железо. Несколько отличен багульник, он вслед за фосфором активно поглощает кальций, потом магний, алюминий, кремний и железо.

Между зелеными мхами и черникой кедровников разных типов проследить разницу в энергии поглощения не удается.

Порядок расположения элементов в рядах поглощения и накопления,

как отмечает А. И. Троицкий (1949), может меняться в зависимости от условий местообитания и от вида растения; причем элементы первой категории (первой основной группы) значительно чаще подвергаются перемещению, отражая небольшие изменения ландшафта, в то время как перемещения элементов второй категории (второй основной группы) отображают уже крупные региональные изменения.

Подстилка, постепенно минерализуясь, обогащает почву элементами питания. Как уже было сказано выше, минерализация подстилок обоих типов леса идет по-разному (табл. 3). Если горизонт A_0 обоих разрезов имеет одинаковый процент потери при прокаливании (78,8 и 78,9%), то дальнейшая минерализация подстилки кедровника багульникового идет постепенно: в горизонте A_0'' потеря при прокаливании 69%, в горизонте A_0A_1 — 13%. В кедровнике зеленомошно-ягодниковом, в котором отсутствует горизонт A_0'', степень минерализации с глубиной довольно резко падает и составляет в горизонте A_0A_1 20%. Верхний слой подстилок обоих разрезов характеризуется высоким содержанием кальция. Количество его в процессе минерализации сильно падает от 40 до 18% и от 25 до 12%; также ведут себя магний и фосфор. Полуторные окислы и кремний постепенно накапливаются в подстилке.

Таблица 3

Валовой состав золы подстилок кедровника

№ разреза	Горизонт	Глубина, *см*	Потеря от прокаливания	% от веса прокаленной почвы						
				SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5
4 (66)	A_0	0—5	78,8	24,95	9,43	6,18	3,25	40,1	14,97	1,2
4 (66)	A_0A_1	5—9	20,0	49,19	22,22	14,14	8,08	18,93	6,5	0,48
5 (66)	A_0	0—5	78,9	23,62	16,39	9,25	7,14	25,0	13,12	1,12
5 (66)	A_0	5—12	69,0	37,91	21,65	10,97	10,68	20,0	13,10	0,63
5 (66)	A_0A_1	12—16	13,0	52,41	27,47	14,82	12,65	12,77	5,12	0,34
13 (по Градобоеву)	A_0	—	—	59,09	18,87	9,75	9,12	9,07	—	—
12 (по Градобоеву)	A_0	—	—	58,26	18,92	8,05	10,87	6,73	—	—

Для сопоставления состава подстилок под кедровыми лесами приводим данные анализов Н. Д. Градобоева (1957) на светло-бурых дерново-подзолистых почвах, сформированных на хлоритовых сланцах. Почвы характеризуются ненасыщенностью основаниями и кислой реакцией. Напочвенный покров травяно-моховой. Состав золы хвои кедра на этих почвах очень близок к полученным нами данным. Значит, разница в содержании элементов зависит в основном от опада напочвенного покрова и условий его минерализации.

Подстилки отличаются прежде всего по содержанию кальция, его значительно меньше в подстилках Алтая, зато в них много больше кремния. Общая сумма полуторных оснований примерно такая же, но железа и алюминия содержится в одинаковых количествах. Трудно предположить, что такая разница в составе элементов объясняется только составом опада напочвенного покрова, вероятнее всего, гидротермическим режимом, условиями почвообразования и составом подстилающих пород.

Рассмотрим, как накапливаются и выносятся элементы в подстилке по мере минерализации ее. С этой целью приводим ряды относительного выноса и накопления зольных элементов по слоям подстилки. Горизонты A_0A_1 и A'_0 сравниваем с горизонтом A'_0:

4 (66)	A_0A_1	Al / 2,4	Fe / 2,0	Si / 2,0	Ca / 0,4	Mg / 0,4	P / 0,4
5 (66)	A_0	Si / 1,6	Al / 1,4	Fe / 1,1	Mg / 1,0	Ca / 0,8	P / 0,5
	A_0A_1	Si / 2,2	Al / 1,7	Fe / 1,6	Ca / 0,5	Mg / 0,4	P / 0,3

В кедровнике зеленомошно-ягодниковом в процессе минерализации подстилки выносятся фосфор, магний, кальций, причем выносятся они с одинаковой энергией. Накапливаются алюминий, железо, кремний и энергичнее всех алюминий. В кедровнике багульниковом в процессе минерализации подстилки наиболее энергично накапливается кремний, затем алюминий и железо. На первом этапе минерализации магний остается стабильным, зато на следующем он выносится энергичнее кальция. Фосфор оказывается подвижнее всех элементов.

Сравнивая перемещение элементов в подстилках разрезов 4 (65) и 5 (66), можно отметить, что в них накапливаются одни и те же элементы, но с разной активностью. В первом случае энергичнее накапливается алюминий, в подстилке разреза 5 (66) — кремний. Выщелачиваются тоже одни и те же элементы, но порядок их вымывания в подстилке разреза 4 (66) не дифференцирован, а разреза 5 (66) — выражен ясно.

Рассмотрим, как изменяется содержание азота, фосфора и калия от напочвенного покрова к минеральному горизонту (табл. 4).

Таблица 4

Содержание разных форм азота, фосфора и калия в напочвенном покрове, подстилке и в минеральном горизонте кедровника зеленомошно-ягодникового (%)

Объект	Азот			Фосфор			Калий		
	общий	гидролизуемый	% гидролизуемого от общего	валовой	подвижный	% подвижного от валового	валовой	подвижный	% подвижного от валового
Напочвенный покров	0,95	0,09	9,4	0,30	0,07	23,4	0,95	0,12	12,5
Подстилка	1,14	0,09	7,9	0,16	0,013	8,0	0,33	0,06	20,9
Минеральный горизонт	0,23	0,014	6,0	0,08	0,004	5,2	0,17	0,03	18,4

Полученные данные указывают, что азотом наиболее обогащена подстилка, его несколько меньше в напочвенном покрове и совсем мало в минеральном горизонте. Примерно та же зависимость наблюдается и в распределении гидролизуемого азота. Процентное содержание его по отношению к валовому постепенно уменьшается от напочвенного покрова к минеральному горизонту. Несколько по-иному распределяются фосфор и калий. Количество этих элементов постепенно снижается от напочвенного покрова к минеральному горизонту. Процентное содержание подвижного фосфора по отношению к валовому достигает 23% в напочвенном покрове и резко сокращается до 8% в подстилке.

Изменение количества подвижного калия в процентах валового подчиняется другой закономерности — больше его в подстилке, а наименьшее содержание соответствует растительности. По абсолютным величинам калия в напочвенном покрове в три раза больше, чем фосфора, в подстилке и минеральном горизонте — в два. А. И. Троицкий (1949), сравнивая данные выноса элементов из растительных остатков с дан-

ными рядов биологического поглощения, в которых элементы разделены по интенсивности поглощения и выноса, приходит к заключению, что для элементов первой категории в одинаковой мере характерно как энергичное поглощение, так и энергичное вымывание. Соответственно вторая категория элементов остается инертной в обоих рядах — и поглощения, и вымывания. Эта же закономерность наблюдается и в наших исследованиях.

Далее А. И. Троицкий указывает, что существенным различием в поведении элементов инертной группы рядов поглощения и вымывания оказывается и положение в них алюминия и кремния: если алюминий поглощается растениями энергичнее кремния, то при вымывании наоборот: кремний показывает большую подвижность. Сказанное подтверждается и нашими данными. Ряд поглощения для хвои кедровника багульникового имеет следующий вид:

$$\frac{Al}{0,6} \quad \frac{Fe}{0,4} \quad \frac{Si}{0,1},$$

при минерализации хвои кремний встает на первое место:

$$\frac{Si}{2,2} \quad \frac{Fe}{1,7} \quad \frac{Al}{1,5}.$$

В заключение отметим следующее.

Хвоя кедра, поступающая в подстилку, богата кальцием, магнием, фосфором и мало содержит кремния, железа, алюминия; зеленый мох обогащен кремнием и кальцием; брусника и багульник— кальцием и магнием. В процессе минерализации хвоя и опад напочвенного покрова теряют фосфор, магний, кальций и накапливают кремний, алюминий и железо.

Из двух рассмотренных типов леса минерализация подстилки идет быстрее в кедровнике зеленомошно-ягодниковом по сравнению с кедровником багульниковым.

ЛИТЕРАТУРА

Градобоев Н. Д. Химический состав хвои и лесных подстилок лиственного, соснового, пихтового и кедрового лесов.— Труды Томск. ун-та, 1957, т. 140.

Градусов Б. П. Влияние лесных подстилок на химические свойства почв в подзоне южной тайги.— Почвоведение, 1958, № 8.

Зонн С. В. Влияние леса на почвы. М., Изд-во АН СССР, 1954.

Калужская В. М. Руководство по зольному анализу растений. М., Изд-во АН СССР, 1959.

Левина В. И. Определение массы ежегодного опада в двух типах соснового леса на Кольском полуострове.— Бот. ж., 1960, № 3.

Ремезов Н. Н. Разложение лесной подстилки и круговорот элементов в дубовом лесу.— Почвоведение, 1961, № 7.

Рожнова Т. А. Об особенностях почвообразования в различных ландшафтах Карельского перешейка.— Уч. зап. Латв. гос. ун-та, Географические науки, 1960, т. 37, вып. 4, № 11.

Рожнова Т. А., Счастная Л. С. Изучение взаимосвязи растительности и почв в условиях Карельского перешейка.— Почвоведение, 1959, № 1.

Руднева Е. Н., Тонконогов В. Д., Дорихова К. Я. Круговорот зольных элементов и азота в ельниках-зеленомошниках Северной тайги бассейна р. Мязень.— Почвоведение, 1966, № 3.

Степанов Н. Н. Процесс минерализации опадающей листвы и хвои деревьев и кустарников.— Почвоведение, 1940, № 9.

Татаринов С. Ф. Об аккумуляции зольных элементов в лесных подстилках.— Почвоведение, 1949, № 7.

Троицкий А. И. Обмен минеральных элементов между почвой и растительностью.— Проблемы советского почвоведения, 1949, № 15.

Шумаков В. С. Принципы классификации, номенклатуры и картирования лесных подстилок.— Сборник работ по лесному хозяйству, 1958, вып. 35.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 76 ТРУДЫ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ 1970

В. П. ФИРСОВА, Г. А. КУЛАЙ, Г. С. ХРЕНОВА

СВОЙСТВА, СОСТАВ МИКРОФЛОРЫ И ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ СЕВЕРОТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

В настоящей статье сообщаются результаты почвенных и микробиологических исследований, проведенных совместно с лабораторией лесоведения Уральского филиала АН СССР и Третьей Новосибирской аэролесоустроительной экспедицией в 1964—1965 гг. на территории Тюменской области. Район обследования охватывает лесные массивы возвышенности Люлин-Вор и массивы расположенных к юго-западу от нее Северо-Сосьвинских увалов (междуречье Волья — Северная Ялбынья). Эта территория расположена в области распространения многолетней мерзлоты с отрицательными среднегодовыми температурами воздуха (около —3,5°, —4° С) и годовой суммой осадков около 440 *мм*.

Рельеф северо-западной части Сибирской низменности характеризуется закономерным расположением «депрессий» и «материков», которые образуют как бы полосы понижений и возвышенностей, повторяющих в общих чертах простирание Уральских гор. Такое расположение возвышенностей и понижений связано с расположением мезо-кайнозойских структур, скрытых под толщей рыхлых четвертичных отложений (Куницын, 1966). У подножия восточного склона Урала протягивается ряд возвышенностей: Средне-Сосьвинские, Верхне-Вольинские и Верхне-Ляпинские увалы. Далее к востоку между полосой понижений и долиной р. Оби располагается еще ряд крупных увалистых возвышенностей: Люлин Вор, Софьины горы, Черная гора, Мужинский Урал и др.

Возвышенность Люлин Вор представляет собой крупный увал с абсолютными высотами около 250 *м* в северо-восточной части и постепенно снижающийся к югу. Для этой возвышенности характерно сложное сочетание поверхностных отложений, которое в значительной степени определяет состав и свойства формирующихся почв. Здесь встречаются как сравнительно однородные в пределах 1,5—2-метровой толщи отложения, так и двухчленные и слоистые отложения. Верхняя их часть чаще всего представлена супесями или легкими суглинками.

Лесорастительные условия и почвы возвышенности Люлин Вор описаны в наших предыдущих работах (Смолоногов, Фирсова, 1966; Фирсова, 1967), поэтому при характеристике почв в этой статье больше внимания будет уделено свойствам лестных почв междуречья рек Волья — Северная Ялбынья.

Почвы на возвышенности Люлин Вор представлены в основном глеево-подзолистыми и торфяно-болотными, характерной особенностью

которых является высокая кислотность (величина pH солевой суспензии колеблется от 3,2 до 4,2), незначительное содержание обменных оснований, распределение которых по профилю (рис. 1) строго сопряжено с содержанием ила. Обменная кислотность обусловлена преимущественно алюминием, и в верхней толще минеральных горизонтов ее величина выше, чем содержание поглощенных оснований. Вниз по профилю обменная кислотность в легких по механическому составу почвах уменьша-

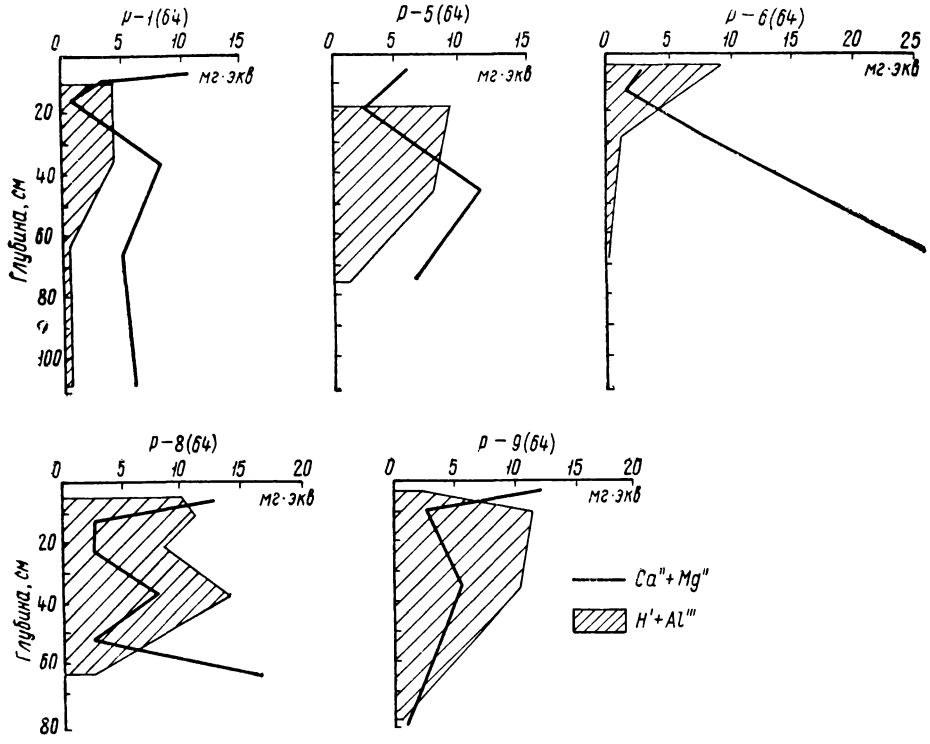

Рис. 1. Содержание поглощенных оснований и обменной кислотности в почвах возвышенности Люлин Вор.

ется, и величина ее становится ниже, чем количество поглощенных оснований. В тяжелых почвах уменьшение кислотности с глубиной идет более постепенно и достигает бо́льших величин, чем в супесчаных почвах. Рассматриваемые почвы отличаются также очень высоким (200—100 *мг* на 100 *г* почвы) содержанием подвижных форм железа в слое почвы под подстилкой и незначительным количеством подвижного калия и особенно фосфора (табл. 1).

Свойства почв и состав микрофлоры рассмотрим на примере нескольких разрезов, сформированных под разными типами лесной растительности и на различающихся по характеру поверхностных отложениях.

Разрез 1 (64) характеризует почву из-под кедровника зеленомошникового на сравнительно однородном супесчаном наносе. Профиль этой почвы дифференцируется по подзолистому типу. Под подстилкой отчетливо выделяется белесый горизонт мощностью 5 *см*.

Два следующих разреза характеризуют почвы, где супесчаная толща сменяется с глубиной глинистыми или тяжелосуглинистыми отложениями.

Химический состав почв возвышенности Люлин Вор Таблица 1

№ разреза	Глубина, *см*	Горизонт	pH солевой	Потери при прокаливании, %	Гумус, %	Азот, %	C/N	Поглощенные Ca″+Mg″, *мг·экв* на 100 *г* почвы	Обменные H+ +Al *мг·экв* на 100 *г* почвы	Подвижные формы, *мг* на 100 *г* почвы		
										K_2O	P_2O_5	Fe_2O_3
1 (64)	0—3	A_0'	4,0	87	Не опр.							
	3—7	A_0''	3,2	77	35,0	0,98	20,7	11,9	Не опр.	—	7,5	—
	7—12	A_{2g}	3,6	—	1,6	0,06	15,8	3,2	6,3	6,3	5,5	200
5 (64)	0—5	A_0'	3,8	80	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	—	—	—
	5—10	A_0''	3,8	53	Не опр.	Не опр.	—	5,3	—	—	14,1	—
	15—20	A_{2g}	4,0	—	0,8	»	—	2,4	9,7	6,0	6,7	125
6 (64)	0—4	A_0	3,6	81	Не опр.							
	4—10	A_0A_1	3,4	11	7,5	—	—	3,0	9,3	15,0	3,8	50
	10—15	A_{2g}	3,6	—	1,0	—	—	1,3	6,3	6,0	0,5	125
8 (64)	0—3	A_0	4,2	74	Не опр.							
	3—8	A_0A_1	3,3	14	5,7	0,17	19,4	13,0	10,2	—	15,0	—
	10—15	A_{2g}	3,5	—	1,7	0,11	9,3	2,6	11,4	19,0	2,3	100
9 (64)	0—3	A_0'	4,2	82	Не опр.							
	4—6	A_0''	3,4	62	29,8	0,73	23,6	14,7	1,7	—	15,5	—
	6—13	A_{2g}	3,4	—	2,0	0,17	6,9	5,2	12,6	10,5	0,2	100
4 (64)	0—12	A_m'	3,6	87	Не опр.							
	12—20	$A_т'$	3,2	79								
	25—35	B_g	3,8	—	7,5	—	—	0,8	6,7	9,0	10,8	100

Качественный состав гумуса глеево-подзолистых почв (аналитик М. И. Дергачева) Таблица 2

№ разреза	Горизонт	Углерод общий по Тюрину, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Σ растворимого вещества	ГК/ФК	Подвижные основания			
			I	II	III	Σ	Ia	I	II	III	Σ			CaO	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3
1 (64)	A_0''	20,05*	22,7	0,0	16,5	39,2	3,7	18,9	0,1	15,8	38,5	77,7	1,02	1,44	0,48	0,24	0,24
	A_{2g}	0,95	5,3	0,0	3,2	8,5	15,8	14,6	16,9	23,1	70,4	78,9	0,12	0,18	1,00	0,40	0,60
	A_2B_g	0,33	3,1	0,0	0,0	3,1	21,2	18,1	3,0	27,3	69,6	72,7	0,07	0,21	1,04	0,44	0,60
	B	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	42,8	14,3	0,0	14,3	71,4	71,4	0,00	0,24	0,94	0,28	0,66
8 (64)	A_0	32,20*	18,6	0,0	9,1	27,7	3,5	7,9	4,2	8,8	24,4	52,1	1,12	2,42	0,36	0,00	0,36
	A_0A_1	9,23	5,1	0,0	6,7	11,8	2,3	8,0	2,3	3,6	16,2	28,0	0,73	0,42	0,78	0,21	0,57
	A_{2g}	1,00	6,0	0,0	5,0	11,0	15,0	24,0	6,0	21,0	66,0	77,0	0,17	0,24	1,16	0,61	0,55
	A_2B_g	0,39	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	23,1	2,5	23,1	74,3	74,3	0,00	0,44	0,92	0,54	0,38
	B	0,40	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	7,5	2,5	5,0	15,0	15,0	0,00	0,14	0,75	0,23	0,52

Разрез 5 (64) заложен под пологом лиственничника зеленомошникового с еловым ярусом. Эта почва отличается от предыдущей несколько большей мощностью подстилки и иной степенью выраженности оподзоленного горизонта. Здесь он, при той же мощности, имеет более неоднородную окраску — с белесыми, сизыми и ржавыми пятнами.

Разрез 6 (64) заложен под сосняком багульниково-брусничным. В профиле этой почвы под слоем очень слабо разложившейся подстилки выделяется горизонт A_0A_1.

Разрез 8 (64) характеризует почву сосняка зеленомошно-ягодникового. Здесь верхняя часть профиля (до 50 *см*) представлена средним суглинком, ниже (на глубине 50—60 *см*) залегает супесчаный слой, который подстилает глина. Эту почву также отличает наличие в ее профиле горизонта A_0A_1, а также слабее выраженная оподзоленность.

Разве 9 (64) заложен под пологом ельника зеленомошно-мелкотравного. Здесь среднесуглинистая толща с глубины 75 *см* подстилается супесью. В профиле этой почвы под слабо разложившейся подстилкой залегает сизовато-серый горизонт A_{2g} мощностью 7 *см*. Нижележащая толща слабо дифференцируется на горизонты.

Почвы перечисленных разрезов представлены глеево-подзолистыми. Однако они отличаются по некоторым морфологическим и химическим показателям. Морфологическое отличие выражается прежде всего в характере подстилок и в степени выраженности оподзоленного горизонта. В большинстве рассматриваемых разрезов на поверхности почв накапливаются слаборазложившиеся подстилки (величина потери от прокаливания около 80%), мощность которых не превышает 10 *см*. Под пологом сосновых лесов, в отличие от еловых и кедровых, под слоем слаборазложившейся подстилки выделяется горизонт A_0A_1, характеризующийся более глубоким разложением органического вещества. В этом горизонте наблюдается резкое уменьшение величины потери от прокаливания (10—14%) и отношения C : N. Все это влечет за собой и некоторые изменения в составе гумуса. В частности, в почве под сосняком зеленомошно-ягодниковым — разрез 8 (64), больше, чем под кедровником зеленомошно-ягодниковым — разрез 1 (64), относительное содержание гуминовых кислот, а следовательно, и величина отношения ГК : ФК по профилю (табл. 2). В остальном состав гумуса этих почв чрезвычайно сходен. Прежде всего обращает внимание очень низкое содержание в этих почвах гуминовых кислот. Они концентрируются только в подстилках, а в минеральных горизонтах количество их резко уменьшается. Гуминовые кислоты, особенно в пределах минеральной толщи, почти нацело состоят из бурых (ульминовых), наиболее подвижных кислот (фракция I). Фракция гуминовых кислот, связанная с кальцием, в этих почвах не обнаружена. Фракция III гуминовых кислот, наиболее прочно связанная с полуторными окислами, содержится в основном в подстилках или не глубже 10—15-сантиметровой почвенной толщи.

Господствующими в составе гумуса этих почв являются фульвокислоты, представленные здесь преимущественно Ia и I фракциями. В подстилках содержание агрессивной функции фульвокислот (фракция Ia) незначительное, а вниз по профилю ее количество возрастает, особенно в легкой по механическому составу почве. Фульвокислоты, связанные с кальцием (II фракция), содержатся в этих почвах в небольшом количестве. Подобно гуминовым кислотам, фульвокислоты связаны здесь с полуторными окислами, последние преобладают в составе подвижных оснований. Подвижный кальций в бо́льшем количестве, чем подвижные железо и алюминий, содержится лишь в подстилках.

Таким образом, по степени разложения органического вещества и по

его составу наиболее благоприятные условия складываются в почве разреза 8 (64). Этому разрезу соответствует меньшая величина кислотности подстилки и более высокое содержание фосфора и поглощенных оснований. По этим показателям к ней чрезвычайно близка почва из-под ельника зеленомошно-мелкотравного, разрез 9 (64).

Разрезы 5 (64) и 6 (64) объединяет сходный состав и свойства наносов. Тем не менее почва под лиственничником зеленомошниковым разреза 5 (64) отличается более высоким плодородием, чем под пологом сосняка багульниково-брусничного — разрез 6 (64). А именно, в почве первого разреза наблюдается более высокое накопление фосфора, поглощенных оснований, меньшая кислотность. В то же время энергия разложения органического вещества здесь ниже. Объясняется это тем, что под пологом сосняка багульниково-брусничного, в связи с меньшей степенью покрытия поверхности почвы растительностью, улучшается аэрация и идет более полное разложение органического вещества. Однако в связи с бедностью зольными элементами опада сосны, брусники и багульника накопление питательных веществ здесь выражено слабее, чем при разложении зеленомошного напочвенного покрова и лиственничного опада.

Почвы, сформированные на супесчаных однородных отложениях, занимают более низкие местоположения по рельефу и получают дополнительное увлажнение за счет стока влаги с повышенных элементов рельефа. Поэтому, несмотря на легкий механический состав почвы, здесь не создаются условия для глубокого распада органического вещества, и подстилка характеризуется наибольшей, по сравнению с другими почвами, величиной потери от прокаливания. Этой почве соответствует низкое содержание фосфора, очень высокая кислотность подстилки, особенно ее нижней части, наибольшее количество подвижного железа. Высокое содержание поглощенных кальция и магния обеспечивается при разложении зеленых мхов.

