

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ В СТРОЕНИИ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СОСНЫ В БОРОВЫХ ТИПАХ УСЛОВИЙ МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. ПАТРАНИН

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В 1955—1956 годах, работая в Чагодощенском, Бабаевском, Рослятинском и Никольском лесхозах Вологодской области, мы собрали материал о строении корневых систем сосны в разных типах условий местопроизрастания.

В юго-восточной части Вологодской области — в Рослятинском и Никольском лесхозах обследованием были охвачены сосняки-брусничники и сосняки бруснично-лишайниковые; в юго-западной части в Бабаевском и Чагодощенском лесхозах — сосняки-брусничники, бруснично-вересковые и вересково-лишайниковые.

Обследованные участки являются вырубками 1952—1940 и 1932 годов, на которых были произведены лесные культуры или произошло естественное возобновление сосны до 6000—8000 деревьев на гектар.

Типы условий местопроизрастания и типы леса, выделенные акад. В. Н. Сукачевым в борах таежной зоны, являются конкретными и довольно устойчивыми категориями. Они характеризуются не только свойственными им особенностями в восстановлении на вырубках сосны и в определенной интенсивности ее роста, но и особенностями в строении корневых систем.

Произведенные раскопки корневых систем как в культурах сосны, так и у сосен естественного возобновления, позволяют заключить, что в зависимости от типа боровых условий в строении корневой системы имеются свои особенности\* (табл. 1). В условиях сосняков-брусничников корневая система в большинстве случаев (79%) хорошо развита, с глубоко проникающими вертикальными корнями (рис. 1). У части обследованных деревьев (21%) стержневой корень имел наклонное направление, причем у большинства экземпляров он раздваивался (рис. 2). Следует отметить также, что при наклонном положении стержневой корень достигает меньшей глубины (табл. 2)\*\*.

\* Всего раскопано 122 учетных дерева на 16 пробных площадях.

\*\* Случаи с деформированной корневой системой при посадке учитывались отдельно.

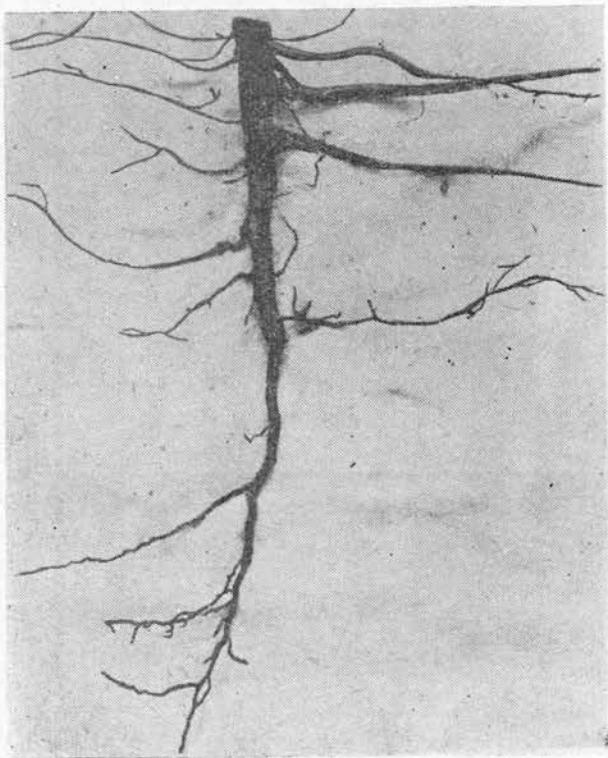


Рис. 1. Корневая система сосны с вертикальным стержневым корнем. Посев 3 лет.

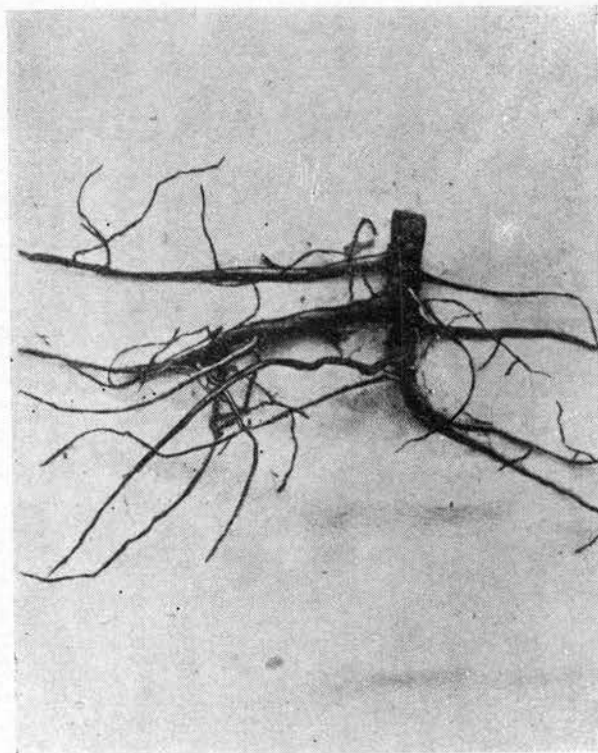


Рис. 2. Корневая система сосны с наклонным стержневым корнем. Посев 3 лет.