Разрез 4 (64) заложен под пологом сосняка кассандрово-сфагнового и характеризует почву гидроморфного ряда. В профиле этой почвы выделяется торфяной слой мощностью 20 *см*, ниже которого залегает оглеенный мокрый песок. Торфяно-болотные почвы характеризуются наибольшей кислотностью из всех рассматриваемых почв, им соответствует и наименьшее содержание поглощенных оснований, т. е. здесь складываются самые неблагоприятные лесорастительные условия.

По совокупности признаков наиболее плодородными являются почвы, сформированные на суглинистых отложениях разрезов 8 (64), 9 (64). На легких по механическому составу почвах лесорастительные свойства ухудшаются.

Изучение состава микрофлоры и ферментативной активности почв возвышенности Люлин Вор и Сосьвинских увалов проводилось в разные годы и сроки. Образцы почв брали на возвышенности Люлин Вор в июле 1964 г. — очень теплый и сухой период, а на Сосьвинских увалах — в период сильных дождей и сравнительно более низких температур второй половины августа 1965 г. По этой причине сравнивать состав микрофлоры и ферментативную активность почв этих двух районов исследования не представляется возможным. Поэтому мы ограничимся сопоставлением активности микробиологических процессов по профилям почв под разными типами лесов в пределах каждого из этих районов.

Учет физиологических групп микроорганизмов [1] показал (табл. 3),

---

[1] Методика микробиологических исследований изложена в статье Г. А. Кулай, публикуемой в настоящем сборнике.

Таблица 3

Содержание некоторых физиологических групп микроорганизмов, *тыс/г* абсолютно сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Аммонификаторы	Денитрификаторы	Анаэробный фиксатор азота
8 (64)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	3—8	A_0A_1	90	375	195
		10—15	A_{2g}	0	82	82
		20—25	A_2B_g	74	74	0
		35—45	B_1	85	85	0
		60—70	C	41	115	0
9 (64)	Ельник зеленомошно-мелкотравный	4—6	A_0''	4545	20	209
		6—13	A_{2g}	3	377	90
		30—40	B	7	0	0
5 (64)	Лиственничник зеленомошниковый	5—10	A_0''	127	5330	533
		15—20	A_{2g}	0	0	0
6 (64)	Сосняк багульниково-брусничный	4—10	A_0A_1	2076	207	0
		10—15	A_{2g}	0,7	75	0
		25—30	A_2B_g	31	88	0
		60—70	BC	39	110	0
1 (64)	Кедровник зеленомошно-ягодниковый	3—7	A_0''	0	369	87
		7—12	A_{2g}	432	103	0
		12—20	B_1	99	8	0
		60—70	B_2	7	7	0
4 (64)	Сосняк кассандрово-сфагновый	12—20	A_1''	1366	569	136
		25—35	A_{2g}	75	0	0

что накопление аммиачных форм азота в результате деятельности аммонифицирующих бактерий в глеево-подзолистых почвах возвышенности Люлин Вор энергично протекает лишь в самых верхних горизонтах почв. Особенно большого развития получили аммонификаторы в ельнике зеленомошно-мелкотравном — разрез 9 (64) и сосняке багульниково-брусничном — разрез 6 (64). В почвах сосняка зеленомошно-ягодникового — разрез 8 (64) и кедровника зеленомошно-ягодникового, разрез 1 (64), развитие аммонифицирующих бактерий не достигает таких высоких показателей, как в почвах двух предыдущих разрезов. Однако аммонификаторы здесь более равномерно распределяются по профилю, что в конечном итоге активизирует накопление аммиачных форм азота в пределах всей исследованной толщи.

В торфяно-болотной почве под пологом сосняка кассандрово-сфагнового разреза 4 (64) деятельность аммонифицирующих бактерий сосредоточена главным образом в торфяном слое, мощность которого достигает 20 *см*. В нижележащем горизонте A_{2g} содержание аммонифицирующих бактерий резко падает.

Денитрификаторы в почвах этой территории встречаются повсеместно в значительных количествах, тогда как фиксация азота анаэробными бактериями протекает здесь очень слабо (см. табл. 3). Частичное накопление азота за счет атмосферного отмечено лишь в верхних горизонтах почв исследуемой территории. Развитие нитрифицирующих и целлюлозуразлагающих бактерий в глеево-подзолистых и торфяно-болотых почвах возвышенности Люлин Вор не происходит.

Проведенные исследования показывают, что наиболее высокой микробиологической активностью отличается почва сосняка зеленомошно-ягодникового — разрез 8 (64), табл. 4. В горизонте A_0A_1 количество

Таблица 4

Количество основных групп микроорганизмов в почвах возвышенности Люлин Вор, тыс. на 1 *г* абсолютно сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Общее количество микроорганизмов	Бактерии на МПА		Бактерии на КАА		Спорообразующие формы бактерий		Бактерии на Эшби-агаре		Грибы		Актиномицеты	
					количество	% к общему числу	количество	% к общему числу	количество	% к общему числу	количество	% к общему числу	количество	% к общему числу	количество	% к общему числу
8 (64)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	3—8	A_0A_1	1 119 035	1 115 540	99,7	1276	0,1	5	0	0	0	1554	0,1	0	0
		10—15	A_{2g}	47 638	45 020	94,5	2378	4,9	0	0	0	0	76	0,2	0	0
		20—25	A_2B_g	1894	932	49,2	808	42,6	0	0	0	0	6	0,3	0	0
		35—45	B	54 954	49 816	90,6	1168	2,1	0	0	3794	6,7	0	0,0	0	0
		60—70	C	12 176	412	3,4	387	0,0	0	0	11 221	92,1	0	0,0	0	0
9 (64)	Ельник зеленомошно-мелкотравный	4—6	A_0''	17 640	6765	38,3	839	4,7	0	0	1723	9,7	3251	17,0	52	0,3
		6—13	A_{2g}	60 061	23 755	39,5	34 917	57,1	0	0	754	1,2	165	0,2	0	0
		30—40	B	2805	1220	43,4	1441	51,3	0	0	128	4,5	7	0,2	0	0
5 (64)	Лиственничник зеленомошниковый	5—10	A_0'	39 346	27 338	69,4	3432	8,7	0	0	1151	2,9	1375	2,0	0	0
		15—20	A_{2g}	535	137	25,6	192	3,5	0	0	206	38,5	0	0,0	0	0
6 (64)	Сосняк багульниково-брусничный	4—10	A_0A_1	8683	2595	29,8	1505	17,3	0	0	2076	23,9	224	2,0	0	0
		10—15	A_{2g}	10 304	189	1,8	0	0,0	0	0	10 037	97,4	0	0,0	0	0
		25—30	A_2B_g	12 505	4447	35,6	2210	17,8	0	0	5715	43,2	0	0,0	0	0
		60—70	BC	12 564	554	4,4	451	3,5	0	0	11 410	90,8	0	0,0	0	0
1 (64)	Кедровник зеленомошниковый	3—7	A_0''	29 003	23 890	82,3	4437	15,2	14	0	103	0,3	103	0,3	0	0
		7—12	A_{2g}	5875	605	10,2	69	1,1	0	0	4584	78,0	77	1,3	0	0
		12—60	B	695	192	27,6	526	75,6	0	0	0	0	117	16,8	0	0
4 (64)	Сосняк кассандрово-сфагновый	12—20	$A_т$	22 778	18 100	79,4	1913	8,3	0	0	683	2,8	11	0,1	0	0
		25—35	A_{2g}	3115	2726	87,5	314	10,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0

бактерий, развивающихся за счет азота органических веществ (МПА), чрезвычайно велико — более 1 млрд., что составляет 99,7% всего микробного населения данного горизонта. Лишь в нижней части профиля в микробном ценозе появляются олигонитрофильные бактерии, составляющие в горизонте С 92,1%. Несмотря на то, что абсолютная численность бактерий, усваивающих минеральные формы азота, довольно значительная (1—2 млн.), относительное содержание их очень низкое. Исключением является горизонт A_2B_g (20—25 *см*), где бактерии на КАА составляют почти половину микробного населения. Спорообразующие формы бактерий выявлены только в горизонте A_0A_1, причем в незначительном количестве.

Распад клетчатки происходит исключительно в результате деятельности микроскопических грибов, содержание которых в микробном ценозе данного разреза колеблется от 0,3 до 0,1%.

В почве ельника зеленомошно-мелкотравного — разрез 9 (64) по сравнению с сосняком зеленомошно-ягодниковым наблюдается уменьшение общего числа микроорганизмов, но при этом заметно возрастает роль бактерий, участвующих в более глубоких стадиях минерализации органического вещества. Разложение растительных остатков в почвах под пологом ельника зеленомошно-мелкотравного активизируется, во-первых, интенсивным развитием микроскопических грибов и, во-вторых, в горизонте A_0'' на глубине 4—6 *см* в распаде клетчатки принимают участие актиномицеты. Группа бактерий, развивающаяся за счет азота органических соединений, составляет около 40% микробного населения этого профиля. Содержание олигонитрофильных бактерий по отношению к общей численности микроорганизмов невелико (не превышает 10%).

В почвах, занятых лиственничниками зеленомошниковыми — разрез 5 (64), микробиологическая активность сосредоточена главным образом в слабо разложившейся подстилке. В нижележащем горизонте A_{2g} происходит резкое снижение всех групп микроорганизмов.

Почвы сосняка багульниково-брусничного разреза 6 (64) характеризуются равномерным распределением общей численности бактерий по профилю. Содержание микрофлоры колеблется в пределах 8—12 млн. Однако снижение содержания гумуса, подвижных форм калия и фосфора, а также увеличение Fe_2O_3 неодинаково сказывается на численности отдельных групп микроорганизмов в этих почвах. С переходом в горизонт A_{2g} количество бактерий на МПА, КАА и микроскопических грибов резко падает, а развитие олигонитрофильной группы увеличивается почти в пять раз. Олигонитрофилы занимают доминирующее положение в микробном ценозе этого профиля. Абсолютная и относительная численность бактерий, усваивающих азот органических веществ, намного превышает содержание микроорганизмов, развивающихся за счет аммиачных форм азота.

Микробиологическая деятельность в почвах под пологом кедровника зеленомошникового характеризуется резкими изменениями численности микрофлоры по генетическим горизонтам. В микробном ценозе горизонта A_0 80% занимают бактерии на МПА. Здесь же выявлено развитие спорообразующих форм бактерий. В оподзоленном горизонте A_{2g} (7—12 *см*) микробное население состоит почти полностью из олигонитрофильной группы бактерий (78% к общему числу). Дальше вглубь по профилю в горизонте В увеличивается абсолютное и относительное содержание бактерий с минеральным типом питания, они составляют более 75% об общего количества микрофлоры. В микробном ценозе этого горизонта содержание микроскопических грибов составляет 17%.

Все эти показатели говорят о том, что в глеево-подзолистой почве под кедровыми лесами процессы минерализации органического вещества идут глубоко по всему почвенному профилю — разрез 1 (64).

Каких-либо резких различий в микробиологической активности почв гидроморфного ряда — разрез 4 (64), занятых сосняками кассандрово-сфагновыми, по сравнению с глеево-подзолистыми не установлено.

В торфяном слое количество бактерий на МПА достигает значительных показателей — 18 млн., что составляет почти 80%. На долю микрофлоры с минеральным типом питания и олигонитрофильной группы в этом горизонте приходится соответственно 8,3 и 2,8%. В нижележащем слое, представленном оглеенным мокрым песком, численность всех групп бактерий резко снижается, а такие представители, как микроскопические грибы и олигонитрофильные бактерии, исчезают вообще, и микробное население минеральной части профиля почти полностью состоит из бактерий с белковым типом питания. Крахмало-аммиачная группа составляет здесь всего 10% от общего числа микроорганизмов. Таким образом, несмотря на достаточно большое общее количество бактерий, процессы разложения органических веществ в торфяно-болотных почвах идут значительно слабее по сравнению с глеево-подзолистыми почвами, широко распространенными на территории возвышенности Люлин Вор.

Анализ микробиологических данных показывает, что наиболее энергично разложение растительных остатков в глеево-подзолистых почвах идет под пологом сосняка зеленомошно-мелкотравного. Менее активно процессы минерализации органических веществ происходят в торфяно-болотных почвах. Почвы территории Люлин Вор, к какому бы ряду они ни относились, к гидроморфному или автоморфному,— в микробиологическом отношении имеют много общего. Так, наиболее активно накопление аммиачного азота в результате деятельности аммонифицирующих бактерий происходит в самых верхних горизонтах, т. е. в слабо разложившейся подстилке и в торфяном слое. Для всех почв изученной территории характерны резкие скачкообразные колебания численности микроорганизмов при переходе от одного горизонта к другому. Ни в одной из изученных почв нитрификаторы и целлюлозуразлагающие бактерии не обнаружены, а спорообразующие формы бактерий были выявлены лишь в почвах, занятых сосняками зеленомошно-ягодниковыми — разрез 8 (64) и кедровниками зеленомошниковыми — разрез 1 (64). Актиномицеты обнаружены только в почвах ельника зеленомошно-мелкотравного — разрез 9 (64). Причем условия для развития бацилл и актиномицетов благоприятно складываются лишь в самых верхних слоях почвы, в полуразложившейся подстилке. Таким образом, микробный спектр почв возвышенности Люлин Вор в основном представлен всего тремя группами бактерий: микроорганизмами, растущими на МПА, олигонитрофилами и микрофлорой с минеральным типом азотного питания. Процентное содержание микроскопических грибов, как правило, составляет меньше 1% всего микробного населения изученных почв. Лишь в почвах ельника зеленомошно-мелкотравного и кедровника зеленомошникового содержание их достигает 17% от валовой численности микроорганизмов.

Итак, наиболее активно микробиологические процессы протекают в глеево-подзолистых суглинистых почвах по сравнению с песчаными. Различие между ними состоит еще и в том, что в первых происходит более плавное уменьшение количества микроорганизмов с глубиной, тогда как в песчаных почвах наблюдается резко выраженное изменение численности микроорганизмов по горизонтам. Таким образом, результаты микробиологических исследований, в согласии с данными морфоло-

Таблица 5

Ферментативная активность почв возвышенности Люлин Вор

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Гидролитические ферменты: инвертаза, *мг* глюкозы на 1 *г* почвы	протеаза, *мг* аминного азота на 10 *г* почвы	фосфатаза, *мг* освобожденного фенолфталеина на 10 *г* почвы	уреза, *мг* NH_4	Окислительные ферменты: каталаза, *см*³ O_2. За 5 минут в 10 *см*³ почвы	пироксидаза (*мг* пурпургаллина на 1 *г* почвы)	полифенолоксидаза (*мг* пурпургаллина на 1 *г* почвы)	Общее количество микроорганизмов, тыс. на 1 *г* почвы
8 (64)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	3—8	A_0A_1	46,6	0,45	1,9	0,10	17,4	4,7	0,78	1 119 035
		10—15	A_{2g}	9,4	0,90	0,3	0,03	18,2	1,9	1,50	47 638
		20—25	A_2B_g	10,1	0,00	0,2	0,03	8,6	0,8	0,55	1894
		35—45	B	11,1	0,00	0,3	0,02	8,8	1,3	1,50	54 954
		60—70	C	6,2	0,00	0,1	0,00	9,0	2,8	0,00	12 176
9 (64)	Ельник зеленомошно-мелкотравный	4—6	A_0''	127,3	10,50	4,3	0,22	21,4	2,2	0,75	17 640
		6—13	A_{2g}	23,3	0,30	0,6	0,03	18,4	3,8	0,15	60 061
		30—40	B	7,8	0,00	0,2	0,02	6,8	5,1	1,20	2805
5 (64)	Лиственничник зеленомошниковый	5—10	A_0''	132,8	12,25	3,4	Не опр.	13,8	2,6	0,80	39 346
		15—20	A_2	11,1	0,00	0,2	0,03	10,4	2,1	1,00	535
6 (64)	Сосняк багульниково-брусничный	4—10	A_0A_1	61,2	2,05	2,0	0,05	37,6	2,8	0,35	8683
		10—15	A_{2g}	7,8	0,00	0,4	0,03	9,0	5,0	1,25	10 304
		25—35	A_2B_g	2,3	0,00	0,1	0,00	4,4	0,2	0,78	12 505
		60—70	BC	1,7	0,00	0,2	0,03	9,2	0,8	0,15	12 564
1 (64)	Кедровник зеленомошниковый	3—7	A_0''	43,7	1,90	0,8	Не опр.	13,6	Не опр.		29 003
		7—12	A_{2g}	21,6	1,60	0,2	0,03	17,4	2,9	1,21	5875
		12—60	B	2,7	0,00	0,2	0,03	25,6	1,1	1,10	695
4 (64)	Сосняк кассандрово-сфагновый	12—20	A_T	36,9	10,50	2,0	0,16	21,8	1,5	0,58	22 778
		25—35	A_{2g}	4,0	1,50	2,0	0,03	4,2	3,5	0,40	3115

гического строения и физико-химических свойств почв, подтверждают более ясно выраженную дифференциацию профиля песчаных почв.

Анализируя полученные данные по ферментативной активности изучаемых почв (табл. 5), следует отметить, что содержание гидролитических ферментов обычно постепенно убывает с глубиной. Активность окислительных ферментов по-разному распределяется по профилям суглинистых и песчаных почв. В частности, активность каталазы в тяжелых по механическому составу почвах постепенно уменьшается с глубиной, на легких — наблюдается резкое ее уменьшение в глеевато-подзолистом горизонте и затем идет новое значительное увеличение в горизонте В или ВС. Содержание пероксидазы и полифенолоксидазы подчиняется противоположной закономерности распределения по профилю. В целом суглинистые почвы разрезов 8(64), 9(64), 5(64) характеризуются более высоким содержанием гидролитических, а супесчаные разрезы 1(64), 6(64) — окислительных ферментов. Однако в пределах этих двух групп почв активность ферментов существенно изменяется, особенно в подстилках. Например, подстилки под пологом лиственничника зеленомошникового и ельника зеленомошно-мелкотравного биологически более активны, чем подстилка сосняка зеленомошно-ягодникового. Торфяно-болотная почва отличается наименьшим содержанием инвертазы, при значительном количестве протеазы и фосфатазы. В этих почвах обнаружено и самое низкое содержание окислительных ферментов, особенно в пределах минеральных горизонтов. В торфяном слое высока активность каталазы. Установить отчетливо выраженную корреляцию между количеством микроорганизмов и ферментативной активностью почвы не удалось. Эта взаимосвязь сложна и еще недостаточно выяснена. Так, по содержанию микроорганизмов на первом месте стоит разрез 8(64), по ферментативной же активности он в большинстве случаев на одном из последних мест. Чтобы объяснить это явление, безусловно нужны более глубокие исследования. Можно лишь высказать предположение, что в почвах, где ферментативная активность обусловлена главным образом микробиологической деятельностью, мы можем обнаружить корреляцию между количеством микроорганизмов и ферментов. Как правило, ферментативная активность есть результат деятельности всего живого населения почвы, которую мы в своих исследованиях не учитываем.

Нашим обследованием охвачена также территория Сосьвинских увалов, где широкое распространение имеют кедровые леса. Они не образуют здесь чистых древостоев и встречаются в смеси с елью, сосной, пихтой и реже с березой. Наибольшее участие из названных древесных пород принимает ель (до 5—6 ед.), пихта составляет 1—2 ед. В напочвенном покрове незаболоченных участков преобладают зеленые мхи, брусника, черника, багульник. По мере увеличения заболачивания местности появляются в напочвенном покрове хвощ, кукушкин лен, сфагнум.

Рассмотрим морфологическое строение профиля нескольких разрезов, характеризующих почвы исследованной территории. Разрез 22(65) заложен под пологом кедровника зеленомошно-ягодникового с составом древостоя 7К, 2Е, 1С, возраст около 300 лет.

A'_0 0—3 *см.*	Живой напочвенный покров.
A_0'' 3—11 *см.*	Слаборазложившаяся подстилка, густо переплетена корнями растений.
A_2B 11—20 *см.*	Буровато-коричневый комковатый легкий суглинок, нижняя граница горизонта неровная, затечная, встречаются угольки.
B_1 20—40 *см.*	Желтовато-бурый со слабым охристым оттенком

комковатый влажный средний суглинок, переход постепенный.

BC_1 40—70 *см.* Желтовато бурый тяжелый суглинок, с обильным включением гальки и валунов, переход ясный.

BC_2 70—100 *см.* Охристо-желтый песок с небольшим количеством гравия.

Разрез 21(65) имеет строение, сходное с описанным выше разрезом и отличается от него составом древостоя (5С2К2Е1Б).

Разрез 24(65) заложен под пологом кедровника багульниково-бруснично-мохового, где в составе древостоя почти поровну представлены кедр и ель, единично встречается пихта, сосна, береза.

A_0' 0—2 *см.* Живой напочвенный покров.

A_0'' 2—7 *см.* Слаборазложившаяся подстилка.

A_2 7—14 *см.* Сизовато-белесый влажный легкий суглинок.

B_1 14—40 *см.* Бурый тяжелый суглинок, мокрый, вязкий.

BC 40—70 *см.* Светло-бурый с охристым оттенком тяжелый суглинок с единичными мелкими валунами.

Разрезы 25(65) и 26(65) характеризуют почвы более влажных местоположений под кедровниками мшистыми. Состав леса здесь 8К, 2Е, ед П,Б. В напочвенном покрове преобладают зеленые мхи, черника, брусника, плаун, хвощ, багульник, пятнами встречается кукушкин лен, княженика. Почвы этих разрезов имеют сходное морфологическое строение, которое рассмотрим на примере разреза 26 (65).

A_0' 0—3 *см.* Неразложившаяся подстилка.

A_0'' 3—9 *см.* Бурая, густо пронизанная корнями растений, слабо разложившаяся подстилка.

A_2 9—15 *см.* Буровато-серый с темными затеками мелкопористый влажный легкий суглинок.

B_1 15—50 *см.* Бурый тонкопылеватый средний суглинок.

B_2 50—100 *см.* Бурый с сизоватым оттенком и с ржавыми пятнами мелкоореховатый тяжелый суглинок, встречается галька.

BC 100—110 *см.* Желтовато-бурый опесчаненный тяжелый суглинок, вязкий, мокрый, бесструктурный.

Два следующих разреза — 27 (65) и 29 (65) — характеризуются дальнейшим увеличением влажности.

Разрез 27(65) заложен под пологом кедровника ольховникового.

A_0' 0—4 *см.* Живой напочвенный покров.

A_0'' 4—8 *см.* Бурая слаборазложившаяся подстилка, густо пронизана корнями растений.

A_2B 8—30 *см.* Светло-бурый влажный рыхлый легкий суглинок, переход постепенный.

B_1 30—45 *см.* Бурый средний суглинок, влажный, переход постепенный.

B_2 45—70 *см.* Желтовато-бурый тяжелый суглинок с неясновыраженной ореховатой структурой, переход ясный.

BC 70—105 *см.* Желтовато-бурый суглинок с прослойками супеси, встречаются валуны.

Разрез 29(65) заложен в кедровнике черничниковом. Напочвенный покров составляют зеленый мох, черника, багульник, брусника, хвощ, кукушкин лен.

A_0' 0—4 *см.* Живой напочвенный покров.

A_0'' 4—10 *см.* Бурая слаборазложившаяся подстилка.

A_2 10—18 *см.* Белесовато-серый с отдельными ржавыми пятнами рыхлый комковатый средний суглинок.

B_1 18—40 *см.*	Желтовато-бурый влажный средний суглинок с неясно выраженной структурой, переход ясный.
B_2 40—60 *см.*	Светло-бурая с сизоватым оттенком вязкая глина.
BC 60—100 *см.*	Светло-бурая с сизыми ржавыми пятнами уплотненная влажная глина.

Разрезы 23(65) и 28(65) характеризуют торфяно- и торфянисто-болотные почвы этой территории. Напочвенный покров на участке, прилегающем к разрезу 23(65), составляют сфагнум, кукушкин лен, мох Шребера, хвощ, багульник.

A_T' 0—12 *см.*	Неразложившийся мох.
A_T'' 12—30 *см.*	Слаборазложившийся торф.
B_g 30—40 *см.*	Сизовато-серый средний суглинок, мокрый, вязкий, верховодка устанавливается на глубине 25 *см.*

Разрез 28(65) заложен на заболоченном участке.

A_T' 0—3 *см.*	Неразложившийся моховой покров.
A_T'' 3—8 *см.*	Оторфованная слаборазложившаяся подстилка.
A_{2g} 8—15 *см.*	Белесовато-серый мокрый средний суглинок с черно-бурыми затеками.
B_g 15—35 *см.*	Буровато-желтый с ржавыми и сизыми пятнами тяжелый суглинок.
BC 45—50 *см.*	Темно-бурый тяжелый суглинок, мокрый, сочится вода, яма заплывает.

Возраст кедровых древостоев на всех участках, где заложены описываемые разрезы, около 300 лет. В зависимости от почвенных условий и увлажнения местности состояние их существенно отличается. Наименьшую высоту (около 8—9 *м*) имеют заболоченные кедрачи (разрезы 23 и 28). На более дренированных участках высота древостоев увеличивается до 18 *м* (разрез 29). На остальных участках она существенно не изменяется и составляет 20—21 *м*.

Отличаются по некоторым химическим показателям и почвы под разными типами кедровых лесов рассматриваемой территории. В частности, эти почвы при близких величинах pH в нижней части профиля отличаются по кислотности подстилок. Наибольшая ее величина (4,1—4,4) соответствует торфяным подстилкам болотных почв (табл. 6). Наименьшей кислотностью характеризуются подстилки кедровников мшистых 5,1—5,2). В остальных разрезах кислотность колеблется от 4,5 до 4,8. Кроме того, в подзолистых почвах, в отличие от болотных, верхняя часть подстилки менее кислая, чем нижняя. Кислотность в пределах торфяного слоя почти не меняется с глубиной. Это показывает, что под пологом незаболоченных лесов накапливаются богатые зольными веществами подстилки, в значительной части нейтрализующие образующиеся органические кислоты. Подстилки рассматриваемых кедровых лесов характеризуются также очень высоким биологическим накоплением кальция и магния (рис. 2), вероятно, в основном за счет богатств кедрового опада. Наибольшее накопление поглощенных оснований (около 50 *мг·экв* на 100 *г* почвы) наблюдается в подстилках тех разрезов, где наименьшая кислотность, разрезы 24(65), 25(65). В остальных разрезах содержание поглощенных оснований колеблется в подстилках от 30 до 40 *мг·экв.* В торфяно-болотных почвах их количество падает до 25—10 *мг·экв.* Дальнейшее распределение поглощенных оснований по профилю очень типично для подзолистых почв, т. е. наблюдается резкое уменьшение их количества в подзолистом горизонте, в отдельных случаях иллювиальное накопление в горизонте B, а чаще постепенное уменьшение к почвообразующей породе. По характеру распределения поглощенных оснований и, главным образом, по абсолютному содержанию их в оподзо-

Таблица 6

Химический состав почв Сосьвинских увалов

№ разреза	Горизонт	Глубина, *см*	pH солевой	Гумус по Тюрину, %	Азот общий, %	Подвижные формы, *мг* на 100 *г* почвы	
						P_2O_5 (по Кирсанову)	Fe_2O_3
21 (65)	A_0'	0—3	4,5	—	0,98	40,0	—
	A_0''	3—10	4,1	—	1,24	—	3,7
	A_2	10—16	4,0	3,03	0,39	—	40,0
	B_1	20—25	4,4	1,24	0,18	—	15,0
	B_1	30—35	4,4	0,46	0,13	—	15,0
	B_2	40—50	4,5	—	—	—	10,0
22 (65)	A_0'	0—3	4,8	—	0,98	25,0	—
	A_0''	3—11	4,7	—	0,60	20,0	5,0
	A_2B_1	11—20	4,5	2,62	0,09	—	45,0
	B_2	25—35	4,7	0,73	—	—	15,0
	BC_1	45—55	4,5	0,46	—	—	12,5
	BC_2	90—100	4,7	0,65	—	—	7,5
24 (65)	A_0'	0—2	5,1	—	1,27	20,0	—
	A_0''	2—7	4,6	—	1,31	22,0	10,0
	A_2	7—14	4,5	—	0,07	1,2	15,0
	B_1	20—30	4,5	0,85	0,06	—	20,0
	BC	45—55	4,6	0,48	—	—	12,5
25 (65)	A_0'	0—3	5,2	—	1,18	50,0	—
	A_0''	3—15	4,5	—	1,53	20,0	2,5
	A_2B_1	15—25	4,3	2,43	0,13	—	50,0
	B_1	30—35	4,5	0,89	—	—	15,0
	B_2	50—60	4,8	—	—	—	7,5
	B_2	70—80	4,5	—	—	—	10,0
26 (65)	A_0'	0—3	4,6	—	1,23	40,0	—
	A_0''	3—9	4,0	—	1,33	12,5	5,0
	A_2	9—15	4,1	3,79	0,20	—	25,0
	B_1	20—30	4,3	0,99	—	—	15,0
	B_1	40—50	4,4	0,48	—	—	15,0
	B_2	70—80	4,5	—	—	—	15,0
	BC	105—110	4,6	—	—	—	15,0
27 (65)	A_0'	0—4	4,6	—	1,18	—	—
	A_0''	4—8	4,5	—	1,56	14,0	—
	A_2B	8—15	4,1	4,66	0,47	—	25,0
	A_2B	20—30	4,7	1,18	0,14	—	40,0
	B_1	35—45	4,6	0,44	—	—	15,0
	B_2	50—60	4,6	—	—	—	12,5
	BC	90—1000	5,0	—	—	—	25,0
29 (65)	A_0'	0—4	4,6	Не опр.		50,0	—
	A_0''	4—10	4,3	—	—	20,0	3,7
	A_2	10—18	4,1	3,92	0,10	—	25,0
	B_1	25—35	4,8	0,66	0,03	—	15,0
	B_2	50—60	4,6	—	—	—	15,0
	BC	90—100	4,7	—	—	—	17,5
23 (65)	A_T'	0—12	4,4	—	0,84	25,0	5,0
	A_T''	12—20	4,4	—	1,01	12,5	80,0
	B_g	30—35	4,1	—	0,43	1,2	25,0
	B_g	35—40	4,5	2,22	0,07	—	25,0

№ разреза	Горизонт	Глубина, *см*	pH солевой	Гумус по Тюрину, %	Азот общий, %	Подвижные формы, *мг* на 100 *г* почвы	
						P_2O_5 (по Кирсанову)	Fe_2O_3
28 (65)	$A'_т$	0—3	4,1	—	0,48	15,0	—
	$A''_т$	3—8	4,0	—	1,09	12,5	5,0
	A_2B	8—15	4,1	2,69	0,15	—	25,0
	B_1	15—20	4,4	1,15	0,05	—	45,0
	B_1	30—35	4,5	0,52	—	—	30,0
	B_2	45—50	4,4	—	—	—	20,0

ленном горизонте наименее оподзоленными следует считать из всех рассматриваемых почв разрезы 24(65) и 27(65). Интересно при этом отметить, что только в этих разрезах содержание поглощенных оснований по профилю остается выше величины обменной кислотности. В верхней толще минеральных горизонтов других разрезов количество обменных водорода и алюминия (кислотность по Соколову) вдвое превышает содержание обменных кальция и магния (см. рис. 2).

Эти почвы характеризуются и сравнительно высоким содержанием гумуса — 2—4% в оподзоленном горизонте, и глубокой пропитанностью гумусом почвенного профиля, обусловленной высокой его подвижностью в этих условиях. Ясно выраженной закономерности в изменении содержания гумуса в почвах рассматриваемых разрезов не обнаружено. Накопление азота ясно выражено лишь в подстилках и резко уменьшается его количество с глубиной. В верхнем слое подстилок, по сравнению с нижним, вследствие более слабой минерализации содержание азота меньше. Наименьшее содержание азота соответствует торфяно-болотным почвам.

Количество подвижного фосфора в подстилках колеблется в значительных пределах. Наибольшее его содержание (40—50 *мг* на 100 *г* почв) обнаружено в разрезах 25(65), 29(65), 21(65), 26(65). В остальных разрезах содержание фосфора не превышает 15—20 *мг* на 100 *г* почвы.

Содержание подвижного железа в оподзоленных горизонтах составляет 40—50 *мг* и постепенно уменьшается с глубиной. Только в торфяно-болотной почве содержание железа в глеевом горизонте увеличивается до 80 *мг* на 100 *г* почвы.

Таким образом, почвы Сосьвинских увалов отличаются от почв возвышенности Люлин Вор меньшей кислотностью, более высоким содержанием поглощенных оснований, большим содержанием гумуса и меньшим количеством подвижного железа. Объясняется это, очевидно, более «южным» положением их, тогда как первые расположены в полосе типичной северной тайги и формируются в более суровых климатических условиях. Кроме того, Сосьвинские увалы, благодаря их положению у восточных предгорий Урала, испытывали влияние делювиальных смывов с Уральских гор, в значительной степени обогащающих почвы. Очевидно, по этой причине они по ряду физико-химических показателей близки к почвам кедровых лесов восточных предгорий Урала. Эти вопросы требуют дальнейшего углубленного исследования.

Изучение физиологической активности микроорганизмов (табл. 7),

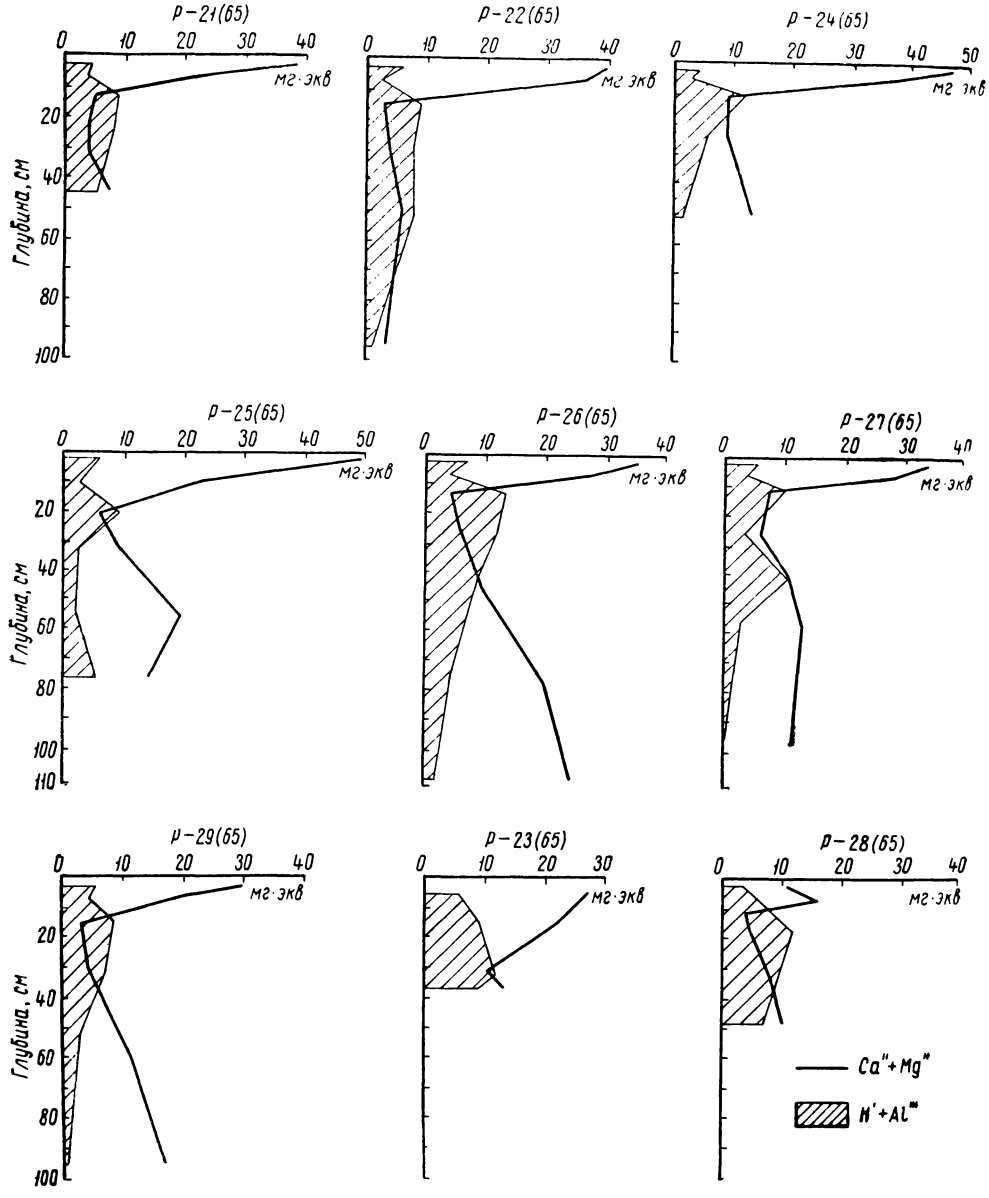

Рис. 2. Содержание поглощенных оснований и обменной кислотности по профилю почв кедровых лесов.

принимающих участие в превращении азотистых веществ в почве, указывает на очень слабую их деятельность, причем развитие этих групп бактерий сосредоточено, так же как и в почвах возвышенности Люлин Вор, в самых верхних горизонтах профилей. В минеральной толще почвы развитие изученных физиологических групп микроорганизмов, как правило, не происходит.

Наиболее активно процессы аммонификации протекают в почвах под пологом кедровника зеленомошно-ягодникового — разрез 22 (65) и

Таблица 7

Содержание некоторых физиологических групп микроорганизмов в почвах кедровых лесов, тыс. на 1 *г* абсолютно сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Аммонификаторы	Денитрификаторы	Азотофиксаторы
21(65)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	3—10	A_0''	0	2500	25
		10—16	A_2	0	0	0
		20—35	B_1	0	0	0
22(65)	Кедровник зеленомошно-ягодниковый	3—11	A_0''	600	2500	0
		11—20	A_2B_1	0	0	0
		25—35	B_2	0	0	0
		45—100	BC	0	0	0
24(65)	Кедровник багульниково-брусничный	2—7	A_0''	25	250	25
		7—14	A_2	0	25	0
		20—30	B_1	0	0	0
		45—55	BC	0	0	0
25(65)	Кедровник мшистый	3—15	A_0''	250	250	0
		15—25	A_2B_1	0	0	0
		30—80	B	0	0	0
26(65)	Кедровник мшистый	3—9	A_0''	0	25	0
		9—15	A_2	0	25	0
		20—80	B_1	0	8	0
27(65)	Кедровник ольховниковый	4—8	A_0''	25	25	100
		8—30	A_2B	1	0	Ед.
		35—60	B	0	0	0
		90—97	BC	0	0	0
29(65)	Кедровник черничниковый	4—10	A_0''	6	70	0
		10—18	A_2	0	0	0
		25—60	B	0	0	0
		90—100	BC	0	0	0
23(65)	Кедровник сфагновый	12—20	A_T''	0	0	25
		30—40	B_g	0	0	12
28(65)	Кедровник кустарниково-лишайниковый	3—8	A_T''	Ед.	70	2
		8—17	A_g	0	Ед.	—
		15—50	B_g	0	0	6

кедровника мшистого — разрез 25 (65). В других типах сосновых и кедровых насаждений содержание аммонифицирующих бактерий очень низкое или их присутствие нами вообще не обнаружено — разрезы 21(65), 26(65), 23(65), 29(65).

Процессы денитрификации в почвах Сосьвинских увалов идут довольно активно, причем истинная денитрификация приурочена к верхним горизонтам профилей, так как рост денитрификаторов, выделенных из этих почв на среде Гильтая, сопровождается бурным выделением газообразного азота.

Анаэробный фиксатор азота типа *Clostridium pasterianum* выявлен в незначительном количестве и практически не обогащает почвы кедровых лесов доступными формами азотного питания. Нитрификаторы и

целлюлозуразлагающие бактерии в почвах Сосьвинских увалов не накапливаются.

Валовое содержание микроорганизмов в почвах под разными типами кедровых лесов колеблется в незначительных пределах (табл. 8). Наиболее богато населены микрофлорой почвы сосняка мшисто-ягодникового — разрез 21 (65), и кедровника багульниково-брусничного — разрез 24 (65). Сочетание таких физико-химических показателей, как значительное содержание Ca и Mg в подстилках, снижение степени оподзоленности и относительно высокое значение pH, способствует повышению интенсивности микробиологических процессов в этих почвах.

В почвах Сосьвинских увалов, занятых кедровыми лесами, формирование микробных ценозов идет исключительно за счет бактерий, имеющих белковый тип питания. Микроорганизмы, растущие на КАА и принимающие участие в более поздних стадиях разложения органического вещества, а также олигонитрофильная группа, обогащающая в какой-то степени почвы доступными для питания формами азота, в данных почвенно-климатических условиях не получили активного развития. Процентное содержание их в микробных ценозах почв изученной территории в зависимости от типа кедровых насаждений и генетического горизонта в среднем колеблется в пределах до 20%. Еще более низкий процент приходится на долю спорообразующих форм бактерий. Развитие микроскопических грибов преимущественно приурочено к горизонту A_0''. Вглубь по профилю содержание их резко падает. Лишь в единственном случае — разрез 24 (65) — в горизонте A_0'' были обнаружены актиномицеты.

Благодаря большому запасу органических веществ в торфяно- и торфянисто-болотных почвах, разрезы 23(65), 28(65), развитие микрофлоры происходит на более значительную глубину. Но в этих почвах, как и в подзолистых, почти 90% приходится на группу бактерий, растущих на МПА. Развитие других компонентов микробного ценоза в этих почвах находится в подавленном состоянии.

Почвы Сосьвинских увалов характеризуются низкой ферментативной активностью (табл. 9). Высокое содержание ферментов обнаружено лишь в подстилках, а в минеральных горизонтах количество их резко падает. Наибольшей активностью инвертазы и протеазы отличаются подстилки кедровника мшистого — разрез 25(65), и кедровника багульниково-брусничного — разрез 24(65), т. е. те, которым соответствует наименьшая кислотность и более высокое содержание поглощенных оснований. Болотные почвы, особенно под кедровником сфагновым, разрез 23(65), характеризуются наименьшей активностью инвертазы, тогда как протеаза в них обнаружена довольно в большом количестве. Фосфатаза в отличие от двух других гидролитических ферментов сравнительно равномерно распределяется по профилю почв. Наибольшей активностью этого фермента отличаются разрезы 24(65), 27(65) и 25(65).

Активность окислительных ферментов в этих почвах незначительная. Из всех рассмотренных разрезов наибольшая активность пероксидазы и полифенолоксидазы определена в почве кедровников зеленомошно-ягодникового и багульниково-брусничного. Причем следует отметить, что эти ферменты в большем количестве определены не в подстилках, а в верхней части минеральных горизонтов. В болотных почвах деятельность окислительных ферментов практически отсутствует.

Следовательно, микробиологическая и ферментативная активность почв кедровых лесов Сосьвинских увалов довольно низкая. Процессы разложения растительных остатков с дальнейшей их минерализацией протекают очень медленно. Наряду с некоторым накоплением аммиач-

Таблица 8

Количество основных групп микроорганизмов в почвах Сосьвинских увалов, тыс. на 1 *г* абсолютно сухой почвы

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Общее количество микроорганизмов	Бактерии на МПА		Бактерии на КАА		Спорообразующие формы бактерий		Бактерии на Эшби-агаре		Грибы		Актиномицеты	
					колич.	% к общему числу	колич.	% к общему числу	колич.	% к общему числу	колич.	% к общему числу	колич.	% к общему числу	колич.	№ к общему числу
21(65)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	3—10	A_0''	8672	5100	59	0	0,0	50	0,6	905	2,4	92,5	1,1	0	0
		10—16	A_2	2761	2750	85,1	55	1,9	40	14,5	315	11,4	1,5	70,1	0	—
		20—25	B_1	1325	1300	99,1	0	—	20	0,8	5	—	0,5	—	0	—
		30—35	B_1	1050	1050	100,0	0	—	0	—	0	—	0,0	—	0	—
22(65)	Кедровник зеленомошно-ягодниковый	3—11	A_0''	4627	1350	29,2	0	—	110	2,4	55	1,2	12,0	0,3	0	—
		11—20	A_2B_1	1595	1500	94,1	0	—	85	5,3	10	0,6	0,0	—	0	—
		25—35	B_2	140	100	71,4	0	—	20	14,3	0	—	0,0	—	0	—
		45—55	BC_1	65	50	66,7	0	—	15	33,3	0	—	0,0	—	0	—
		90—100	BC_2	25	10	40,0	0	—	0	—	0	—	0,0	—	0	—
24(65)	Кедровник багульниково-брусничный	2—7	A_0''	7734	3350	16,5	1275	16,5	15	0,2	2490	31,3	129,0	1,7	175	2,3
		7—14	A_2	2146	2050	70,1	15	70,1	5	0,0	50	2,3	1,0	—	0	—
		20—30	B_1	2325	2300	—	0	—	20	—	5	0,2	0,5	—	0	—
		45—55	BC	0	0	—	0	—	0	—	10	0,4	0,0	—	0	—
26(65)	Кедровник мшистый	3—15	A_0''	2070	1500	72,5	0	—	0	—	0	—	45,0	2,2	0	—
		15—25	$A_2Б$	973	900	92,5	55	5,7	10	10,3	5	0,5	3,0	0,3	0	—
		30—35	B_1	240	200	73,0	20	14,6	15	87,6	5	36,0	0,5	—	0	—
		50—60	B_2	146	100	68,0	15	10,0	20	15,0	10	7,5	1,0	—	0	—
		70—80	B_2	25	0	—	25	100,0	0	—	0	—	0,0	—	0	—
26(65)	Кедровник мшистый	3—9	A_0''	5953	4450	74,8	1400	23,5	20	0,3	0	—	77,5	1,3	0	—
		9—15	A_2	2233	1820	81,5	350	15,7	5	0,2	20	0,9	7,0	0,3	0	—
		20—30	B_1	426	300	64,9	100	29,6	15	5,2	0	—	1,0	—	0	—
		40—50	B_1	118	55	46,0	50	42,0	10	8,0	0	—	0,5	—	0	—
		70—80	B_2	125	100	40,0	0	—	0	—	0	—	0,0	—	0	—

Продолжение табл. 8

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Общее количество микроорганизмов	Бактерии на МПА		Бактерии на КАА		Спорообразующие формы бактерий		Бактерии на Эшби-агаре		Грибы		Актиномицеты	
					колич.	% к общему числу	колич.	% к общему числу	колич.	% к общему числу	колич.	% к общему числу	колич.	% к общему числу	колич.	% к общему числу
27(65)	Кедровник ольховниковый	4—8	A_0''	2644	1650	62,4	435	16,5	110	4,2	125	4,7	174,0	6,6	0	—
		8—15	A_2B	1006	1450	77,0	170	16,4	5	0,0	55	4,5	12,0	1,2	0	—
		20—30	A_2B	310	100	63,0	160	50,0	15	5,0	35	9,7	0,0	—	0	—
		35—45	B_1	225	150	59,0	10	4,0	0	—	60	24,0	0,0	—	0	—
		50—60	B_2	230	200	87,0	15	6,0	0	—	5	0,0	0,0	—	0	—
		90—100	BC	107	100	93,5	0	—	0	—	5	—	0,0	—	0	—
29(65)	Кедровник черничниковый	4—10	A_0''	1511	950	62,9	210	13,9	15	0,9	145	9,6	115,0	7,6	0	—
		10—18	A_2	2011	1850	92,0	45	0,7	0	—	110	5,5	4,0	0,2	0	—
		25—35	B_1	55	0	—	10	6,6	15	27,0	30	56,0	0,0	—	—	—
		50—60	B_2	235	50	22,0	20	8,7	0	—	165	70,0	0,0	—	—	—
		90—100	BC	226	200	88,5	10	4,0	0	—	10	4,4	0,0	—	—	—
23(65)	Кедровник сфагновый	12—20	A_T''	4040	3850	95,3	0	11	115	2,9	45	1,1	5,5	0,1	0	—
		30—35	B_g	686	440	63,8	0	—	127	26,6	5	0,0	1,5	0,0	0	—
		35—40	B_g	245	170	70,0	0	—	0	—	20	8,1	0,5	0,0	0	—
28(65)	Кедровник кустарниково-лишайниковый	3—8	A_T''	3338	3050	91,4	0	—	40	1,2	0	—	171,0	3,1	0	—
		8—15	A_2B	4352	3650	83,9	450	10,4	65	1,5	185	4,2	0,5	0,1	0	—
		15—20	B_1	2608	2350	93,1	150	7,1	35	1,3	20	0,0	0,0	—	0	—
		30—35	B_1	255	250	98,0	0	—	5	—	0	—	0,0	—	0	—
		45—50	B_2	154	150	98,0	0	—	0	—	0	—	0,0	—	0	—

Таблица 9

Ферментативная активность почв Сосьвинских увалов

№ разреза	Тип леса	Глубина, *см*	Горизонт	Гидролитические ферменты: инвертаза, *мг* глюкозы на 1 *г* почвы	протеаза, *мг* аминного азота на 10 *г* почвы	фосфатаза, *мг* освобожденного фенолфталеина на 10 *г* почвы	уреаза, *мг* NH_4	Окислительные ферменты: пероксидаза (*мг* пурпургаллина)	полифенолоксидаза (*мг* пурпургаллина)	Общее количество микроорганизмов, *тыс/г* почвы
21(65)	Сосняк зеленомошно-ягодниковый	3—10	A_0''	181,2		Не опр.		Не опр.		8672
		10—16	A_2	3,5	0,83	0,40	0,08	0,6	Сл.	2761
		20—25	B_1	3,0	0,30	0,20	0,03	0,3	0,19	1325
		30—35	B_1	0,0	0,00	0,12	0,01	0,1	Сл.	1050
22(65)	Кедровник зеленомошно-ягодниковый	11—20	A_2B_1	3,5	0,70	0,25	0,06	6,5	1,35	1595
		25—35	B_2	0,9	0,00	0,30	Сл.	1,3	0,18	140
		45—55	BC_1	0,6	0,00	0,20	0,00	1,6	0,38	65
		90—100	BC_2	0,3	0,00	0,32	0,00	0,4	0,35	25
24(65)	Кедровник багульниково-брусничный	2—7	A_0''	218,4	7,85	0,60	Не опр.	Не опр.		7734
		7—14	A_2	7,3	0,30	0,50	0,08	5,1	2,13	2146
		20—30	B_1	1,5	0,00	0,05	0,00	1,1	0,48	2325
		45—55	BC	0,3	0,00	0,05	0,03	0,1	0,48	0
25(65)	Кедровник мшистый	3—15	A_0''	304,5	8,95	Не опр.		0,2	0,08	2070
		15—25	A_2B	5,4	0,15	0,40	0,00	0,3	0,21	973
		30—35	B_1	0,9	0,00	0,25	0,00	0,2	0,13	240
		50—60	B_2	2,0	0,00	0,13	0,00	0,2	Сл.	146
		70—80	B_2	1,2	0,00	0,20	0,00	0,1	Сл.	25
25(65)	Кедровник мшистый	3—9	A_0''	151,0		Не опр.		Не опр.		5953
		9—15	A_2	9,9	0,15	0,25	0,00	0,7	0,13	2233
		20—30	B_1	3,0	0,00	0,20	0,00	0,3	Сл.	426
		40—50	B_1	2,7	0,00	0,13	0,00	0,2	0,17	118
		70—80	B_2	1,5	0,00	0,13	0,00	0,2	0,13	125
27(65)	Кедровник ольховниковый	4—8	A_0''	87,2	10,10	Не опр.		0,4	0,18	2644
		8—15	A_2B	6,0	0,55	0,50	0,06	3,7	1,25	1006
		20—30	A_2B	2,0	0,00	0,25	0,02	1,2	0,50	310
		35—45	B_1	0,3	0,00	0,13	0,04	1,0	0,75	225
		50—60	B_2	0,3	0,00	0,13	0,0	1,2	0,30	230
		90—100	BC	0,3	0,00	Не опр.	0,0	1,1	0,35	107
29(65)	Кедровник черничниковый	4—10	A_0''	161,2		Не опр.		0,23	0,15	1511
		10—18	A_2	9,2	0,85	0,30	0,04	5,6	0,03	2011
		25—35	B_1	2,0	0,00	0,25	0,00	0,3	0,15	55
		50—60	B_2	0,6	0,00	0,14	0,00	0,3	0,08	235
		90—100	BC	0,9	0,00	0,20	0,01	0,4	0,03	226
23(65)	Кедровник сфагновый	12—20	A_T''	29,4		Не опр.		Не опр.		4040
		30—35	B_g	11,7	1,40	0,40		Не опр.		686
		35—40	B_g	1,5	0,00	0,20	0,0	0,3	0,13	245
28(65)	Кедровник кустарничково-лишайниковый	3—8	A_T''	130,8	7,0	Не опр.		0,4	0,18	3338
		8—15	A_2B	8,0	0,15	0,26	0,0	0,9	Сл.	4352
		15—20	B_1	4,3	0,00	0,20	0,00	0,3	Сл.	2608
		30—35	B_1	2,4	0,00	0,20	0,0	0,2	Сл.	255
		45—50	B_2	1,7	0,00	0,20	Не опр.	0,1	Сл.	154

ных форм азота, в результате деятельности аммонифицирующих бактерий и фиксации азота атмосферы олигонитрофилами, наблюдается, особенно в верхних горизонтах, энергичное развитие денитрифицирующих бактерий, нередко приводящее к выносу азота из почвы. Наибольшее оживление микробиологических процессов происходит в верхних горизонтах почвы. С переходом к подзолистому горизонту содержание микрофлоры резко снижается.

ЛИТЕРАТУРА

Куницын Л. Ф. Особенности рельефа северных районов Урала и прилегающей части Западной Сибири в связи с тектоническим строением территории.— Проблемы физической географии Урала. М., Изд-во Моск. ун-та, 1966.

Смолоногов Е. П., Фирсова В. П. Лесорастительные условия и почвы возвышенности Люлин-Вор.— Лесные почвы Урала. Тр. Ин-та биол. УФАН СССР. 1966, вып. 55.

Фирсова В. П. К характеристике почв северного Зауралья.— Почвоведение, 1967, № 3.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 76 ТРУДЫ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ 1970

В. П. ФИРСОВА, Б. И. ПАВЛОВ

ПОЧВЫ ВДОЛЬ ТРАССЫ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ИВДЕЛЬ — ОБЬ

Открытие на севере Западной Сибири месторождений нефти, газа, увеличение объема лесозаготовок, рост добычи пушнины, рыбы и других природных богатств вызвало необходимость строительства железных дорог Ивдель — Обь, Тавда — Сотник. Вдоль трасс железных дорог быстрыми темпами растут поселки, увеличивается население, наращиваются мощности леспромхозов и возрастает сельскохозяйственное освоение территории.

Все это делает необходимым комплексное исследование природы этого, до сих пор еще слабо изученного края. Большое значение приобретает знание особенностей почв этой территории, их агрономических и лесорастительных свойств, поскольку без них невозможно решение многих задач сельского и лесного хозяйства.

К изучению почв северных районов Западно-Сибирской низменности лаборатория лесного почвоведения и почвенной микробиологии приступила в 1964 г., почвенное обследование вдоль трассы Ивдель — Обь проводилось в течение 1966—1967 гг.

Условия почвообразования

Трасса Ивдель — Обь протягивается на 370 *км* от г. Ивделя до станции Октябрьская, т. е. пересекает север Западно-Сибирской равнины с запада на северо-восток. Она проходит в пределах Свердловской (Ивдельский район) и Тюменской (Кондинский, Октябрьский и частично Березовский районы) областей. В физико-географическом отношении эта территория неоднородна.

Климат ее характеризуется жарким, но коротким летом и очень холодной зимой. Континентальность климата увеличивается от Уральских гор на северо-восток. В этом направлении среднегодовая температура воздуха (табл. 1) изменяется от 1,5° (Ивдель) до —2,8° (пос. Октябрьский). Для климата этой территории (Климатологический справочник СССР, 1965) характерны резкие колебания среднесуточных температур воздуха. Среднемесячная температура июля составляет 16,2—15,8°; января —18,6—21,7°. Безморозный период длится в среднем 118 дней, при сумме положительных температур 1200°. Среднегодовая температура почвы в этих условиях составляет +0,8° в Ивделе и —0,2° в Октябрьском.

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха и осадки (средние за 40 лет)

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средняя за год
Метеостанция «Ивдель»													
Температура, °С	—18,6	—16,6	—9,5	0,8	7,5	13,8	16,2	13,8	7,4	—0,5	—8,9	—16,8	—1,5
Осадки, *мм*	18	14	14	19	51	62	82	76	51	26	25	25	460
Метеостанция «Октябрьское»													
Температура, °С	—21,7	—19,0	—12,8	—2,3	4,4	12,5	15,8	13,5	7,5	—1,4	—11,6	—19,2	—2,8
Осадки, *мм*	18	16	16	22	35	61	85	58	59	38	29	21	465

Границу многолетней мерзлоты для Западной Сибири В. В. Баулин и Е. Б. Белопухова (1963) проводят по широте 61—62°. Южнее участки многолетней мерзлоты приурочены главным образом к безлесным участкам (чаще торфяникам) и имеют островное распространение. Территория наших исследований расположена южнее границы многолетней мерзлоты. Она встречается только на участке трассы, прилегающем к р. Оби.

Характерным для этой территории является небольшое количество осадков (около 460 *мм*) и неравномерное распределение их в течение года — с максимумом в летнее время (около 60—70% от годового количества). Гидротермический коэффициент увлажнения, по Н. Н. Иванову, составляет на западе описываемой территории 1,2 и увеличивается на северо-восток до 1,6 (рис. 1).

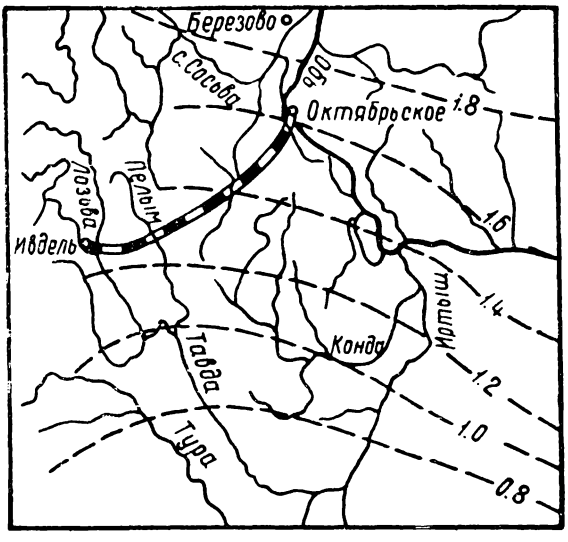

Рис. 1. Гидротермический коэффициент увлажнения по Н. Н. Иванову.

Таким образом, район трассы Ивдель — Обь относится к зоне весьма избыточного увлажнения и недостаточной теплообеспеченности, что является одной из причин значительной заболоченности территории и слабой интенсивности микробиологических процессов.

Рельеф северо-западной части Западно-Сибирской низменности равнинный и равнинно-волнистый. Выровненность рельефа увеличивается в направлении от Урала к востоку. Высота местности составляет в среднем 130—140 *м* над ур. м. с колебаниями от 15 до 250 *м*. Для рельефа этой территории характерно чередование возвышенностей («материков»), со слабо всхолмленной поверхностью и больших депрессий, где формируются болота верхового и переходного типа.

Начинается трасса Ивдель — Обь (рис. 2) в долине р. Лозьвы (абс.

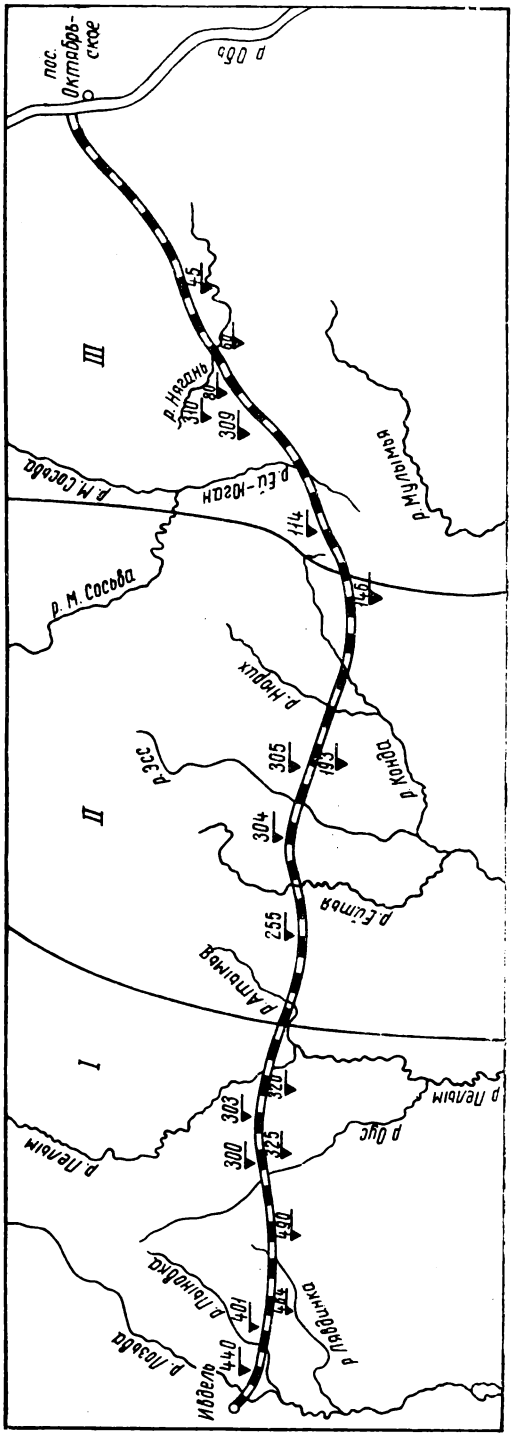

Рис. 2. Гидрографическая сеть и схема расположения почвенных разрезов на трассе Ивдель — Обь.

отметка 89 *м*), затем она пересекает Лозьво-Пелымское междуречье (рис. 3, *А*), представляющее собой полого-волнистую равнину с наивысшими отметками 168 *м* на водоразделе рек Лявдинка — Большой Оус. В среднем на этом отрезке трассы абсолютные отметки составляют 130 *м*. Далее она проходит по междуречью рек Пелым — Конда, характеризующемся более резко выраженными формами рельефа (рис. 3 *Б*, *В*), где относительное превышение песчаных гряд над заболоченными долинами иногда составляет около 50 *м*. Дальше на восток трасса проходит по Кондо-Сосьвинскому полого-волнистому водоразделу (рис. 3, *Г*) с абсолютными отметками 126—206 *м*. В среднем высота этого участка находится в пределах 130 *м*. Речные долины имеют абсолютные отметки от 15 до 50 *м* и ориентированы в сторону р. Оби. В конечном пункте трасса пересекает обширную пойму р. Оби (рис. 3, *Д*), поднимающуюся лишь на 15 *м* над ур. м.

Почвообразующие породы на описанной территории представлены преимущественно озерно-речными отложениями. Фундаментом для них послужили вулканогенно-осадочные породы среднепалеозойского возраста, иногда выходящие на поверхность на участках, прилегающих к Уральским горам (Куницын, 1966). К востоку среднепалеозойские породы перекрываются осадками мезо-кайнозоя, слагающими Западно-Сибирскую низменность. Районы, пересекаемые трассой железной дороги, частично на-

ходятся в пределах Самаровского оледенения, льдами последнего Тазовского ледника не покрывались. Благодаря пограничному положению у края ледника, на исследованной территории откладывались озерно-ледниковые отложения, а на водоразделах накапливались толщи лессо-

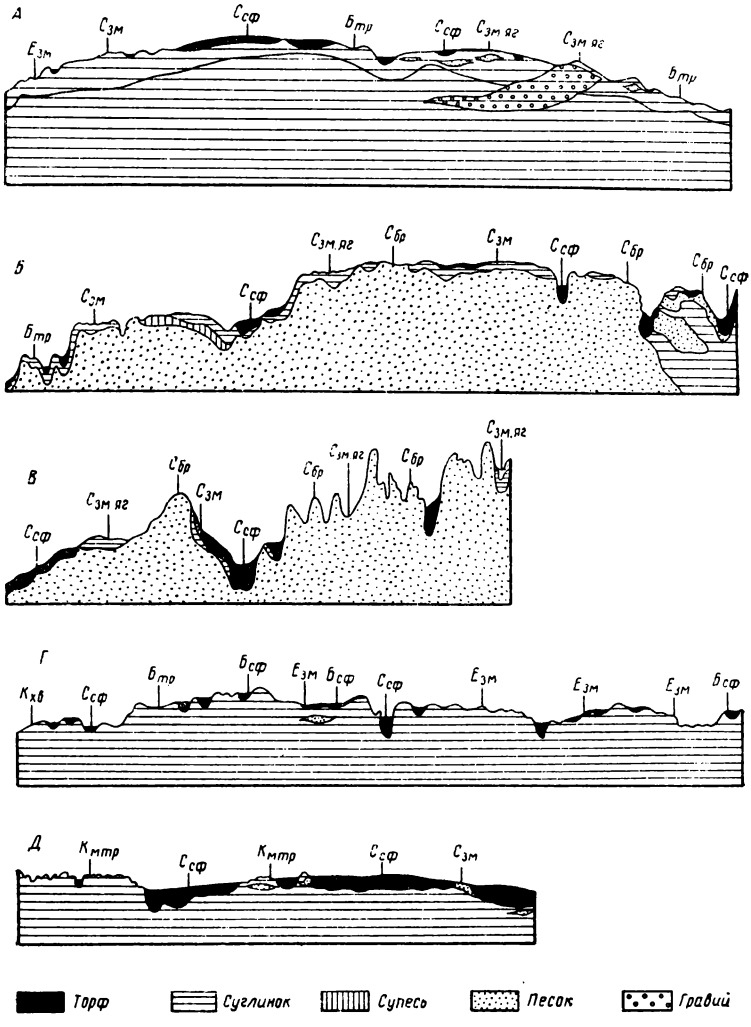

Рис. 3. Схема рельефа и строение отложений.

Сосняки: $С_{зм}$ —зеленомошниковый, $С_{зм.яг}$—зеленомошно-ягодниковый, $Ссф$—сфагновый, $С_{ср}$ —брусничный; $Е_{зм}$—ельник зеленомошниковый; березняки: $Б_{тр}$ — травяной, $Б_{сф}$—сфагновый; кедровники: $К_{хв}$ —хвощовый; $К_{мтр}$ —мелкотравный

видных суглинков. После оттаивания льдов происходило накопление мощных толщ аллювиально-озерных песков, иногда перекрываемых слоем суглинков (см. рис. 3, *Б*, *В*). Суглинистые отложения слагают водоразделы Лозьва — Пелым и Конда — Сосьва (см. рис. 3 *А*, *Г*). В низинах и поймах почвообразующие породы представлены озерными и аллювиальными илистыми песками, супесями и суглинками.

Механический состав почвообразующих пород рассмотрим на примере нескольких разрезов (табл. 2). Суглинистые отложения этой территории представлены тяжелыми, средними и легкими суглинками. Тяжелые суглинки (разрез 84) отличаются высоким содержанием ила при значительном количестве крупного песка и мелкой пыли. В среднесуглинистых отложениях (разрез 45) преобладающей фракцией является крупная пыль, а ила и мелкого песка содержится почти поровну. В легкосуглинистых наносах преобладают крупнопесчаные частицы (43%) и отмечается почти равное содержание других фракций. Песчаные отложения почти нацело состоят из мелкого песка, количество которого составляет 78—88%. Следующей по преобладанию фракцией является крупнопесчаная, а затем илистая.

Таблица 2

Механический состав почвообразующих пород

№ разреза	Глубина, *см*	Содержание фракций, %, диаметр частиц, *мм*						
		1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	Σ<0,01
84 (по Завалишину)	80—90	0,5	28,0	18,0	4,4	17,4	31,3	53,1
45	90—100	2,4	20,2	39,9	6,8	6,4	24,1	37,3
310	125—135	15,5	42,9	15,9	5,6	5,4	14,4	25,5
60	100—110	13,1	78,7	0,6	1,1	2,1	4,2	7,5
305	170—180	5,2	88,6	0,8	1,1	0,3	3,8	5,2

Гидрология. Несмотря на то, что речная сеть исследованного района представлена многочисленными реками и ручьями (Обь, Лозьва, Пелым, Ивдель, Конда, Большой Оус, Эсс, Ейтья, Нюрих, Ем-Юган и другие, см. рис. 2), дренированность территории, вследствие пологоравнинного рельефа и избыточного увлажнения, слабая. Она возрастает в условии холмистого рельефа, а также на песчаных отложениях. В целом на изученной территории преобладает поверхностный сток воды, боковая фильтрация затруднена в результате пологости склонов, а также из-за позднего оттаивания почв.

Растительность. Судя по геоботанической карте 1954 г., а также согласно В. Б. Сочаве, Г. И. Исаченко, А. Н. Лукичевой (1953), Г. В. Крылову (1961), П. Л. Горчаковскому (1968), трасса Ивдель — Обь расположена в подзоне средней тайги. Благодаря исследованиям, проведенным в последние годы, южная граница северной тайги значительно смещена к югу. М. М. Сторожева (1966), например, проводит ее в Зауралье от г. Карпинска через ст. Марсята, поселки Митяево, Портах и далее на восток по северной части бассейна р. Конда, В. И. Прокаев и Б. П. Колесников (1963), а также Е. П. Смолоногов и В. И. Никулин (1963) проводят эту границу несколько севернее. На основе изучения болот Ивдельского района Свердловской области, В. И. Маковский (1966) высказал мнение об отнесении этой территории к северотаежной подзоне. Итак, исходя из последних представлений, часть трассы, проходящая в пределах Свердловской области, расположена у южных границ северной тайги, тогда как в Тюменской области она пересекает ее среднюю полосу.

Основу растительного покрова исследованной территории составляют леса и болота. На долю первых падает около 60%, болота занимают около 40%. Среди лесных массивов преобладают сосновые леса, пред-

ставленные здесь брусничными, багульниково-брусничными, зеленомошно-ягодниковыми, мшистыми и сфагновыми типами. Наибольшие площади занимают сосновые леса на участке трассы от ст. Атымья до ст. Нюрих (см. схему рис. 4, составленную нами на основе обобщения планов лесонасаждений). В связи с тем что эта территория сложена песчаными отложениями, здесь широко распространены сосняки брусничниковые, занимающие вершины хорошо дренированных грив (см. рис. 3, *В*). К местам, где песчаные отложения перекрыты суглинками, приурочены сосняки зеленомошно-ягодниковые (см. рис. 3, *А, Б*). Сосняки мшистые занимают наиболее низкие слабодренированные местоположения, а сфагновые — заболоченные участки (см. рис. 3, *Д*).

Еловые леса наибольшие площади занимают на отрезке трассы Ивдель — Атымья, а на остальной площади встречаются отдельными вкраплениями, главным образом на придолинных участках. Еловые леса на этой территории представлены зеленомошными, ягодниковыми, кисличниковыми и сфагново-багульниковыми типами.

Березовые леса приурочены преимущественно к слабодренированным придолинным участкам. Кедровые леса встречаются в виде небольших по площади участков, разбросанных по всей территории трассы. Лиственничники приурочены в основном к восточной части трассы (междуречье Конда — Обь).

Напочвенный покров незаболоченных лесов этой территории составляют брусника, черника, голубика, багульник, зеленые мхи, линнея, плауны, из осок *Carex globularis*. Разнотравье представлено геранью лесной, розгой золотой, осотом, сочевичником, борцом, реже встречаются майник, седмичник, вейники, папоротник,

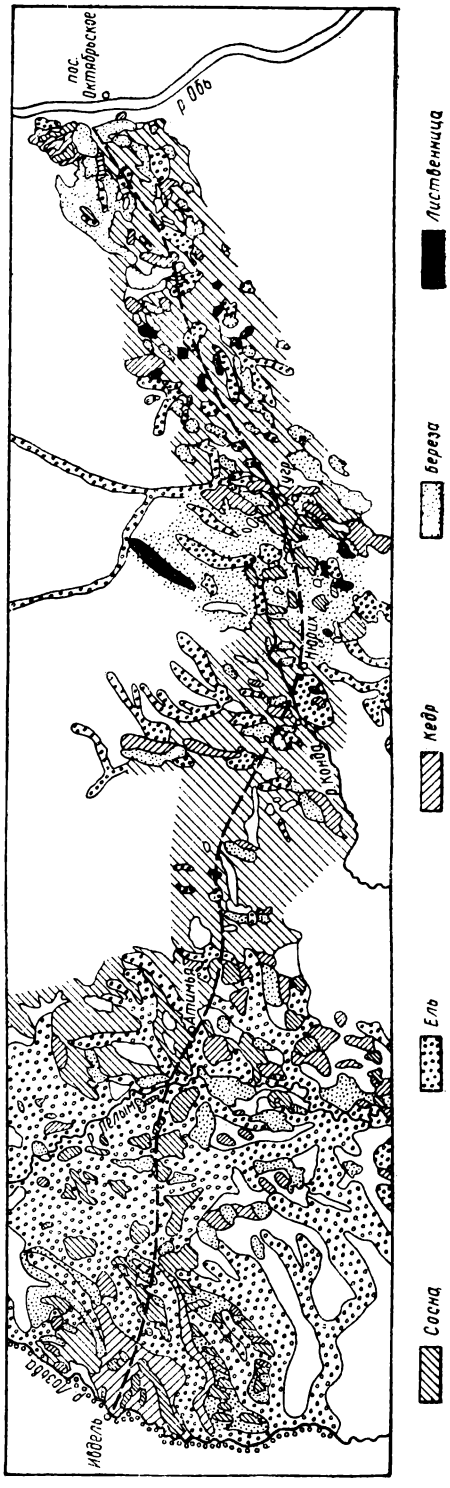

Рис. 4. Схематическая карта растительности.

линнея, из зеленых мхов наиболее часто встречаются *Pleurozium* Schreberii, *Hylocomium splendens, Polytrichum commune, Hylocomium proliferum* из лишайников *Cladonia sylvatica* и *C. alpestris*. На болотах широко распространены кассандра, сфагновые мхи, морошка, пушица, сабельник и др.

Характерной особенностью лесов этой территории является их низкая производительность (IV—V, реже III бонитет) и преобладание в напочвенном покрове мхов и жестколистных кустарничков, что приводит к накоплению на поверхности почвы грубых, плохо разлагающихся растительных остатков.

Территория вдоль трассы железной дороги Ивдель — Обь по характеру растительного покрова и по преобладанию той или иной растительной формации с запада на восток может быть разделена на 3 крупных участка (см. рис. 2). Первый (*I*) (Лозьвинско-Пелымский) характеризуется преобладанием еловых лесов, при значительном участии сосновых и березовых. Протяженность его составляет около 150 *км*. На втором (*II*) (Пелымско-Кондинском) преобладают сосновые леса, незначительные площади занимают березняки, ельники и кедрачи. Это наименьший по простиранию участок. Третий (*III*) (Кондинско-Обский) участок, почти равный по площади первому, отличается от него преобладанием сосновых и березовых лесов, и лишь незначительные площади занимают здесь еловые и кедровые леса. Этот участок характеризуется наиболее широким, по сравнению с другими, распространением лиственницы, хотя она и занимает здесь небольшие площади.

С особенностями природных условий тесно связаны свойства почв и закономерности их распространения.

Почвенный покров и свойства почв

Первые сведения о свойствах почв севера Западной Сибири имеются в работах Б. Н. Городкова и С. С. Неуструева (1923). По данным названных исследователей, в подзолистой зоне наряду с почвами, отчетливо дифференцированными на генетические горизонты, значительное распространение имеют почвы с морфологически слабо выраженной оподзоленностью (скрытоподзолистые), но достаточно четко обнаруживаемой по химическим свойствам.

Особенности почвообразования в средней тайге Зауралья освещены в работах Б. Ф. Петрова (1934), А. А. Завалишина (1944) и Б. А. Лебедева (1949, 1956). На основе тщательного анализа свойств некоторых почв этой территории А. А. Завалишиным было показано, что почвообразование в этих условиях сопровождается выносом коллоидов при сравнительно постоянном содержании частиц менее 0,01 *мм*. Это обусловлено внутрипочвенным выветриванием, которое имеет место благодаря слабой выветрелости материнских пород и континентальности климата. Почвы этой территории, в отличие от аналогичных европейской части Советского Союза, характеризуются также более высоким содержанием гумуса.

В последнее десятилетие возрос интерес к изучению почв севера Западно-Сибирской низменности. Появился ряд работ, посвященных изучению взаимосвязи леса и почвы (Коляго, Конев, 1960; Герасимов, Розов, Ромашкевич, 1963; Смолоногов, Фирсова, 1966), рассмотрению некоторых генетических особенностей почв (Кошелева, Толстихина, 1957; Фирсова, 1967) и географических закономерностей их распрост-

ранения (Уфимцева, 1966; Караваева, 1966). Некоторые свойства болотных почв описаны в работах В. И. Маковского (1964, 1966).

Несмотря на то что в литературе накоплен уже некоторый материал по характеристике почв севера Западной Сибири, многие вопросы их генезиса, специфики почвообразования и подзонального разделения этой территории остаются еще не выясненными.

По современным представлениям граница между северной и средней тайгой проводится примерно по широте пос. Самарово (Уфимцева, 1966), т. е. почвы северной тайги формируются на более молодой поверхности, сложенной ледниковыми, озерно-ледниковыми отложениями и остатками морских трансгрессий. В среднетаежной подзоне, расположенной во внеледниковой области, формируются почвы на древнеаллювиальных отложениях и перекрывающих их лессовидных суглинках. Н. А. Караваева (1966) считает, что выделение почвенных подзон северной и средней тайги в известной мере условно, поскольку повсеместное атмосферное и грунтовое переувлажнение тайги Западной Сибири значительно нивелирует изменение биоклиматических условий и их влияние на генетическую сущность почвенных процессов. Что касается границы между средней и южной тайгой, то она довольно четко выделяется по ряду почвенных признаков. В частности, по мнению К. А. Уфимцевой, в средней тайге формируются слабоподзолистые, глеевые и глееватые почвы, а сильно подзолистые встречаются только на высоких, более древних останцовых поверхностях, прилегающих к северной границе южной тайги. Реликтовыми признаками среднетаежных почв является погребенный горизонт A_2, образование которого происходило в древнем голоцене в почвах внеледниковой полосы. Среднетаежные почвы отличаются также повсеместным оглеением, обусловленным равнинностью рельефа и неоднородностью почвообразующих пород. Южная тайга характеризуется преобладанием дерново-подзолистых почв и широким распространением почв со вторым гумусовым горизонтом.

Таковы общие представления о свойствах почв севера Западно-Сибирской низменности и особенностях их географического распространения. Обобщая имеющиеся в литературе данные, следует заметить, что во всех предшествующих исследованиях, за исключением работы А. А. Завалишина, охарактеризованы почвы, расположенные севернее или значительно южнее от железнодорожной трассы Ивдель — Обь.

Территория, пересекаемая железной дорогой, оставалась до недавнего времени недоступной и потому очень слабо изученной. Настоящее исследование представляет собой первую попытку охарактеризовать почвы этой территории.

Почвы сосновых лесов

Сосновые леса на трассе Ивдель — Обь имеют широкое распространение и, как было сказано выше, представлены сосняками брусничными, багульниково-брусничными, зеленомошно-ягодниковыми, мшистыми и сфагновыми (Смолоногов, Никулин, 1963).

Сосняки брусничные занимают здесь незначительные площади и приурочены к мощным песчаным отложениям.

Разрез 305, характеризующий почву этого типа леса, заложен у ст. Мансийская. Напочвенный покров составляют здесь брусника, кошачья лапка, лишайники, вейник лесной. Профиль почвы имеет следующее морфологическое строение:

A_0A_1 0—2 *см.* Рыхлая подстилка с хвоей и угольками, густо переплетена корнями лишайников. Переход ясный.

A_1A_2	2—5 *см.*	Белесовато-серый песок, много корней.
A_2	5—20 *см.*	Белый сухой песок. Переход ясный.
B_1	20—30 *см.*	Охристо-ржавый рыхлый свежий песок, встречаются редкие корни. Переход ясный.
B_2	30—100 *см.*	Неоднороднoокрашенный (палево-охристо-ржавый) песок с прослойками глины бурого цвета. Переход постепенный.
C	100—180 *см.*	Палевый с ржавыми полосками песок, свежий.

По механическому составу (табл. 3) рассматриваемая почва представлена крупнозернистым песком. Суммарное содержание песчаных

Таблица 3

Механический состав почв сосновых лесов трассы Ивдель—Обь

№ разреза	Горизонт	Глубина, *см*	Содержание фракций, %, размер частиц, *мм*							
			скелет	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	0,001	Σ<0,01
305	A_1A_2	2—5	0,52	52,39	39,71	1,94	1,64	0,19	4,13	5,96
	A_2	2—15	—	56,45	37,93	0,50	1,00	0,25	3,87	5,12
	A_2	15—20	—	51,03	47,17	0,60	0,90	0,20	4,10	5,20
	B_1	30—40	—	54,42	33,34	4,48	1,94	0,97	4,85	6,76
	B_2	90—100	0,40	54,87	36,81	2,24	0,00	0,29	5,79	6,08
	C	170—180	—	5,28	88,63	0,79	1,13	0,34	3,83	5,30
60	A_1A_2	3—8	1,47	3,46	73,42	9,12	5,94	4,13	3,93	14,00
	B	8—18	1,56	26,69	42,94	11,03	3,19	2,68	13,47	19,34
	B	18—28	1,97	21,32	47,34	9,30	4,65	3,39	14,00	22,04
	B	28—38	2,00	25,04	43,04	11,12	2,22	4,65	13,93	20,80
	BC_1	40—50	1,23	16,74	42,73	14,03	0,86	8,71	16,93	26,50
	C_2	70—80	9,50	26,23	60,74	5,23	1,26	1,91	4,63	7,80
	C_2	100—110	0,39	13,14	78,73	0,60	1,16	2,16	4,21	7,53
310	A_2	7—17	—	26,56	48,63	13,75	3,41	2,61	5,04	11,06
	B_1	17—20	—	27,58	33,97	14,26	4,36	4,82	15,01	24,19
	B_1	20—30	—	26,74	38,52	11,20	4,42	3,18	15,94	23,54
	B_2	30—40	—	18,63	33,59	16,28	4,45	4,55	22,50	31,50
	B_2	40—50	—	22,18	20,50	20,86	4,12	5,81	26,53	36,46
	BC_g	65—75	—	11,48	14,73	23,86	6,87	8,91	34,15	49,93
	BC_g	85—90	—	14,73	24,52	25,92	5,55	8,09	21,10	34,74
	C_g	125—135	—	15,56	42,98	15,92	5,63	5,43	14,48	25,54
320	A_0A_1	3—5	0,41	3,57	32,28	27,63	5,52	13,32	17,27	36,11
	A_2	5—10	—	20,65	34,28	18,07	1,46	11,38	14,16	27,00
	A_2B	10—15	—	10,14	27,17	19,29	4,64	13,21	25,59	43,44
	A_2B	15—20	0,06	6,30	24,16	24,26	4,70	13,96	26,56	40,52
	A_2B	20—30	0,02	7,68	25,32	16,21	3,48	15,65	28,64	47,77
	B	60—70	0,04	1,06	13,61	26,58	5,39	18,10	35,22	58,71
	C_g	130—140	—	0,03	0,00	19,48	4,36	35,43	41,81	81,60
325	A_2	6—9	—	7,77	29,96	29,89	3,53	13,93	14,92	32,38
	A_2	9—13	—	11,83	26,62	27,65	3,89	13,77	16,24	30,01
	A_2B	13—20	—	10,00	28,89	24,59	5,38	12,17	19,27	36,82
	B_1	34—44	2,49	7,31	24,67	21,56	4,11	14,87	24,99	43,97
	BC	70—80	0,55	1,25	13,99	20,59	5,66	16,74	39,22	63,62
	C_g	120—130	0,35	0,44	10,01	21,28	5,01	17,33	45,58	67,92
146	A_1A_2	2—6	4,35	30,10	7,25	24,81	9,91	6,45	21,48	37,84
	A_1A_2	6—11	4,35	28,71	6,69	22,61	10,56	4,60	26,83	41,99
	A_2B	11—16	1,04	30,40	11,41	21,45	10,84	8,57	17,33	36,74
	A_2B	16—20	1,34	30,05	11,87	25,15	6,68	8,12	18,13	32,93
	B	20—30	1,74	17,82	6,52	28,22	8,45	9,00	29,99	47,44
	B	30—40	1,85	14,50	8,49	29,65	5,04	11,18	31,14	47,36
	BC_1	40—45	2,35	22,30	7,20	24,22	7,76	8,55	29,97	46,28
	C_2	45—55	4,38	64,19	10,90	7,89	1,78	3,99	11,25	17,02
	C_2	55—65	1,62	54,81	5,56	12,75	3,75	5,63	17,50	26,88

фракций составляет в профиле этой почвы около 95%. Мелкие фракции представлены в основном илом, количество которого колеблется по профилю от 3 до 6%. Оподзоленные горизонты характеризуются наименьшим содержанием ила и физической глины, в иллювиальном горизонте наблюдается их накопление.

Таблица 4

Валовой химический состав почв сосновых лесов трассы Ивдель—Обь

№ разреза	Горизонт	Глубина, *см*	Потери от прокаливания, %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	Cao	MgO	P_2O_5	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$
305	A_0A_1	0—2	4,31	96,46	0,06	0,00	0,06	0,80	0,32	0,06	271,9	0
	A_1A_2	2—5	2,71	96,56	2,00	0,46	2,46	0,39	0,20	0,04	81,9	558
	A_2	5—15	0,00	96,64	2,25	0,25	2,50	0,28	0,11	Сл.	72,7	1074
	A_2	15—20	0,00	96,96	2,15	0,25	2,40	0,26	0,15	Сл.	76,4	1032
	B_1	30—40	0,00	95,03	2,75	0,68	3,50	0,43	0,16	0,07	58,5	372
	B_2	90—100	0,94	93,15	3,26	1,15	4,48	0,33	0,10	0,07	48,4	215
	C	170—180	0,82	93,04	4,07	1,26	5,35	0,69	0,45	0,02	33,8	174
60	A_1A_2	3—8	2,81	89,82	3,11	0,73	5,39	0,87	0,13	1,55	49,0	327
	B	8—18	2,71	86,82	5,38	1,17	8,72	1,08	0,23	2,17	27,4	197
	B	18—28	2,50	87,10	6,35	1,10	9,51	1,00	0,32	2,06	23,2	210
	BC_1	40—50	2,30	87,88	7,77	1,28	10,43	1,07	0,53	1,38	19,2	182
	C_2	70—80	0,66	92,71	2,53	0,90	4,52	1,02	0,70	1,09	62,2	308
	C_2	100—110	0,55	93,17	2,52	0,71	4,11	0,71	0,59	0,88	62,7	349
310	A_0''	2—7	83,88	68,17	10,98	1,55	13,77	3,41	0,62	1,24	10,5	117
	A_2	7—17	1,40	93,02	4,90	1,01	5,94	0,52	0,36	0,03	32,2	245
	B_1	17—20	0,83	89,22	5,27	3,29	8,56	0,53	0,52	0,03	28,7	72
	B_1	20—30	0,50	87,62	5,09	3,79	8,91	0,75	0,58	0,03	29,2	61
	B_2	30—40	2,11	85,04	5,61	5,67	11,31	0,99	1,00	0,03	25,7	39
	B_2	40—50	0,13	88,45	5,14	3,90	9,07	0,69	0,85	0,03	29,2	60
	BC_0	65—75	1,50	78,92	9,66	8,24	17,93	0,79	0,78	0,03	13,8	25
	BC_0	85—90	0,55	82,30	7,89	6,64	14,56	0,64	0,39	0,03	17,6	32
	C_0	125—135	2,24	86,05	6,38	5,69	12,12	0,65	0,14	0,05	22,9	40
146	A_1A_2	2—6	8,81	86,92	8,10	0,38	10,09	1,03	0,64	1,64	18,2	607
	A_1A_2	6—11	5,41	85,81	9,05	1,88	11,01	1,11	0,70	1,08	16,1	121
	A_2B	11—16	4,02	83,71	11,37	1,10	12,45	1,20	0,74	0,98	12,5	202
	A_2B	16—20	3,12	82,03	12,36	1,07	14,32	1,02	0,71	0,89	11,2	204
	B	20—30	3,96	79,02	16,08	1,10	18,07	1,10	0,82	0,89	8,3	191
	B	30—40	4,25	74,12	16,88	0,93	18,64	1,09	0,93	0,83	7,4	212
	BC_1	40—45	3,28	78,61	14,36	1,11	16,19	1,13	0,91	0,72	9,3	188
	BC_2	45—55	1,30	94,30	2,36	0,57	3,55	0,92	0,56	0,62	67,9	440
	C_2	55—65	0,77	96,34	0,30	0,53	1,56	0,82	0,50	0,73	545,2	484
	C_2	90—100	0,23	96,78	0,24	0,09	0,78	0,50	0,43	0,45	385,1	392

Валовой химический состав этой почвы (табл. 4) показывает, что она почти нацело состоит из SiO_2. В верхних горизонтах количество ее выше, чем в нижележащей толще. С глубиной по профилю происходит увеличение содержания полуторных окислов, особенно железа. Содержание кальция в этой почве колеблется от 0,8 до 0,3%. Причем отчетливо выражено биологическое накопление его в верхнем горизонте, резкое уменьшение в оподзоленном и затем постепенное увеличение с глубиной.

Для рассматриваемой почвы характерна довольно высокая кислотность (pH 4,1—4,7). Максимум ее приурочен к верхнему горизонту, т. е. кислоты, образующиеся при разложении органического вещества, здесь очень слабо нейтрализуются. Поглощенные основания накапливаются в верхних горизонтах в незначительном количестве (1—2 *мг·экв* на

100 *г* почвы). Минимум их приходится на горизонт A_2. На глубине 90—100 *см* наблюдается иллювиальное накопление поглощенных оснований и несколько уменьшается их количество в почвообразующей породе. Накопления и закрепления гумуса в этих условиях почти не происходит. Таким образом, рассматриваемая почва отчетливо дифференцируется по подзолистому типу и по совокупности признаков представляет собой песчаный подзол.

Сосняки зеленомошно-ягодниковые приурочены к более тяжелым и менее дренированным почвам. В составе древостоя в этих типах леса принимают участие лиственница и береза. Напочвенный покров составляют брусника, черника, мхи: дикранум, кукушкин лен, Шребера.

Разрез 60, характеризующий почву под пологом сосняка зеленомошно-ягодникового, заложен у ст. Соим:

A_0 0—3 *см.* Слаборазложившаяся подстилка.

A_1A_2 3—8 *см.* Белесый с ржавыми пятнами, рыхлый легкий суглинок, переход постепенный.

B 8—38 *см.* Желтовато-бурый с охристыми пятнами легкий суглинок, рыхлый. Основная масса корней сосредоточена до глубины 38 *см.*

BC_1 38—70 *см.* Желтовато-бурый легкий суглинок с гравием.

C_2 70—110 *см.* Светло-желтый рыхлый влажный песок.

По механическому составу (см. табл. 3) верхняя часть профиля этой почвы представлена легким суглинком, который с глубины 70 *см* подстилается песком. Преобладающей фракцией в механическом составе этой почвы является мелкий песок. Среди мелких частиц преобладают крупная пыль и ил, представленные почти поровну. По распределению ила и физической глины здесь более резко, чем в предыдущем разрезе, выражены горизонты выноса и накопления. Однако в отличие от почв сухих хорошо дренированных местоположений здесь значительно меньше мощность оподзоленного горизонта. Отчетливо выделяется горизонт A_2 и по данным валового химического состава (см. табл. 4). В нем наблюдается высокое содержание SiO_2—89,9% при минимальном количестве полуторных окислов, кальция и магния. С глубины 70 *см* легкий суглинок подстилается песком, и в валовом химическом составе возрастает содержание SiO_2 и уменьшается количество полуторных окислов. Эта почва характеризуется незначительным содержанием кальция и магния и отличается от рассмотренного выше разреза более высоким количеством валового фосфора. Кислотность этой почвы (табл. 5) меняется от 3,0 pH в верхних горизонтах до 4,5 pH в нижних. Высокая кислотность органогенных горизонтов обязана накоплению малозольного органического вещества. Об этом свидетельствует и низкое содержание поглощенных оснований как в верхних горизонтах, так и по профилю в целом. По распределению поглощенных оснований отчетливо видна двучленность почвенного профиля. Эти почвы бедны гумусом.

Разрез 304 заложен у ст. Алябьево под пологом сосняка зеленомошно-брусничного. По своему строению и свойствам он сходен с рассмотренным выше разрезом.

A_0 0—2 *см.* Неразложившаяся подстилка, состоящая в основном из зеленых мхов.

A_1A_2 2—6 *см.* Серый, густо пронизанный корнями растений легкий суглинок.

A_2 6—15 *см.* Белесовато-серый легкий суглинок с обильной присыпкой.

Таблица 5

Химический состав почв сосновых лесов трассы Ивдель—Обь

№ разреза	Почва	Горизонт	Глубина, *см*	pH солевой	Поглощенные основания, *мг·экв* на 100 *г* почвы			Гумус по Тюрину, %
					$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}+Mg^{\cdot\cdot}$	
305 (67)	Подзол песчаный	A_0A_1	0—1	4,15	2,25	0,59	2,84	1,25
		A_1A_2	1—3	4,05	0,98	0,59	1,57	—
		A_2	3—10	4,15	0,59	0,20	0,79	0,17
		A_2	10—20	4,25	0,78	0,20	0,98	0,15
		B_1	30—40	4,70		Не опр.		0,13
		B_2	90—100	4,34	1,76	0,79	2,55	0,09
		C	170—180	4,52	0,98	0,39	1,37	0,01
60 (66)	Сильноподзолистая легкосуглинистая подстилаемая песком	A_0	0—3	3,00		Не опр.		20,7*
		A_1A_2	3—8	3,37	1,96	0,39	2,35	1,52
		B	8—18	4,20	1,35	0,43	1,78	0,90
		B	18—28	4,25	1,21	0,80	2,01	0,77
		B	28—38	4,25	2,45	0,87	3,32	0,53
		BC_1	40—50	4,25	2,66	1,38	4,04	0,19
		C_2	70—80	4,36	2,94	1,23	4,17	0,10
		C_2	100—110	4,56	3,06	0,69	3,75	0,07
304 (67)	То же	A_0	0—2	4,05	18,50	11,10	29,60	34,7*
		A_1A_2	2—6	3,96	4,79	2,16	6,95	2,56
		A_2	6—15	4,00	4,55	1,95	6,50	2,24
		A_2	15—20	3,94	5,75	3,93	9,68	0,49
		B	20—30	3,90	9,80	6,69	16,49	0,42
		B	35—45	3,80	10,95	6,51	17,46	0,44
		B	45—55	3,85	10,09	7,59	17,68	0,45
		BC_1	60—70	3,84	7,41	4,49	11,90	0,21
		C_2	70—80	4,56	2,34	1,56	3,90	0,03
		C_2	90—100	4,35	4,48	2,42	6,90	0,02
		C_2	110—120	4,95	2,06	1,24	3,30	0,01
310 (67)	Сильноподзолистая легкосуглинистая на оглеенном среднем суглинке с белесой присыпкой	A_0''	2—7	3,15	15,68	3,92	19,60	—
		A_2	7—17	3,32	0,59	0,19	0,78	0,47
		B_1	17—20	4,15	0,59	0,39	0,98	0,41
		B_1	20—30	3,90	0,98	0,39	1,37	0,31
		B_2	30—40	3,79	2,16	2,15	4,31	0,25
		B_2	40—50	3,80	1,18	1,17	2,35	0,25
		BC_g	65—75	3,64	6,86	3,72	10,58	0,34
		C_g	125—135	4,40	7,26	3,83	11,09	0,23
320 (67)	Перегнойно-скрытоподзолистая среднесуглинистая на оглеенной глине	A_0	0—3	4,54	20,38	11,76	32,34	Не опр.
		A_0A_1	3—5	3,95	36,26	15,68	51,94	»
		A_1A_2	5—10	3,90	18,43	14,50	32,93	»
		A_2B	10—15	3,90	6,27	6,27	12,54	2,52
		A_2B	15—20	3,85	5,49	4,32	9,81	1,02
		A_2B	20—30	3,81	3,53	4,11	7,64	Не опр.
		B	60—70	3,71	3,72	6,28	10,00	0,56
		B	100—110	4,29	7,86	8,62	16,46	0,19
		BC_g	130—140	4,42	20,19	15,87	36,06	Не опр.
325 (67)	То же	A_0'	0—4	3,86	10,19	3,73	13,92	Не опр.
		A_0''	4—6	3,80	18,62	7,84	26,46	»
		A_1A_2	6—9	3,61	8,23	4,31	12,54	8,41
		A_2B	9—13	3,54	4,90	2,35	7,25	1,35
		A_2B	13—20	3,60	5,24	2,22	7,46	1,25
		B_1	34—44	4,05	12,74	7,45	20,19	0,57
		BC	70—80	4,91	16,07	7,45	23,52	0,45
		C_0	120—130	5,20	13,92	7,44	21,36	—

Продолжение таблицы 5

№ разреза	Почва	Горизонт	Глубина, *см*	pH солевой	Поглощенные основания, *мг·экв* на 100 *г* почвы			Гумус по Тюрину, %
					$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}+Mg^{\cdot\cdot}$	
146 (66)	Перегнойно-скрыто-подзолистая средне-суглинистая на оглеенной глине	A_0	0—2	4,60	20,16	13,31	33,47	54,4*
		A_1A_2	2—6	4,60	11,10	4,10	15,20	6,13
		A_1A_2	6—11	4,50	7,45	2,90	10,35	2,56
		A_2B	11—16	4,50	5,60	3,08	8,68	1,36
		A_2B	16—20	4,30	3,53	2,15	5,68	1,18
		B	20—30	4,20	6,20	4,41	10,61	0,58
		B	30—40	3,80	8,58	4,50	13,08	0,39
		BC_1	40—45	3,90	8,30	5,60	13,90	0,11
		C_2	45—55	4,00	3,26	2,01	5,27	0,12
		C_2	55—65	4,10	2,68	1,39	4,07	0,03
		C_2	90—100	5,00	1,40	0,12	1,52	0,03

* Зольность

B_1 15—35 *см.* Бурый, с темно-бурыми мелкими пятнами, рыхлый, свежий, легкий суглинок.

$B+BC_1$ 35—55 *см.* Бурый, комковато-мелкоореховатый легкий суглинок.

C_2 70—125 см. Белесый с ржавыми полосами влажный песок.

Рассматриваемая почва характеризуется более высоким содержанием поглощенных оснований и бо́льшим содержанием гумуса, чем почва предыдущего разреза.

Сосняки багульниково-брусничные приурочены к слабо дренированным местоположениям.

Разрез 310, характеризующий почвы этого типа леса, заложен в 3 *км* на северо-запад от ст. Пантынг. Состав леса на этом участке 10С+К, Б. Напочвенный покров представлен зелеными мхами, брусникой, багульником, плауном, пятнами встречается сфагнум.

A'_0 0—2 *см.* Неразложившаяся подстилка, состоит в основном из зеленых мхов.

A''_0 2—7 *см.* Темно-бурая грубогумусная масса, встречаются угольки, много корней. Нижняя граница отчетливая.

A_2 7—17 *см.* Белый легкий суглинок, рыхлый, свежий, встречаются корни, угольки. Переход ясный, нижняя граница неровная.

B_1 17—30 *см.* Бурый с охристыми пятнами легкий суглинок. Переход постепенный.

B_2 30—50 *см.* Ржаво-бурый, несколько светлее вышележащего, средний суглинок, вертикально трещиноватый, структурный, обильная белесая присыпка. Переход постепенный.

BC_g 50—90 *см.* Буровато-сизый средний суглинок, бесструктурный, с обильной белесой присыпкой по граням отдельностей.

C_g 95—132 *см.* Сизовато-бурый опесчаненный средний суглинок.

С глубины 2—2,5 *м* суглинки подстилаются гравийно-галичниковой супесью и ниже переходят в ржаво-сизые слоистые тонкосортированные пески. Отличительной особенностью этой почвы в сравнении с рассмотренными выше является наличие в нижней части ее профиля признаков

оглеения и обильной белесой «присыпки» неясного генезиса. Присыпка представляет собой крупнозернистый материал, контрастно отделяющийся от основного фона вмещающей его породы и создающий впечатление второго подзолистого горизонта. Такие горизонты встречаются большей частью среди суглинистых отложений. В рассматриваемом нами разрезе наиболее отчетливо накопление белесого материала наблюдается на контакте с более тяжелой по механическому составу породой, однако ее накопление не ограничивается контактовой зоной. В горизонте, где наблюдается максимум ее накопления, в механическом составе по сравнению с вышележащим горизонтом увеличивается количество крупного песка и крупной пыли и соответственно возрастает содержание SiO_2 в валовом химическом составе. Ответить на вопрос, связано ли образование этого материала с историей формирования наносов или древним почвообразованием, сейчас не представляется возможным. Не исключено, что какую-то роль играют процессы вымораживания SiO_2 (Славный, Воробьева, 1962).

Механический состав профиля описываемой почвы подразделяется на две части — верхнюю (до глубины 40 *см*), представленную легким суглинком, и нижнюю — среднесуглинистую. В верхней части преобладает мелкий песок, на долю которого падает 35%, а в нижележащей толще резко возрастает количество мелких частиц. В целом профиль этой почвы, в отличие от рассмотренных выше, характеризуется высоким содержанием ила наряду с большим количеством песчаных фракций. Подзолистый горизонт отчетливо выделяется по уменьшению содержания ила и по высокому количеству SiO_2. Этому горизонту соответствует и наименьшее содержание полуторных окислов, кальция, магния и поглощенных оснований. Рассматриваемая почва отличается высокой кислотностью, особенно в верхних горизонтах.

Сосняки зеленомошные приурочены к выровненным высоким местоположениям и к тяжелым по механическому составу почвам (разрезы 325 и 320).

Разрез 325 заложен на 65-м *км* трассы у ст. Большой Оус. В составе соснового древостоя на этом участке единично встречаются береза и осина. Напочвенный покров состоит из багульника, брусники, черники, плауна, хвоща лесного, линнеи северной, зеленых мхов — этажного и Шребера; встречаются седмичник, осока остролистная.

A_0' 0—4 *см.*	Неразложившаяся лесная подстилка.
A_0'' 4—6 *см.*	Слаборазложившаяся подстилка, встречаются угольки.
A_1A_2 6—9 *см.*	Буровато-серый с белесой присыпкой средний суглинок комковатой структуры, много корней.
A_2B 9—27 *см.*	Бурый с белесой присыпкой, плотной, мелкоореховатый, свежий, опесчаненный средний суглинок. Переход постепенный.
B_1 27—54 *см.*	Бурый, мелкоореховатый, опесчаненный, плотный тяжелый суглинок. Переход ясный.
B_2 44—65 *см.*	Светло-бурый плотный ореховатый влажный тяжелый суглинок с присыпкой. Переход постепенный
BC 65—87 *см.*	Более светлый влажный тяжелый суглинок.
C 87—130 *см.*	Ржавая с сизыми пятнами плотная глина.

Разрез 320 заложен на 93-м *км* трассы (Лозьвинско-Пелымский участок). Состав древостоя 9С, 1Лц+Б, в подлеске шиповник, осина; в напочвенном покрове — зеленые мхи, брусника, хвощ, герань лесная, линнея северная, плаун щетинистый.

A_0 0—3 *см.*	Рыхлая слаборазложившаяся подстилка.

A_0A_1 3—5 *см.*	Буровато-серый мелкозернистый средний суглинок, густо пронизан корнями растений.
A_1A_2 5—10 *см.*	Бурый средний суглинок с обильной белесой присыпкой.
A_2B 10—30 *см.*	Коричневато-бурый плотный мелкоореховатый влажный тяжелый суглинок с белесой присыпкой. Переход постепенный.
B 30—110 *см.*	Светло-бурая, книзу светлеющая плотная влажная ореховатая глина, корни проникают до глубины 70 *см.* Переход постепенный.
C 110—140 *см.*	Сизовато-серая с охристо-ржавыми пятнами влажная глина.

Как видно из приведенных морфологических описаний, эти почвы чрезвычайно сходны по своему строению. Отличительной особенностью их является слабая морфологическая выраженность оподзоленного горизонта. Он выделяется главным образом по наличию присыпки и почти не выражен по цвету и структуре.

Данными механического состава оподзоленность выявляется довольно отчетливо по уменьшению содержания ила, однако абсолютное содержание его остается довольно высоким. Данные механического состава указывают на высокое содержание в этих почвах илистой фракции и физической глины. Более того, в верхних гумусированных горизонтах наблюдается некоторое их накопление по сравнению с нижележащим оподзоленным горизонтом.

В этих почвах отчетливо выражена аккумуляция гумуса и поглощенных оснований, особенно под слоем неразложившейся подстилки. Минерализация органического вещества в этих условиях идет довольно энергично, в результате чего в профиле почв формируются горизонты A_0A_1 и A_1A_2.

К рассматриваемым почвам близки по свойствам почвы сосняков мелкотравных.

Разрез 146, характеризующий почву этого типа леса, заложен у ст. Нюрих (250-й *км* трассы). В напочвенном покрове преобладают зеленые мхи, вейник, подмаренник северный, брусника, костяника, черника, линнея, седмичник, майник, розга золотая, герань лесная, костяника.

A_0 0—2 *см.*	Бурая подстилка, рыхлая, влажная, встречаются угольки. Переход ясный.
A_1A_2 2—11 *см.*	Буровато-серый опесчаненный средний суглинок, влажный, густо пронизан корнями растений.
A_2B 11—20 *см.*	Бурый опесчаненный средний суглинок с обильной белесой присыпкой.
$B+BC_1$ 20—45 *см.*	Бурый тяжелый суглинок, влажный, плотный, пористый, мелкоореховатый, в нижней части вязкий, структура выражена плохо.
C_2 45—100 *см.*	Желтовато-белесый влажный легкий суглинок, в нижней части встречаются прослойки глины, галька.

Данные механического состава (см. табл. 3) указывают на двучленность строения этого профиля — средний суглинок с глубины 45 *см* сменяется легким суглинком. Характерно для механического состава этой почвы почти равное содержание фракций крупного песка, крупной пыли и ила. В аккумулятивных горизонтах наблюдается некоторое накопление ила по сравнению с нижележащим оподзоленным горизонтом. Перемещение ила и особенно физической глины по профилю выражено здесь слабее, чем в рассмотренных выше разрезах.

Данные валового химического состава согласуются с механическим составом и свидетельствуют о двучленном строении профиля. В пределах верхней суглинистой толщи наблюдается ясная дифференциация на элювиальный и иллювиальный горизонты. Гумусированные горизонты отличаются от нижележащих более высоким содержанием фосфора, тогда как полуторные окислы, кальций и магний в них не закрепляются. Кислотность по профилю этой почвы колеблется в больших пределах — от 3,8 до 5,0 pH. Наиболее высокие ее величины определены в средней части профиля. В аккумулятивных горизонтах и в почвообразующей породе кислотность резко уменьшается. Поглощенные основания обнаруживают накопление в верхних горизонтах до 15 *мг·экв* на 100 *г* почвы. Затем количество их падает и вновь увеличивается в горизонте BC_1. Уменьшение количества ила в подстилающей толще сопровождается резким уменьшением содержания обменных кальция и магния (см. табл. 5).

Значительное распространение на изученной территории имеют заболоченные сосняки. Торфяно-болотные почвы под ними существенно отличаются по мощности торфяной толщи и по некоторым химическим показателям (табл. 6).

Таблица 6

Химический состав болотных почв

№ разреза	Горизонт	Глубина, *см*	pH солевой	Зольность, %	Поглощенные основания, *мг·экв* на 100 *г* почвы			P_2O_5	K_2O
					$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}+Mg^{\cdot\cdot}$	*мг* на 100 *г* почвы	
401	$A_т$	0—5	3,3	24,8	Не опр.		Не опр.	43	44
	$A_т$	5—12	3,3	29,3	То же		—	11	15
	A_2	12—18	3,2	Не опр.	4,07	3,58	7,66	7	12
	B_1	18—23	3,6	»	4,1	2,9	7,0	5	6
	B_2	33—43	3,8	»	12,1	6,0	18,7	6	9
	B_2	45—55	4,2	»	—	—	—	6	12
	B_2	60—70	4,8	»	16,6	6,2	22,8	5	12
	B_2	80—90	5,6	»	Не опр.		—	8	16
	C_g	90—100	5,9	»	13,9	8,4	22,3	7	17
464	$A_т$	0—5	3,0	4,6	Не опр.			25	30
	$A_т$	5—15	3,0	3,6	То же			8	7
	$A_т$	15—25	3,0	3,2	»			8	6
	$A_т$	25—35	3,1	3,2	»			5	4
	$A_т$	50—60	3,2	4,4	»			Сл.	2
	$A_т$	80—90	3,4	4,6	»			»	2
	B_{hg}	92—97	3,8	Не опр.	»			»	6
	C_g	100—110	3,5	»	»			»	6
193	$A_т$	0—10	2,7	1,1	»			Не опр.	
	$A_т$	10—20	2,7	1,2	»			28	Не опр.
	$A_т$	20—40	2,6	2,0	»			18	»
	$A_т$	80—100	2,6	1,5	»			2	11
	$A_т$	100—120	2,6	5,6	»			10	9

Разрез 401 заложен у ст. Лявдинка под пологом сосняка долгомошного V бонитета. В напочвенном покрове преобладает кукушкин лен, встречаются багульник, кассандра, осока, зеленые мхи. Торфянисто-болотная почва этого участка имеет следующее морфологическое строение.

$A_т$ 0—12 *см.* Темно-бурый рыхлый мокрый торф.

A_{2g} 12—18 *см.* Белесовато-сизый, влажный, иловатый средний суглинок.

B_1 18—23 *см.* Коричневато-бурый средний суглинок, влажный, слитный с галечником.

B_{2g} 23—90 *см.* Светло-бурый с ржавыми и сизыми пятнами и темно-серыми затеками тяжелый суглинок.

C_g 90—100 *см.* Буровато-сизый, слитный мокрый тяжелый суглинок.

Разрез 464 заложен на 39-м *км* трассы (между станциями Лявдинка — Улым-Сос) под пологом угнетенного сосняка сфагнового. В составе древостоя принимают участие кедр, ель, береза. Напочвенный покров представлен сфагновыми и зелеными мхами, багульником, кассандрой, осокой, морошкой.

$A'_т$ 0—20 *см.* Неразложившийся мокрый сфагновый очес.

$A''_т$ 20—90 *см.* Слаборазложившийся бурый, в нижней части коричневато-черный слоистый торф с древесными остатками.

B_{hg} 90—97 *см.* Затечногумусовый темно-серый тяжелый суглинок с галечником и гравием. Переход ясный.

C_g 97—110 *см.* Сизая, плотная, слитная, мокрая глина.

Описанная торфяно-болотная почва характеризуется более высокой по сравнению с рассмотренным выше разрезом (401) кислотностью, более низкой зольностью и меньшим содержанием подвижных форм фосфора и калия.

Разрез 193 заложен на 165-м *км* трассы в разреженном угнетенном древостое сосняка сфагнового. Напочвенный покров составляют сфагновые мхи, багульник, пушица, кассандра, клюква, голубика, морошка, осока.

Разрезом пересечена двухметровая толща торфа. В верхней ее части (до 20 *см*) он представляет неразложившийся мокрый очес, густо пронизанный корнями растений. Ниже она представлена бурым слоистым торфом с древесными остатками. С глубиной увеличивается иловатость и уплотненность торфа. Данные химического состава показывают, что с увеличением заболачивания возрастает кислотность и уменьшается зольность. При этом существенных изменений в содержании фосфора и калия не обнаружено.

Почвы еловых лесов

Еловые леса на обследованной территории меньше распространены и менее разнообразны по типам леса, чем сосновые. Ельники на этой территории чаще всего представлены смешанными древостоями — с березой, кедром, сосной и реже лиственницей. Занимают они наиболее низкие, слабодренированные местоположения, сложенные преимущественно пылеватыми глинистыми отложениями. Почвы в этих условиях иногда испытывают влияние жестких карбонатных вод.

Разрез 440, характеризующий такие почвы, заложен у ст. Пыновка (на 20-м *км* трассы) под пологом ельника кисличникового. Состав древостоя на этом участке 5Е, 5Б+Лц. Напочвенный покров представлен вейником лесным, кисличкой, папоротником, хвощом, грушанкой круглолистной, брусникой и зелеными мхами.

A_0 0—6 *см.* Темно-серая травяно-моховая подстилка обильно пронизана корнями растений, встречаются угольки. Переход ясный.

A_1B 6—30 *см.* Серый, сверху белесовато-сизый, зернисто-мелкоореховатый, пористый тяжелый суглинок, много корней. Переход языковатый, до 50 *см* затеки.

B_1 30—60 *см.* Бурый мелкоореховатый плотный, влажный тяже-

лый суглинок с галечником, с белесой присыпкой, корней меньше. Переход постепенный.

B_2 60—130 *см.* Бурая, плотная, влажная, ореховатая глина с галечником, затеками гумуса по трещинам. Переход постепенный.

С 130—150 *см.* Светло-бурый слитый, плотный, влажный тяжелый суглинок.

Данные химического состава (табл. 7) показывают, что этой почве свойственна очень низкая кислотность и в нижних горизонтах реакция приближается к нейтральной. Поглощенные основания накапливаются здесь в очень больших количествах, особенно в подстилках, и равномерно распределяются по профилю, увеличиваясь на глубине около 1 *м* до 40 *мг·экв* на 100 *г* почвы.

Таблица 7

Химический состав почв еловых лесов трассы Ивдель—Обь

№ разреза	Почва	Горизонт	Глубина, *см*	pH солевой	Поглощенные основания, *мг·экв* на 100 *г* почвы			Гумус по Тюрину, %
					$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}+Mg^{\cdot\cdot}$	
440 (67)	Торфянистая с признаками оглеения тяжелосуглинистая	A_0	0—6	5,0	61,25	24,01	85,26	—
		A_1B	6—14	4,3	21,36	7,65	29,01	6,43
		A_1B	14—24	4,6	19,60	7,44	27,04	4,58
		A_1B	24—30	4,7	20,38	8,63	29,01	3,30
		B_1	40—50	5,0	18,82	4,11	22,93	1,04
		B_2	90—100	7,2	31,34	6,68	38,01	1,03
		C	140—150	7,3	32,73	6,86	39,59	—
303 (67)	Торфянисто-перегнойно-глеевая тяжелосуглинистая	A_T	0—5	4,1	45,57	12,23	57,80	—
		A_1	5—10	5,1	68,21	10,19	78,40	23,48
		A_1	20—30	5,8	60,76	9,80	70,56	18,00
		B_1g	40—50	5,7	21,17	4,51	25,68	0,85
		BC_g	80—90	6,5	19,43	6,66	26,09	—
300 (67)	Оторфованная подзолисто-глеевая глинистая	A_0	0—2	4,2	29,40	21,56	50,96	Не опр.
		A_0A_1	2—7	3,6	10,36	6,66	17,02	То же
		A_2g	7—17	3,8	5,10	2,74	7,84	»
		B	25—35	4,1	9,80	7,84	17,64	»
		BC_g	60—70	5,4	14,90	14,18	29,08	»
		BC_g	80—90	5,4	13,67	13,38	27,05	»
309 (67)	Торфянисто-скрыто-подзолисто-глеевая тяжелосуглинистая с белесой присыпкой	A_0	0—5	3,4	13,23	13,23	26,46	»
		A_0A_1	5—9	3,4	5,88	2,20	8,08	13,31
		A_2g	9—15	3,4	3,53	1,18	4,71	2,96
		A_2g	15—22	3,5	4,12	1,81	5,92	1,40
		B_1	22—32	3,6	5,10	2,15	7,25	0,71
		BC	80—90	4,1	14,54	4,67	19,21	0,03
		BC	140—150	4,3	15,29	3,83	19,12	—
255 (66)	Торфяно-болотная среднесуглинистая	A_T	0—6	3,5	20,09	10,29	30,38	Не опр.
		A_T	6—12	3,2	23,52	11,76	35,28	То же
		A_2g	12—22	3,4	1,96	1,96	3,92	»
		A_2g	22—30	3,8	2,35	1,77	4,12	»
		B_g	30—40	3,8	3,72	2,16	5,88	»
		BC_g	55—65	3,8	12,35	7,25	19,60	»
		C_g	115—120	4,1	7,06	5,88	12,94	»
80 (66)	Торфяно-болотная среднесуглинистая	A_T	0—5	3,0	Не опр.			1,96*
		A_T	5—15	3,3	—	—	—	3,87*
		A_2g	15—25	3,6	1,12	0,26	1,38	6,16
		A_2g	25—35	3,7	1,56	0,91	2,47	1,89
		B_g	40—50	3,8	2,74	1,13	3,87	0,07
		B_g	70—80	3,8	5,73	1,17	6,90	0,03

* Зольность.

Разрез 303 заложен у ст. Кершаль (79-й *км* ж.-д. трассы) под пологом ельника зеленомошно-хвощового. Состав древостоя на участке 7Е, 2К, 1Б+С. Напочвенный покров состоит из зеленых мхов, хвоща, брусники, седмичника, местами куртины сфагнума. Поверхность ровная, дренаж слабый.

A_T 0—5 *см.*	Бурая оторфованная подстилка.
A_1 5—35 *см.*	Темно-серый перегнойно-торфянистый, книзу светлее, комковатый иловатый тяжелый суглинок. Переход ясный,
B_{1g} 35—75 *см.*	Желтовато-бурый с ржавыми пятнами мокрый вязкий тяжелый суглинок. Переход постепенный.
BC_g 75—90 *см.*	Бурый с сизыми пятнами вязкий тяжелый суглинок. Встречаются валунчики.

Кислотность в профиле этой почвы, так же как и в рассмотренном выше разрезе, невысокая и очень резко уменьшается с глубиной. Обменные основания накапливаются в большом количестве в аккумулятивных горизонтах, и содержание их резко падает в нижележащей толще.

Разрез 300 заложен у ст. Оус под пологом ельника зеленомошникового. Состав древостоя 6Е, 3Б, 1С, возраст 100—120 лет. Средняя высота 15 *м*, средний диаметр 12 *см*. В напочвенном покрове преобладают зеленые мхи; встречаются хвощ лесной, майник, брусника.

A_0 0—2 *см.*	Неразложившаяся лесная подстилка.
A_0A_1 2—7 *см.*	Грубогумусная масса, густо пронизана корнями растений.
A_{2g} 7—21 *см.*	Сизовато-серый с бурым оттенком тяжелый суглинок. Нижняя граница неясная.
B 21—47 *см.*	Светло-бурая с ржавым оттенком вязкая глина.
BC_g 47—90 *см.*	Сизая вязкая глина.

Данные механического состава показывают (табл. 8), что верхняя часть профиля представлена более легкими отложениями, чем нижняя. В верхних горизонтах преобладают мелкий песок и крупная пыль, тогда как в нижней части почва почти наполовину состоит из ила.

Рассматриваемая почва отличается высокой кислотностью в верхних горизонтах и быстрым уменьшением ее с глубиной. Подстилка характеризуется высоким содержанием поглощенных оснований. Дальнейшее распределение их по профилю связано с механическим составом отложений, и по мере их утяжеления увеличивается количество обменных кальция и магния.

Разрез 309 заложен на слабоволнистой равнине в 1 *км* к северу от ст. Пантынг. В составе древостоя на этом участке принимают участие ель, сосна, береза; встречается кедр, лиственница. Напочвенный покров хвощово-зеленомошный с пятнами сфагнума, вейника лесного, брусники, багульника.

A_0 0—5 *см.*	Неразложившаяся подстилка, состоящая в основном из зеленых мхов, хвои и листьев березы.
A_0A_1 5—9 *см.*	Бурая грубо-гумусная масса, много корней. Нижняя граница ясная.
A_{2g} 9—22 *см.*	Сизовато-серый тяжелый суглинок, с марганцовыми зернами до глубины 35 *см.* Переход языковатый, нижняя граница отчетливая.
B_1 22—53 *см.*	Светло-бурый, с охристо-бурыми и желтовато-бурыми пятнами, тяжелый суглинок своеобразной плитчато-ореховатой структуры. (Впечатление слоистости.) Переход постепенный.
B+BC 53—150 *см.*	Буро-палевый пористый, слоеватый опесчаненный

Таблица 8

Механический состав почв еловых и березовых лесов трассы Ивдель — Обь

№ разреза	Горизонт	Глубина, *см*	Содержание фракций, %, размер частиц, *мм*							
			скелет	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	Σ <0,01
300	A_0A_1	2—7	0,07	10,78	28,41	27,87	5,00	13,11	14,76	32,87
	A_{2g}	7—17	—	7,07	22,79	23,50	12,13	15,75	18,76	46,64
	B	25—35	—	11,19	5,70	20,43	6,50	14,96	41,22	62,68
	BC_g	80—90	—	0,11	5,27	13,15	4,81	19,72	56,94	84,47
309	A_{2g}	9—15	—	0,62	6,60	45,10	6,95	9,95	30,98	47,68
	A_{2g}	15—22	—	0,26	8,80	44,81	8,43	8,07	29,63	46,13
	B_1	32—42	—	0,38	6,83	48,11	9,86	7,96	26,86	44,68
	BC	55—65	—	—	12,30	45,17	6,33	6,89	29,31	42,53
	BC	80—90	0,25	0,62	18,52	50,78	2,19	6,40	21,49	30,08
255	A_{2g}	12—22	—	15,16	42,85	19,22	2,57	10,59	9,61	22,77
	A_{2g}	22—31	—	19,78	39,75	20,26	2,18	9,57	8,46	20,21
	B_g	31—40	1,22	14,74	33,75	24,34	4,72	11,64	9,59	25,95
	B_g	55—65	1,68	16,58	35,92	15,92	3,66	12,72	13,52	29,20
	C_g	115—120	3,75	9,23	43,82	10,45	3,21	8,09	21,45	32,75
490	A_1	5—10	—	4,57	29,23	29,94	3,34	15,26	17,66	36,26
	A_{2g}	10—20	—	5,70	14,08	34,39	4,77	17,35	23,71	46,83
	A_{2g}	20—30	1,61	6,73	12,33	32,46	3,99	16,02	26,86	46,87
	B_1	40—50	2,29	4,18	14,08	27,56	5,55	18,36	28,98	51,89
	B_1	60—70	—	3,35	10,28	28,53	4,21	22,14	31,49	57,84
	B_2	90—100	2,74	3,05	12,63	30,17	4,87	18,96	27,58	51,41
	C	140—150	1,93	3,56	21,76	34,48	4,44	17,77	16,06	38,27
45	A_{2g}	12—20	—	1,71	13,33	43,11	7,41	7,41	27,03	41,85
	B_{1g}	20—30	—	4,82	8,94	45,30	8,29	8,65	24,00	40,94
	B_{1g}	30—40	—	1,33	5,83	47,31	8,73	6,37	30,43	45,53
	BC_g	40—50	—	1,54	12,64	45,97	5,11	5,42	29,32	39,85
	BC_g	65—75	—	2,65	13,11	38,06	8,32	7,14	30,72	46,18
	C	90—100	0,25	2,45	20,24	39,94	6,83	6,42	24,12	37,37

суглинок с обильной белесой присыпкой по граням отдельностей, уплотнен.

Почва формируется на пылевато-иловатых отложениях, в которых пылеватые частицы составляют около 50%.

Отличительной особенностью этой почвы является равномерное распределение фракций по горизонтам. Здесь не только не выражено перемещение ила по профилю, но даже наблюдается некоторое его накопление в верхних горизонтах.

Данные валового химического состава (табл. 9) также свидетельствуют о своеобразии этой почвы. В ней, в отличие от других рассматриваемых выше почв, не наблюдается перемещения веществ, свойственных подзолистым почвам. Более того, верхние горизонты характеризуются отчетливо выраженной биологической аккумуляцией полуторных окислов, кальция, магния и фосфора. Между тем эта почва отличается довольно высокой кислотностью и низким содержанием поглощенных оснований. Средняя часть профиля (9—22 *см*) выделяется по пониженному их содержанию, вероятно, обусловленному элювиальным перемещением. Эту почву отличает также большое содержание гумуса и высокая его подвижность.

Разрез 255 заложен у ст. Нерпья (128-й *км* железной дороги) в ель-

нике долгомошно-багульниковом с куртинами сфагнума и хвоща. Состав древостоя на участке, где заложен разрез 7Е, 2К, 1Л+С,Б.

$A_т$ 0—12 *см.* Торф в верхней части неразложившийся бурый, рыхлый, влажный с неперегнившими корнями. Переход ясный.

A_{2g} 12—30 *см.* Светло-серый (прокрашен гумусом) сырой мелкозернистый легкий суглинок с присыпкой SiO_2, с галечником. Переход языковатый.

B_g 30—65 *см.* Светло-бурый плотный средний суглинок с песком, галечником, присыпкой SiO_2, ниже темнее, коричневатый, влажный, оглеен в нижней части. Переход ясный.

Таблица 9

Валовой химический состав почв еловых и березовых лесов трассы Ивдель — Обь

№ разреза	Горизонт	Глубина, *см*	Потери от прокаливания, %	Si_2O	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$
309	A_0	0—5	89,97	44,26	13,84	2,90	19,64	11,26	8,27	2,90	5,4	40,6
	A_1A_2	5—9	20,70	72,29	11,48	8,73	21,28	1,03	1,86	1,07	10,7	22,0
	A_2	9—15	5,54	75,48	12,15	6,85	19,26	1,84	1,52	0,26	10,5	29,3
	A_2	15—22	3,53	76,20	11,43	6,96	18,49	2,77	1,51	0,10	11,3	29,1
	B_1	32—42	3,15	76,37	11,04	7,95	19,09	1,26	0,67	0,10	11,7	25,5
	B_2	55—65	3,38	76,21	10,31	9,31	19,69	1,35	0,96	0,07	12,5	21,7
	B_2C	80—90	2,65	76,08	11,65	6,82	18,54	1,12	0,94	0,07	11,1	29,7
	C	140—150	5,91	75,29	10,34	9,98	20,37	1,39	0,57	0,05	12,3	20,1
45	A_2B	12—20	6,00	72,42	16,28	0,75	18,97	1,78	1,09	1,94	7,5	257,4
	A_2B	20—30	12,42	70,43	13,61	3,62	20,01	2,77	0,81	2,78	8,8	51,8
	B_1	30—40	5,02	72,72	13,46	1,03	16,29	1,84	0,59	1,80	9,2	187,6
	B_1C	40—50	3,05	77,11	13,74	1,75	16,80	1,95	0,92	1,31	9,5	117,4
	B_1C	65—75	6,00	75,55	12,77	4,55	18,47	1,93	1,01	1,51	10,0	44,3
	C	90—100	2,65	76,22	10,33	3,34	14,94	1,41	0,84	1,27	12,5	60,7

BC_g 65—90 *см.* Бело-сероватый с сизым оттенком мокрый средний суглинок с галечником. Переход постепенный.

C_g 90—120 *см.* Плотный, влажный, сильно оржавленный средний суглинок с обилием песка и гальки.

Почва торфяно-болотная легкого механического состава и характеризуется дальнейшим увеличением кислотности. По абсолютному содержанию поглощенных оснований и распределению их по профилю она близка к рассмотренному выше разрезу.

Разрез 80 заложен в ельнике сфагновом у ст. Пантынг. Строение профиля сходно с разрезом 255 и отличается от него несколько большей мощностью торфа, который характеризуется высокой кислотностью и низкой зольностью. Минеральные горизонты отличаются низким содержанием обменных оснований, несмотря на средне-суглинистый механический состав.

Почвы березовых лесов

Березовые леса приурочены к тем же местоположениям, что и еловые. Это преимущественно заболоченные леса с торфяно-болотными почвами. Чистые березняки распространены меньше, чем смешанные с елью и кедром.

Разрез 490 заложен у ст. Улым-Сос (48-й *км* трассы) на слабоволни-

стом междуречье Лозьвы и Пелыма. Поверхность ровная, мшисто-задерненная, поросшая березняком разнотравным (9Б 10С+Ива). В напочвенном покрове встречаются лобазник, вейник лесной, василек, грушанка, майник, розга золотая, дельфиниум, хвощ, подмаренник северный, княженика, костяника, мхи: этажный, Шребера, кукушкин лен.

A_0 0—2 *см.*	Лесная подстилка, рыхлая с листьями и мхами, с обилием корней и грибных гифов, влажная. Переход ясный.
A_1 2—10 *см.*	Серый влажный, зернисто-крупнопылеватый, рыхлый, средний суглинок с песком, белесой присыпкой, мелким галечником. Переход ясный.
A_{2g} 10—30 *см.*	Серовато-сизый уплотненный, влажный, пылеватый, с песком, мелким галечником, тяжелый суглинок. Переход постепенный.
B_1 30—76 *см.*	Бурая мелкоореховатая с коричневатым налетом по граням отдельностей влажная, плотная глина с галькой и песком. Переход постепенный.
B_2 76—105 *см.*	Светло-бурая плотная, влажная глина, тонкопористая, ореховатая с галькой и гравием. Переход постепенный.
C 105—150 *см.*	Светло-желтоватый влажный, слитный, опесчаненный средний суглинок.

Данные механического состава (см. табл. 8) показывают, что эта почва формируется на глинистых пылеватых опесчаненных суглинках. В профиле ее слабо выражено перемещение ила. Рассматриваемая почва характеризуется невысокой кислотностью. Верхние органогенные горизонты отличаются меньшей кислотностью, чем нижележащие, что обусловлено высокой зольностью подстилок в этих условиях. По этой причине наблюдается высокое накопление обменных оснований в верхней части подстилок. Органогенные горизонты и профиль в целом характеризуются высоким содержанием гумуса.

Разрез 45 характеризует почву березняка мохового, где в составе древостоя значительное участие принимает ель. В напочвенном покрове преобладают зеленые мхи, кукушкин лен, сфагнум, багульник, голубика. Заложен разрез на 317-м *км* трассы.

$A_т$ 0—12 *см.*	Коричневый торфянистый, сверху моховой очес, ниже полуразложившийся с угольками. Переход ясный.
A_{2g} 12—20 *см.*	Белесоватый плотный влажный плитчато-пластинчатый тяжелый суглинок с оржавленными пятнами с ортштейнами. Переход ясный.
B_{1g} 20—40 *см.*	Серый с бурым оттенком, книзу светлее, плотный влажный, тяжелый суглинок, мелкоореховатый с ортштейнами, оржавленными пятнами, гумусирован. Переход языковатый.
BC_g 40—80 *см.*	Светло-бурый влажный плотный тонкопористый тяжелый суглинок, слабо оржавлен, с песком, слабой корневой системой, гумисированными потеками до 50 см. Переход постепенный.
C 80—100 *см.*	Светло-бурый плотный сырой (липкий) тяжелый суглинок с песком.

По механическому составу рассматриваемая почва представлена тяжелыми пылеватыми суглинками. Для профиля этой почвы характерно равномерное распределение ила и физической глины и увеличение содержания песчаных частиц с глубиной. Высокое содержание пыли и ила

в этой почве обусловило сравнительно небольшое содержание SiO_2 в ней. Увеличение опесчаненности отложений с глубиной приводит к повышению количества кремневой кислоты. В целом профиль слабо дифференцирован по валовому составу. Следует, однако, отметить некоторое своеобразие этой почвы. В частности, ее отличает ясно выраженное накопление в верхней части минеральных горизонтов полуторных окислов, кальция, магния, фосфора. Причем более высокие их количества содержатся не в верхнем горизонте, лежащем под слоем подстилки, а на глубине 20—30 *см*. Этому горизонту соответствует и наибольшее содержание гумуса (см. табл. 7). Природа этого горизонта не ясна. Гумусо-иллювиированные горизонты в заболоченных почвах встречаются довольно часто. Не исключено, что это реликтовый гумусовый горизонт, Высокая кислотность в этой почве определена лишь в торфяной толще, характеризующейся сравнительно невысокой зольностью. Эти почвы отличаются высоким содержанием поглощенных оснований, количество которых постепенно уменьшается с глубиной (см. табл. 7).

Разрез 114 заложен у ст. Конда (218-й *км* трассы). По составу древостоя и напочвенного покрова территория, прилегающая к этому разрезу, чрезвычайно сходна с рассмотренной выше и отличается лишь более легким механическим составом пород, особенно в верхней части профиля. Все это создает лучшие условия для разложения органического вещества, поэтому на поверхности почвы накапливается менее мощная (5 *см*) и более зольная оторфованная подстилка, содержащая высокое количество оснований (табл. 10). Кислотность этой почвы вы-

Таблица 10

Химический состав почв березовых лесов трассы Ивдель — Обь

№ разреза	Почва	Горизонт	Глубина, *см*	pH солевой	Поглощенные основания, *мг-экв* на 100 *г* почвы			Гумус по Тюрину, %
					$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}+Mg^{\cdot\cdot}$	
490	Перегнойная подзолисто-глеевая глинистая	A_0	0—2	5,1	37,24	21,56	58,80	—
		A_0A_1	2—5	4,5	6,86	4,70	11,56	18,57
		A_1	5—10	4,1	17,64	7,84	25,48	7,85
		A_{2g}	10—20	4,1	10,00	5,92	15,92	2,46
		A_{2g}	20—30	4,0	11,70	4,96	16,66	1,85
		B_1	40—50	4,3	15,10	8,22	23,32	1,78
		B_1	60—70	4,8	19,79	8,24	28,03	0,89
		B_2	80—100	5,3	18,42	7,45	25,87	0,73
		C	140—150	6,9	22,54	6,66	29,20	0,70
45 (66)	Торфяно-болотная тяжелосуглинистая со вторым гумусовым горизонтом	$A_т$	0—5	4,0	22,20	18,50	40,70	8,72*
		$A_т$	5—12	4,1	29,60	19,50	48,10	12,94*
		B_g	12—20	5,5	26,97	7,23	34,20	2,82
		B_g	20—30	4,9	29,93	3,32	33,26	9,13
		B_g	30—40	5,5	24,75	7,58	32,33	2,26
		BC_g	50—60	5,4	19,22	10,26	29,48	0,65
		BC_g	65—75	5,5	22,21	6,35	28,56	0,59
		C	90—100	5,5	16,21	6,64	22,85	0,20
114 (66)	Торфянисто-глеевая среднесуглинистая	$A_т$	0—5	3,8	26,46	27,44	53,20	27,2*
		A_1B	5—12	3,7	5,10	5,68	10,78	3,61
		B_g	12—22	3,8	3,72	6,86	10,58	2,61
		B_g	22—30	3,7	6,08	6,86	12,94	1,34
		BC_g	40—50	3,7	8,62	4,90	13,52	0,56
		BC_g	75—85	3,8	14,31	6,86	21,17	0,43
		C	90—100	4,4	17,46	6,84	24,30	0,39

* Зольность.

ше, а содержание гумуса ниже, чем в разрезе 45, и в ней не происходит иллювиального накопления гумуса. Он здесь содержится в довольно большом количестве и глубоко пропитывает почвенную толщу.

Подводя итог характеристике свойств лесных почв рассматриваемой территории, следует отметить следующие их особенности.

1. Почвы на легких породах — песчаных, супесчаных и легко-суглинистых — отчетливо дифференцируются на генетические горизонты. В их профиле выделяется мощный белесый подзолистый горизонт и наблюдаются наиболее высокие молекулярные отношения $SiO_2 : Al_2O_3$; $SiO_2 : Fe_2O_3$.

2. По мере утяжеления механического состава уменьшается мощность подзолистого горизонта и степень оподзоленности (молекулярные отношения $SiO_2 : Al_2O_3$ и $SiO_2 : Fe_2O_3$ снижаются вдвое и в пределах профиля резко уменьшаются с глубиной).

3. Среди суглинистых почв под сосновыми лесами встречаются своеобразные почвы с неясно выраженной морфологической оподзоленностью (скрытоподзолистые), но довольно отчетливо дифференцированные по подзолистому типу по некоторым химическим показателям. Молекулярные отношения в таких почвах снижаются, хоть и остаются высокими, и более плавно уменьшаются с глубиной. Суглинистые отложения, на которых формируются эти почвы, содержат в своем составе значительное количество крупных фракций, за счет которых, очевидно, в процессе выветривания происходит постепенное увеличение физической глины. Вследствие этого, а также в результате тяжелого механического состава, затрудняющего нисходящую миграцию веществ, вынос ила и особенно физической глины в процессе почвообразования из верхних горизонтов происходит слабо.

4. Почва под еловыми и березовыми лесами формируется на тяжелосуглинистых и глинистых отложениях. Эти почвы, как правило, оглеены не только в глубоких, но и в поверхностных горизонтах. Профиль таких почв не дифференцирован по механическому и валовому химическому составу. Молекулярное отношение $SiO_2 : Al_2O_3$ постепенно увеличивается с глубиной и имеет наименьшее абсолютное значение. Молекулярное отношение $SiO_2 : Fe_2O_3$ несколько увеличивается в глеевом горизонте по сравнению с нижележащей толщей.

5. Под еловыми и березовыми лесами встречаются почвы с мощным торфяно-перегнойным горизонтом или с двумя горизонтами аккумуляции органического вещества.

6. Почвы избыточно увлажненных типов характеризуются глубокой пропитанностью гумусом (потечногумусовые).

7. В глубоких почвенных горизонтах, чаще в толще суглинистых отложений, наблюдается обильная белесая «присыпка» неясного генезиса.

Содержание основных питательных элементов (N, P, K) в почвах трассы Ивдель — Обь

Содержание питательных элементов в исследованных почвах колеблется в широких пределах. Основная их масса накапливается в лесных подстилках, а в минеральных горизонтах резко падает. Подстилки существенно различаются по содержанию азота, фосфора и калия в зависимости от характера напочвенного покрова и древесного полога. Для суждения о содержании питательных элементов в почвах под разными типами лесов, помимо рассмотренных выше разрезов, были привлечены данные для ряда других разрезов, т. е. почва каждого типа леса охарактеризована средними цифрами по нескольким разрезам.

Определение азота проводилось по методу Кьельдаля, фосфор — по Кирсанову с последующим колориметрированием на ФЭК-56, калий — на пламенном фотометре.

Характерной особенностью распределения калия по профилю почв (рис. 5) является высокое его накопление в подстилках, частичная обедненность средней части профиля и новое увеличение в глубоких горизонтах. Наиболее высоким накоплением калия отличаются почвы еловых лесов, а среди них ельники зеленомошниковые. В подстилках этого типа леса аккумулируется около 155 *мг* калия. Увеличение сфагнума в напочвенном покрове приводит к уменьшению количества калия. Однако наименьшее его содержание соответствует подстилкам ельников-кисличников. Ельники зеленомошно-ягодниковые занимают промежуточное между ними положение.

В подстилках под пологом сосновых лесов наибольшее количество калия также обнаружено в зеленомошных типах леса при абсолютных величинах, близких к ельникам зеленомошниковым. Наименьшее количество калия накапливается в почвах сосняков брусничниковых (около 60 *мг* на 100 *г* почвы). Сосняки сфагновые и зеленомошно-ягодниковые занимают промежуточное положение.

В подстилках березовых лесов, большей частью заболоченных, накапливается небольшое количество калия, однако содержание его по профилю распределяется более равномерно, чем в ельниках и сосняках. Что касается минеральных горизонтов, то калия содержится больше там, где тяжелее почва.

Содержание фосфора в исследованных почвах ниже, чем калия. Тем не менее в подстилках он накапливается до 80 *мг* на 100 *г* почвы. Наибольшее содержание подвижного фосфора наблюдается в ельниках зеленомошниковых и в ельниках кисличниковых, а наименьшее (20—30 *мг* на 100 *г* почвы) — в ельниках сфагновых. Ельники зеленомошно-ягодниковые занимают промежуточное положение (около 50 *мг* на 100 *г* почвы). В сосновых лесах наибольшее содержание фосфора наблюдается там, где в напочвенном покрове больше зеленых мхов. Сфагновые и брусничные типы леса характеризуются почти равным содержанием фосфора в подстилках. В березняках по сравнению с ельниками и сосняками количество фосфора в подстилках несколько выше, и содержание его более равномерно распределяется по профилю.

Азотом почвы исследованной территории обеспечены очень слабо. Наибольшее его количество содержится в почве березняка разнотравного (1,35% в подстилке и 0,27% в горизонте A_1A_2). В ельниках зеленомошниковых количество азота в подстилках составляет 1,3—0,9%, а в сфагновых снижается до 0,8—0,7%. Из сосновых типов леса лучше обеспечены азотом сосняки зеленомошно-ягодниковые и бедны им сосняки брусничниковые.

Из сказанного выше можно сделать выводы:

1. Наиболее обеспечены N, P, K почвы, сформировавшиеся на тяжелых по механическому составу породах, наименее — на песчаных и супесчаных.

2. Самые благоприятные условия для накопления питательных элементов в почвах складываются под пологом березняков разнотравных, а также ельников и сосняков зеленомошниковых.

3. В распределении калия и фосфора по профилю почв выявлена следующая закономерность: высокое накопление в подстилке, резкое снижение содержания в средней части профиля и небольшое постепенное увеличение с глубиной. Содержание азота резко падает при переходе от органогенных к минеральным горизонтам.

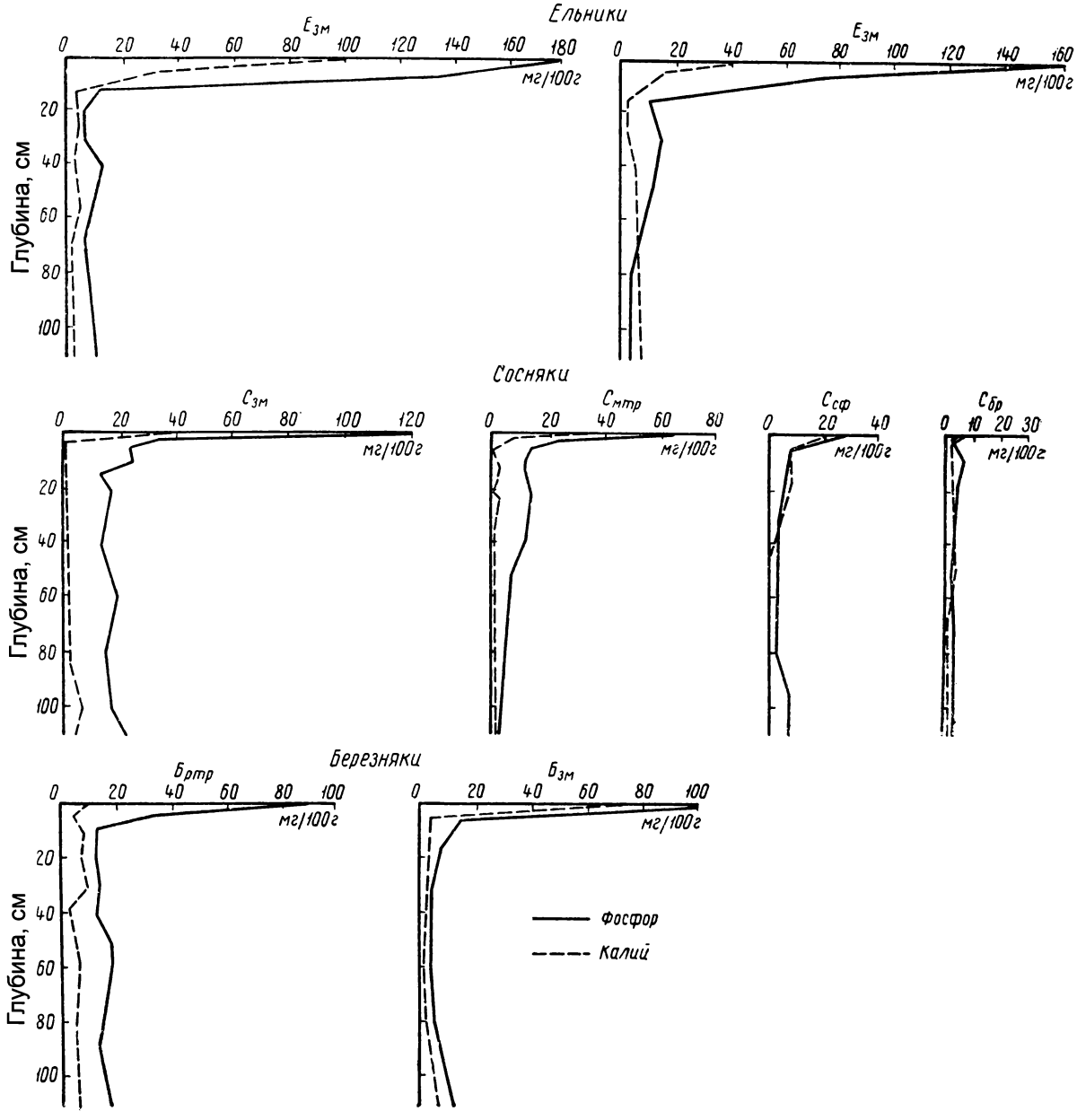

Рис. 5. Содержание подвижных форм фосфора и калия в почвах сосновых, еловых и березовых лесов.

Сосняки: $С_{зм}$—зеленомошниковый, $С_{мтр}$—мелкотравный, $С_{сф}$—сфагновый, $С_{бр}$—брусничный; березняки: $Б_{ртр}$—разнотравный, $Б_{зм}$—зеленомошниковый; $Е_{зм}$—ельник зеленомошниковый.

ЛИТЕРАТУРА

Баулин В. В., Белопухова Г. Б. Многолетняя мерзлота. — Западная Сибирь. М., Изд-во АН СССР, 1963.

Герасимов И. П., Розов Н. Н., Ромашкевич А. И. Почвы. — Там же.

Городков Б. Н., Неуструев С. С. Почвенные районы Уральской области, 1923, вып. 5.

Горчаковский П. Л. Растительность.— Урал и Приуралье. М., «Наука», 1968.

Завалишин А. А. К вопросу о почвообразовании в средней тайге Зауралья.— Почвоведение, 1944, № 4—5.

Караваева Н. А. К проблеме географии почв таежной зоны Западной Сибири.— Тезисы докладов III съезда почвоведов СССР, Тарту, 1966.

Климатологический справочник СССР, вып. 17. Омское управление гидрометеослужбы Л., 1956.

Коляго С. А., Конев Г. И. О почвах под кедровниками в районе нижнего течения р. Оби.— Проблемы кедра, Новосибирск, Изд-во Сиб. отд. АН СССР, 1960.

Кошелева И. Т., Толстихина А. С. К вопросу об окультуривании почв Северного Приобья.— Почвоведение, 1957, № 2.

Крылов Г. В. Леса Западной Сибири. М., Изд-во АН СССР, 1961.

Куницын Л. Ф. Особенности рельефа северных районов Урала и прилегающей части Западной Сибири в связи с тектоническим строением территории.— Проблемы физической географии Урала. М., Изд-во Моск. ун-та, 1966.

Лебедев Б. А. Почвы Свердловской области. Свердлгиз, 1949.

Лебедев Б. А. Почвы нечерноземной полосы Урала.— Труды Ин-та УФАН СССР, 1956, вып. 7.

Маковский В. И. Условия, причины и характер заболачивания лесов междуречья Лозьвы и Пелыма.— Природа и лесная растительность северной части Свердловской области. Труды комиссии по охране природы, 1964, вып. 1.

Маковский В. И. О возрасте торфяников и формировании лесной растительности в подзоне северной тайги.— Зап. Свердл. отд. Всесоюз. бот. о-ва, 1966, вып. 4.

Петров Б. Ф. Наносы и почвы бассейна р. Конды.— Изв. географ. о-ва, 1934, т. 66, вып. 5.

Прокаев В. И., Колесников Б. П. О соотношении между физико-географическим и специализированным районированием.— Изв. Всесоюз. географ. о-ва, 1963, т. 95, вып. 6.

Славный Ю. А., Воробьева Э. С. Осаждение кремнезема из почвенных растворов при замораживании.— Почвоведение, 1962, № 9.

Смологонов Е. П., Никулин В. И. Природные и экономические условия эксплуатации лесов в южной части Уральского Приобья. Свердловск, 1963.

Смолоногов Е. П., Фирсова В. П. Лесорастительные условия и почвы возвышенности Люлин-Вор. — Лесные почвы Урала. Тр. Ин-та биол., 1966, вып. 55.

Сочава В. Б., Исаченко Г. И., Лукичева А. Н. Общие черты географического распространения лесной растительности Западно-Сибирской низменности.— Изв. Всесоюз. географ. о-ва, 1953, т. 85, вып. 1.

Сторожева М. М. О положении южной границы северотаежной подзоны на восточном склоне Уральского хребта.— Зап. Всесоюз. бот. о-ва, 1966, вып. 4.

Уфимцева К. А. Своеобразие почвенного покрова лесной зоны Западно-Сибирской равнины. — Генезис и география почв. М., «Наука», 1966.

Фирсова В. П. К характеристике почв Северного Зауралья.— Почвоведение, 1967, № 3.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 76 ТРУДЫ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ 1970

Г. А. КУЛАЙ, Г. С. ХРЕНОВА

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТРАССЫ ИВДЕЛЬ — ОБЬ

Изучение активности микрофлоры почв железнодорожной трассы Ивдель—Обь проводилось в 1967 г. на ряде разрезов, характеризующих свойства наиболее широко представленных типов почв. Разрезы 300(67) и 303(67) заложены под пологом еловых лесов; 304(67), 305(67) и 310(67) — характеризуют почвы сосновых лесов, а разрез 308(67) — березняка зеленомошно-хвощового. Морфологическое строение и свойства почв первых пяти разрезов рассмотрены в статье В. П. Фирсовой и Б. И. Павлова в настоящем сборнике, поэтому мы приведем морфологическое описание только разреза 308(67), сделанное В. П. Фирсовой.

Разрез характеризует почвы березняка зеленомошно-хвощового. В подросте кедр, сосна, ель. Напочвенный покров представлен зелеными мхами, хвощом лесным, брусникой, вейником, геранью, линнеей северной, седмичником и майником.

A_0' 0—2 *см.* Неразложившаяся подстилка.

A_0'' 2—6 *см.* Бурая полуразложившаяся подстилка.

A_2 6—12 *см.* Белесый с пятнами, затеками легкий суглинок; нижняя граница неровная, но ясная.

B_1 12—23 *см.* Неоднородный по цвету, с темно-бурыми и белесыми пятнами суглинок.

B_2 23—46 *см.* Светло-бурый суглинок с обильной белесой присыпкой и отчетливыми белесыми пятнами.

BC 46—105 *см.* Светло-бурый уплотненный средний суглинок, с обильной белесой присыпкой по граням отдельностей.

BC_g 105—135 *см.* Средний суглинок с охристо-бурыми и сизыми пятнами и полосками, структура ореховатая, непрочно пористая.

Проведенные исследования показали, что микробный ценоз почвы из-под березняка зеленомошно-хвощового наиболее разнообразен и многочислен (табл. 1). Так, валовое содержание микрофлоры в верхней части подстилки составляет 120 млн., а в нижней численность микроорганизмов увеличивается до 307 млн.

Данные по изучению активности физиологических групп микроорганизмов указывают на очень интенсивную их деятельность. Однако следует подчеркнуть, что оживление аммонифицирующих и денитрифици-

рующих бактерий, а также максимальное накопление анаэробных фиксаторов азота ограничено верхними горизонтами почвы, а именно A_0', A_0'', A_2. В более глубоких слоях почвы процесс аммонификации отсутствует, не происходит развития и *Cl. pasteurianum*. Отмечается здесь незначительное присутствие денитрифицирующих бактерий, причем рост их на среде Гильтая не сопровождается выделением газа, что говорит об отсутствии на этой глубине истинной денитрификации.

Микрофлора, учитываемая на плотных питательных средах, довольно активно развивается по всему почвенному профилю. Как видно из приведенных в табл. 1 данных, доминирующее место в микробном ценозе этих почв занимают олигонитрофильные бактерии, составляющие на разной глубине профиля около 80—90% от общего содержания микроорганизмов.

Наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов складываются, очевидно, в горизонте A_0'' на глубине 2—6 *см*. Так, бактерии, усваивающие белковые формы азота, при переходе от горизонта A_0' к A_0'' почти вдвое увеличивают свою численность, а количество микроорганизмов, использующих аммиачные источники азота, возрастает почти в 10 раз, причем отношение бактерий, растущих на КАА, к микрофлоре, выявленной на МПА, составляет 2,3, что указывает на высокую степень минерализации органических веществ. В подзолистом горизонте A_2 наблюдается резкое снижение числа бактерий, растущих на МПА и КАА. Особенно неблагоприятно физико-химические свойства этого горизонта сказываются на развитии бактерий, усваивающих минеральные источники азота. Далее вглубь по профилю отмечается постепенное уменьшение количества бактерий, растущих как на МПА, так и на КАА.

Следует особо отметить, что в поверхностно-подзолистых глееватых почвах под пологом березняка зеленомошно-хвощевого в распаде клетчатки активное участие принимают не только микроскопические грибы, а также актиномицеты и аэробные целлюлозуразлагающие бактерии. Бактерии, разлагающие клетчатку, в этих почвах обнаружены до горизонта B_1, а актиномицеты выявлены в значительном количестве на глубине 55—65 *см*.

Несмотря на интенсивное развитие большинства групп микроорганизмов, количество спорообразующих форм бактерий в этих почвах относительно невелико. Вглубь по профилю содержание их несколько увеличивается, причем максимальная численность бацилл установлена в подзолистом горизонте A_2 (6—12 *см*), в то время как содержание всех других микроорганизмов, учитываемых на плотных питательных средах на этой глубине, резко падает.

Данные изучения биологической активности показали, что деятельность окислительных ферментов очень низкая. Нам удалось обнаружить весьма низкую активность пероксидазы и лишь следы деятельности полифенолоксидазы. Из гидролитических ферментов, несмотря на достаточно высокую активность инвертазы и уреазы, присутствие протеазы в этих почвах нам выявить не удалось ни в одном генетическом горизонте этого профиля. Следует указать, что максимальная деятельность инвертазы и уреазы проявляется лишь в подстилках. Далее вглубь по профилю содержание всех ферментов падает, что практически сводит их деятельность к нулю.

Таким образом, поверхностно-подзолистые глееватые почвы березняка зеленомошно-хвощового, обладая высокой биогенностью и широким микробным спектром, характеризуются и относительно высокой деятельностью некоторых гидролитических ферментов, причем установлена

Таблица 1

Содержание микроорганизмов и биологическая активность почвы под пологом березовых лесов (разрез 308—67)

Глубина, *см*	Горизонт	Общее число микроорганизмов	Колич. микроорганизмов, *тыс/г* абсолютно сухой почвы										Ферменты				
			аммонификаторы	денитрификаторы	маслянокислые	целлюлозуразлагающие	на МПА	на КАА	на Эшби-агаре	спорообразующие	грибы	актиномицеты	инвертаза, *мг* глюкозы	протеаза, *мг* NH_4	уреаза, *мг* NH_4	пероксидаза	полифенолоксидаза
																мг пурпургаллина	
0—2	A_0'	120 589	773	773	28	773	4033	2469	111 049	15	503	177	260	0	2,33	0,2	Сл.
2—6	A_0''	307 174	821	293	29	70	7805	19 953	276 995	18	487	704	230	0	0,32	0,1	»
6—12	A_2	44 063	192	370	40	9	3550	850	38 905	52	11	89	3	0	0,44	0,2	»
15—20	B_1	4509	0	0	0	13	585	358	3513	23	5	15	6	0	Сл.	Сл.	»
25—35	B_2	4379	0	32	0	0	191	236	3895	1	0	25	2	0	0,03	0,2	»
55—65	BC	2380	0	7	0	0	236	189	1889	0,6	0	59	1	0	Сл.	Сл.	»
110—115	BC_g	3550	0	32	0	0	65	129	3311	0	0	0	1	0	0,03	0,1	»

Таблица 2

Содержание микроорганизмов и биологическая активность почвы под пологом еловых лесов

№ разреза	Глубина, *см*	Горизонт	Общее число микроорганизмов	Колич. микроорганизмов, *тыс/г* абсолютно сухой почвы										Ферменты				
				аммонификаторы	денитрификаторы	маслянокислые	целлюлозуразлагающие	на МПА	на КАА	на Эшби-агаре	спорообразующие	грибы	актиномицеты	инвертаза, *мг* глюкозы	протеаза, *мг* NH_4	уреаза, *мг* NH_4	пероксидаза	полифенолоксидаза
																	мг пурпургалина	
300 (67)	2—7	A_0A_1	84276	20	71	6	7	6279	2393	74644	95	746	24	94	2,5	0,28	0,3	0,2
	7—17	A_2	68702	31	75	3	0	125	714	67663	3	14	75	6	0	0,01	Сл.	Сл.
	25—35	B_1C_g	10039	0	0	0	0	795	113	8972	0	0	0	1	0	Не опр.	0,15	0,15
	60—70	B_2C_g	5967	9	9	0	0	220	454	5278	0	0	0	3	0	»	0,12	0,17
303 (67)	5—10	$A_{1т}$	13565	292	817	127	0	584	3662	8060	7	17	0	27	0,5	0,15	0,2	0,15
	10—20	$A_{1т}$	10708	83	830	232	0	166	544	8803	2	50	0	7	0	0,10	0,1	Сл.
	20—30	$A_{1т}$	15937	22	22	91	0	163	4182	11454	5	1	0	2	0	0,09	0,2	0,12
	40—50	$B_{1тg}$	2275	0	0	281	0	468	120	1405	1	0	0	1	0	0,01	0,1	Сл.
	80—90	BC_g	4571	0	0	17	0	1302	83	3092	0	0	0	3	0	0,01	Сл.	»

довольно четкая корреляция между количеством аммонификаторов, бактерий, растущих на МПА и КАА, с активностью уреазы, принимающей участие в процессах аммонификации органических веществ. В отношении других ферментов подобной зависимости мы не наблюдали.

В ельниках-зеленомошниках изучение микробиологической деятельности и биологической активности проводилось в оторфованной подзолисто-глеевой глинистой почве разреза 300(67) и торфянисто-перегнойно-глеевой тяжелосуглинистой почве разреза 303(67).

Как видно из приведенных данных табл. 2, по общему содержанию микрофлоры оторфованная подзолисто-глеевая глинистая почва значительно богаче по сравнению с торфянисто-перегнойно-глеевой. Однако процессы аммонификации органических веществ под пологом еловых лесов наиболее энергично идут в торфянисто-перегнойно-глеевой почве разреза 303(67). Обильное же развитие денитрифицирующих бактерий, несмотря на высокую степень аммонификации, приводит к обеднению этих почв подвижными формами азота. Большим количеством представлены в торфянисто-перегнойно-глеевой почве также и анаэробные фиксаторы азота *Cl. pasteurianum*. Следовательно, судя по содержанию аммонифицирующих и денитрифицирующих бактерий, а также анаэробных фиксаторов азота, наибольшей активностью отличаются верхние горизонты торфянисто-перегнойно-глеевой тяжелосуглинистой почвы, чем оторфованной подзолисто-глеевой суглинистой почвы.

По количеству микроорганизмов, учитываемых на МПА, особенно резкие различия установлены в самых верхних горизонтах этих двух почв, с большим преимуществом в содержании бактерий в горизонте A_0A_1 (2—7 *см*) оторфованной подзолисто-глеевой почвы (более чем в 10 раз). Необходимо отметить, что при переходе от верхних горизонтов к нижним в профиле этой почвы наблюдаются значительные колебания численности микроорганизмов на МПА, причем особенно резкие изменения отмечены при переходе от горизонта A_0A_1 к горизонту A_{2g}.

Бактерии, растущие на КАА, обильно накапливаются в почвах еловых лесов, с максимальным развитием их в горизонте A_1 торфянисто-перегнойно-глеевой тяжелосуглинистой почвы. Необходимо обратить внимание на чрезвычайно высокое соотношение К:М в этой почве. В нижней части гумусового горизонта на глубине 20—30 *см* оно равняется 25. Это указывает на высокую степень минерализационных процессов в горизонте A_1.

Спорообразующие формы бактерий в почвах под пологом еловых лесов представлены малым числом, причем развитие их ограничено пределами верхних горизонтов. То же самое можно сказать и в отношении микроскопических грибов, деятельность которых сосредоточена главным образом в горизонтах A_0A_1 (2—7 *см*), $A_т$ (5—10 *см*) и A_1 (10—20 *см*).

Самой многочисленной группой в этих двух почвах оказалась олигонитрофильная. Содержание олигонитрофильных бактерий в оторфованно-подзолисто-глеевой почве в верхних горизонтах A_0A_1 и A_{2g} более 74—67 млн. Вглубь по профилю количество олигонитрофилов снижается до 5 млн. В торфянисто-перегнойно-глеевой почве в нижней части перегнойного слоя число олигонитрофилов несколько увеличивается, а при переходе в минеральную часть профиля содержание их резко падает.

В почве ельника-зеленомошника, приуроченного к оторфованно-подзолисто-глеевой глинистой почве, в верхних ее слоях отмечено развитие актиномицетов. Таким образом, учитывая довольно высокое развитие микроскопических грибов, наличие актиномицетов и присутствие целлюлозуразлагающих бактерий, можно заключить, что разложение клетчатки в оторфованно-подзолисто-глеевой почве разреза 300(67) идет не

только активней, но и более полно по сравнению с торфяно-перегнойной почвой, где распад клетчатки осуществляется исключительно благодаря деятельности микроскопических грибов, содержание которых в этих почвах не превышает 50 тыс. на 1 *г* абсолютно-сухой почвы.

Судя по деятельности ферментов, наиболее высокой суммарной биологической активностью также отличается оторфованно-подзолисто-глеевая глинистая почва. Так, деятельность инвертазы, протеазы и уреазы в верхних горизонтах этой почвы значительно выше по сравнению с торфянистым слоем разреза 303(67). В отношении активности пероксидазы и полифенолоксидазы каких-либо существенных различий в этих двух почвах под пологом еловых лесов нами не обнаружено. И в том и в другом случаях активность окислительных ферментов весьма низкая.

Таким образом, в торфяно-перегнойно-глеевой почве направленность микробиологических процессов имеет своеобразный характер. Наряду с умеренным развитием микрофлоры, процессы минерализации органического вещества в перегнойном горизонте идут весьма интенсивно, при слабом развитии целлюлозуразлагающих микроорганизмов и низкой ферментативной активности. В оторфованно-подзолисто-глеевой глинистой почве установлено значительное накопление микроорганизмов, но доминируют олигонитрофилы, составляющие 88—98% микробного ценоза этого профиля. Разложение же клетчатки в этой почве происходит энергично с участием микроскопических грибов, актиномицетов и целлюлозуразлагающих бактерий. Интенсивный распад гемицеллюлоз подтверждается также высокой инверсией углеродсодержащих веществ в этих почвах. Однако дальнейшая минерализация здесь замедляется, благодаря слабому развитию аммонифицирующих микроорганизмов и бактерий, растущих на крахмало-аммиачном агаре, несмотря на несколько повышенное содержание протеалитических ферментов по сравнению с торфяно-перегнойно-глеевой почвой.

Изучение микробиологической активности почв, занятых сосновыми лесами, проводилось в трех типах насаждений, произрастающих на сильно подзолистых легкосуглинистых почвах и песчаных подзолах.

Результаты исследований показали (табл. 3), что наиболее обильно населены микрофлорой сильно подзолистые почвы сосняка зеленомошно-брусничного разреза 304(67). Общее количество бактерий в горизонте A_1A_2 исчисляется 21 млн. Однако главную часть микробного населения этого горизонта составляют олигонитрофильные бактерии (91,8%). С переходом к горизонту A_2 происходит резкое уменьшение общей численности микроорганизмов, в том числе и олигонитрофилов, причем процентное содержание их продолжает оставаться весьма высоким — более 90%.

Максимальное развитие бактерий, растущих на МПА, сосредоточено также в верхнем горизонте. С переходом к нижележащим слоям профиля содержание этой группы микроорганизмов колеблется незначительно, и лишь в горизонте С мы не обнаружили их.

Бактерии, развивающиеся за счет аммиачных источников азота (КАА), концентрируются в почвах этого типа, главным образом на глубине 6—10 *см*, а затем количество их настолько уменьшается, что в микробном ценозе они составляют незначительный процент. В горизонте С эта группа микроорганизмов, как и бактерии на МПА, также не обнаружена.

Содержание спорообразующих форм бактерий весьма низкое, и развитие их сосредоточено в пределах самого верхнего слоя почвы.

Разложение клетчатки наиболее интенсивно происходит в горизонте A_1A_2. Причем в этом процессе принимают участие здесь, кроме микро-

Таблица 3

Содержание микроорганизмов и биологическая активность почвы под пологом сосновых лесов

№ разреза	Глубина, *см*	Горизонт	Общее число микроорганизмов	Колич. микроорганизмов, *тыс/г* абсолютно сухой почвы										Ферменты				
				аммонификаторы	денитрификаторы	масляно-кислые	целлюлозуразлагающие	на МПА	на КАА	на Эшби-агаре	спорообразующие	грибы	актиномицеты	инвертаза, *мг* глюкозы	протеаза, *мг* NH_4	уреаза, *мг* NH_4	пероксидаза	полифенолоксидаза
																	мг пурпургалина	
304 (67)	2—6	A_0	21 005	74	31	6	25	1421	103	19 298	7	56	0	29	0,15	1,20	0,2	Сл.
	6—10	A_2	5875	29	7	6	0	117	380	5327	2	5	0	1	0	0,06	Сл.	»
	20—30	B_1	1012	0	0	0	0	234	17	761	0	0	0	1	0	0,07	»	»
	70—80	BC	121	0	0	0	0	105	17	0	0	0	0	0	0,5	0,05	»	»
	110—120	C	1588	0	0	0	0	0	0	1588	0	0	0	0	0,30	0,12	0,1	0,3
310 (67)	2—7	A_0''	2087	33	326	33	6,5	783	529	845	0	96	6	230	6,60	1,4	0,12	Сл.
	7—17	A_2	523	7	28	0	0	395	40	56	0	5	0	0,3	0	0,07	Сл.	»
	17—26	BhFe	831	0	29	15	0	647	53	58	0	3	29	1,5	0	0,06	»	0,44
	30—40	B_2	721	0	17	0	7	330	92	198	0	12	0	1	0	0,02	0,34	0,15
	50—60	BC_g	1339	0	75	0	7,4	685	19	374	0	13	0	0,6	0	Сл.	Сл.	Сл.
	90—100	BC_g	2597	0	813	0	15	49	0	1684	0	8	0	0	0	»	»	»
305 (67)	0—2	A_0	2724	302	302	603	36	1165	139	603	0	123	7	21	10,0	0,40	»	»
	2—5	A_1A_2	4361	62	206	0	6	1630	154	2251	0	33	21	3	0,5	0,13	»	»
	6—15	A_2	2593	63	62	0	0	1185	41	1199	0	30	5	1	0,30	0,07	»	»
	20—30	B_1	666	6	13	0	0	309	15	154	0	15	0	2	0	0,04	»	»
	40—50	B_2	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Сл.	»	»
	110—120	C	497	0	14	0	0	267	0	213	0	5	0	0	—	0,05	»	»

скопических грибов, аэробные целлюлозуразлагающие бактерии. Присутствие актиномицетов в почвах этого типа под пологом сосновых лесов не выявлено.

Данные ферментативной активности указывают на слабую инверсию углеродсодержащих веществ в этих почвах. Наиболее высокая деятельность протеалитических ферментов — протеазы и уреазы сосредоточена в горизонте A_1A_2. Окислительные процессы, судя по ничтожному количеству пероксидазы и полифенолоксидазы, выражены здесь слабо.

Разрез 310(67), также характеризующий легкосуглинистую сильно подзолистую почву, по активности микробиологических процессов существенно отличается от рассмотренного выше. Определяется это степенью дренированности местности и характером напочвенного покрова.

Развитие физиологических групп микроорганизмов интенсивнее происходит в той почве, где дренированность выше,— разрез 304 (67). Деятельность аммонификаторов и анаэробных азотфиксирующих бактерий здесь также сосредоточена в подстилке. Денитрификация идет более активно и отмечена во всей толще почвенного профиля, но достигает максимального развития на глубине 90—100 *см*. Здесь же наблюдается значительное увеличение олигонитрофильных бактерий. Бактерии на МПА, усваивающие азот органических соединений, накапливаются в подстилке, а в минеральных горизонтах количество их резко падает. В иллювиальном горизонте, подобно разрезу 304(67), происходит некоторое увеличение бактерий, растущих на мясо-пептонном агаре. Развитие бактерий, использующих аммиачные формы азота, идет здесь наиболее энергично, особенно в горизонте A_0''. С переходом к следующим слоям профиля отмечено резкое снижение численности микрофлоры, растущей на КАА. Количество олигонитрофильных бактерий с переходом от горизонта A_0 к A_2 заметно уменьшается, а затем, как это указывалось выше, вновь увеличивается и достигает максимального развития в нижней части профиля.

Основная роль в разложении клетчатки в этих почвах принадлежит микроскопическим грибам, так как содержание актиномицетов и целлюлозуразлагающих бактерий весьма незначительное, причем развитие их сосредоточено только в подстилках.

Процессы окисления органических веществ, судя по активности пероксидазы и полифенолоксидазы, в почве разреза 310 (67) протекают более активно, чем в почве под пологом сосняка зеленомошно-брусничного,— разрез 304 (67). Аналогичные данные получены и по активности инвертазы. Так, инверсия углеродсодержащих веществ в почве разреза 310(67) почти в 10 раз выше по сравнению с почвой разреза 304(67). Она отличается также и более высокой активностью протеалитических ферментов. Однако следует указать, что активность протеазы ограничена верхним слоем профиля, т. е. деятельность ее проявляется лишь в подстилке.

Микробные ценозы песчаных подзолов состоят в основном из представителей двух групп микроорганизмов: бактерий, развивающихся на белковых средах, и олигонитрофилов. Процессы аммонификации и денитрификации в этой почве — разрез 305(67) — идут довольно энергично, особенно в подстилке. В горизонте A_1A_2 аммонификация резко снижается, а активность денитрификации продолжает оставаться высокой. В подзолистом горизонте процессы аммонификации и денитрификации вновь уравновешиваются. Далее вглубь по профилю развитие аммонифицирующих бактерий не происходит и отмечается едва заметное накопление денитрификаторов. Анаэробные азотфиксирующие бактерии концентрируются в самых верхних слоях почвы. Распространение бактерий, рас-

тущих на МПА, в пределах 0—15-сантиметровой толщи сравнительно равномерное. В горизонте B_1 наблюдается резкое снижение их численности, а на глубине 30—40 *см* не обнаружено никаких следов микробиологической деятельности, что связано с низкой влажностью почвы на этой глубине. В следующем за ним горизонте С, влажность которого увеличивается с 3 до 6,5% по сравнению с вышележащим слоем почвы, отмечено развитие почти всех основных представителей почвенной микрофлоры. В песчаных подзолах бактерии, развивающиеся за счет минеральных источников азота, накапливаются в незначительном количестве и в микробном ценозе не превышают 5%.

Разложение клетчатки осуществляется в основном микроскопическими грибами и актиномицетами, а в подстилке, кроме этих двух групп микроорганизмов, принимают участие в распаде гемицеллюлоз и аэробные целлюлозуразлагающие бактерии.

По суммарной биологической активности эти почвы имеют также очень низкие показатели. Причем, наблюдается весьма незначительная активизация инвертазы и протеазы лишь в подстилке, а слабая деятельность уреазы — по всему почвенному профилю. Окислительные ферменты не обнаружены.

Резюмируя полученные данные по микробиологической и ферментативной активности почв, занятых различными типами сосновых насаждений, следует указать, что процессы превращения органических веществ идут очень медленно. Бо́льшей биогенностью обладают сильноподзолистые легкосуглинистые почвы, подстилаемые песком. Однако микробный ценоз их состоит почти исключительно из представителей олигонитрофильных микроорганизмов. Поэтому, очевидно, эти почвы отличаются и наименьшей ферментативной активностью. Самые низкие показатели по валовой численности микроорганизмов установлены в сильно подзолистой почве на глине — разрез 310(67), вместе с тем микробный спектр их более богат. В этой почве развитие основных групп микроорганизмов происходит почти равномерно, а олигонитрофильные бактерии являются доминантами лишь в горизонте BC_g на глубине 90—100 *см*. Суммарная биологическая активность в значительной степени обусловлена деятельностью бактерий, обладающих мощным ферментативным аппаратом, поэтому, вероятно, в почве разреза 310(67) биологическая активность наиболее высокая по сравнению с другими почвами сосновых лесов.

Таким образом, изучение микрофлоры почв вдоль железнодорожной трассы Ивдель — Обь показало, что специфика формирования микробных ценозов определяется как типами почв, так и характером лесных насаждений. По микробиологическим показателям изученные почвы имеют общие черты с микрофлорой почвенных типов Севера. Так, в работах многих исследователей указывается на преобладание в северных почвах бактерий, растущих на МПА (Мазилкин, 1955; Жукова, 1956; Рыбалкина, 1957; и др.). Они указывают также на низкое содержание спорообразующих форм бактерий. Слабое развитие микроскопических грибов в условиях Крайнего Севера отмечено во многих работах (Крисс, 1947; Сушкина, Рыжова, 1956). Распад клетчатки преимущественно носит в этих почвах «грибной» характер. Вследствие недостаточного развития микроскопических грибов разложение растительных остатков в северных почвах идет чрезвычайно медленно. На присутствие олигонитрофильных бактерий в северных почвах указывают И. Е. Мишустина (1955), Т. В. Аристовская (1957). Изучение азотфиксирующей деятельности в условиях Севера показало, что накопление азота идет главным образом за счет анаэробного фиксатора типа *Cl. pasteurianum* и в какой-

то мере запасы азота пополняются благодаря обильному развитию олигонитрофильных бактерий. В литературе имеются указания на слабую деятельность аммонификаторов в почвах Якутии (Мазилкин, 1955).

Сравнивая микробиологическую активность лесных почв трассы Ивдель — Обь, мы пришли к заключению, что наиболее активно процессы, вызываемые деятельностью микрофлоры, протекают в поверхностно-подзолистых глеевых почвах под пологом березняка зеленомошно-хвощевого, на что указывают не только высокая биогенность этой почвы, богатый микробный спектр, но также повышенная суммарная биологическая (ферментативная) деятельность по сравнению с другими типами почв еловых и сосновых насаждений.

В оторфованной подзолисто-глеевой глинистой и торфянисто-перегнойно-глеевой тяжелосуглинистой почвах, приуроченных к еловым лесам, направленность микробиологических процессов характерна для почв торфяного типа. Доминирующее место в микробном ценозе этих почв принадлежит олигонитрофилам. Максимальное же накопление основных групп микроорганизмов, минерализующих органические вещества в начальных стадиях, сосредоточено в торфяном слое, причем распад клетчатки здесь идет неглубоко в связи со слабым развитием бактерий, усваивающих аммиачные формы азота.

Наиболее бедными в микробиологическом отношении оказались сильно подзолистые почвы и песчаные подзолы, занятые сосновыми лесами. Ферментативная активность этих почв также весьма низкая.

Изучение микробиологической деятельности и ферментативной активности показало, что почвы, имеющие широкий микробный спектр, отличаются и большей биологической активностью.

ЛИТЕРАТУРА

Аристовская Т. В. Некоторые особенности микрофлоры подзолистых почв северо-западной части СССР.— Работы Центрального музея почвоведения, вып. 2. М., Изд-во АН СССР, 1957.

Жукова А. Е. Микробиологические исследования целинных почв Кольского полуострова. — Микробиология, 1956, т. 24, вып. 5.

Крисс А. Е. Микроорганизмы тундровых и полярнопустынных почв Арктики.— Микробиология, 1947, т. 16, вып. 5.

Мазилкин И. А. Микробиологическая характеристика дерново-лесных почв Центральной Якутии. — Труды Ин-та биол. Якут. фил. АН СССР, 1955, вып. 1.

Мишустина И. Е. Олигонитрофильные микроорганизмы почвы.— Труды Ин-та микробиологии АН СССР, 1955, вып. 4.

Рыбалкина А. В. Микрофлора тундровых подзолистых и черноземных почв.— Микрофлора почв европейской части СССР, М., Изд-во АН СССР, 1967.

Сушкина Н. Н., Рыжкова Н. С. О микрофлоре почв западного побережья Новой Земли.— Докл. АН СССР, т. 106, № 5, 1956.

Фирсова В. П., Павлов Б. И. Почвы вдоль трассы железной дороги Ивдель — Обь. Статья в настоящем сборнике.

СОДЕРЖАНИЕ

В. П. Фирсова. Особенности почвообразования в северотаежной подзоне Урала 3
В. П. Фирсова, М. И. Дергачева. Состав гумуса и свойства почв кедровых лесов Северного Урала 18
Г. А. Кулай. Особенности формирования микробных ценозов в горно-лесных почвах Северного Урала 29
Г. С. Хренова. Ферментативная активность некоторых горно-лесных почв Северного Урала 50
Т. С. Павлова. Изучение обмена минеральных элементов между растительным покровом, хвоей и почвой в двух типах кедровых лесов Северного Урала 58
В. П. Фирсова, Г. А. Кулай, Г. С. Хренова. Свойства, состав микрофлоры и ферментативная активность лесных почв северотаежной подзоны Западно-Сибирской низменности 66
В. П. Фирсова, Б. И. Павлов. Почвы вдоль трассы железной дороги Ивдель — Обь 88
Г. А. Кулай, Г. С. Хренова. Микробиологическая характеристика почв железнодорожной трассы Ивдель — Обь 115

ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ УРАЛА И ЗАУРАЛЬЯ

РИСО УФАН СССР,
СВЕРДЛОВСК, К-49,
ПЕРВОМАЙСКАЯ, 91

Редактор изд-ва *Н. М. Васильева*
Техн. редактор *Н. Р. Рабинович*
Корректоры *К. Ушакова, М. И. Зубринская*

РИСО УФАН СССР № 458 11(69). НС 17210. Подписано к печати 1/XII 1970 г. Формат 70×108/16. Бумага типографская № 1. Печ. л. 7,75. Уч.-изд. л. 11,3. Тираж 1100. Заказ 80. Цена 1 р. 13 к.

Типография изд-ва «Уральский рабочий». Свердловск, пр. Ленина, 49.