Таблица 1

## Результаты раскопок корневых систем в типе леса сосняк-брусничник

Направление корневых систем	Количество учетных деревьев в лесхозах					
	Бабаевском		Росляковском и Никольском		всего	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Вертикальное . . . . .	15	71,5	18	85,5	33	78,5
Наклонное . . . . .	6	28,5	3	14,5	9	21,5
Горизонтальное . . . . .	—	—	—	—	—	—
Всего . . . . .	21	—	21	—	42	—

Таблица 2

## Глубина проникновения вертикальных и наклонных стержневых корней в типе леса сосняк-брусничник

Метод производ- ства культур	Год произ- вод- ства	Сред- няя высо- та в см	Основ- ное откло- нение в см	Пока- затель точ- ности в %	Кэф- фици- ент вари- ации в %	Глубина проникно- вания стержневого корня (миним.— максим.) в см	
						вертикаль- ного	наклонного

## Бабаевский лесхоз

Посев . . .	1950	73,2	2,6	3,5	27,2	38—68	40
Посадка . .	1952	71,8	1,9	2,7	21,0	42—69	34—66
" . . . . .	1953	58,8	3,2	3,2	25,1	38—66	18—39

## Рослятинский и Никольский лесхозы

Посев . . .	1950	53,0	1,4	2,9	23,2	23—61	15—19
" . . . . .	1951	59,4	1,7	2,8	21,7	26—51	20
" . . . . .	1953	28,2	0,7	2,5	17,7	21—53	—

У деревьев естественного возобновления в возрасте 20 лет стержневые и якорные корни проникают на глубину более 2 м, причем на глубине 1,5 м ясно определяется образование второго яруса горизонтальных корней (рис. 3). Горизонтальные корни отходят от вертикальных стержневых корней на всем протяжении, причем на генетический горизонт  $A_0 A_1$  у одной сосенки приходится в среднем 2—3 горизонтальных корня, на горизонт В — 3—4 корня. Наиболее длинные горизонтальные корни (140 см) наблюдались в посевах 1950 года, они расположены также в горизонтах  $A_1$  и  $A_2$  (рис. 4).

По достижении плотного оршштейнового горизонта, который встречается во всех обследованных типах боровых условий местопроизрастания, стержневой корень образует колено и дальнейший его рост продолжается в горизонтальном направлении (рис. 5).

В бруснично-вересковых и бруснично-лишайниковых типах леса одновременно с вертикальными и наклонными стержневыми корнями можно встретить стержневой корень с горизонтальным направлением (рис. 6). В этих типах леса сосенки с вертикальным стержневым корнем составляли 40%, с наклонным — 38% и с горизонтальным — 22% (табл. 3).

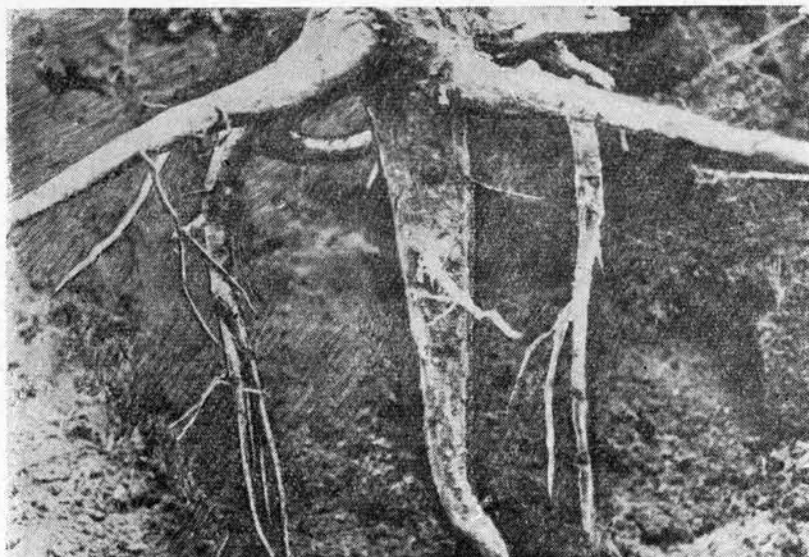


Рис. 3. Корневая система сосны с вертикальным стержневым и якорными корнями. Естественное возобновление в возрасте 20 лет.

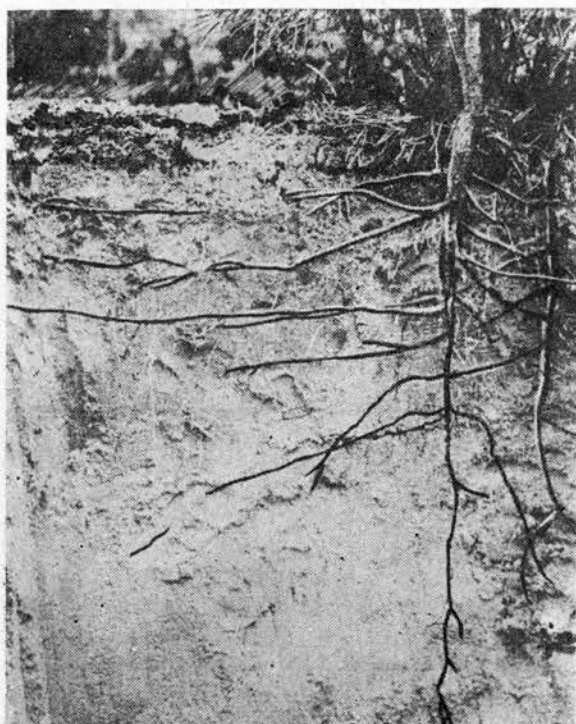


Рис. 4. Расположение боковых горизонтальных корней по генетическим горизонтам почвы. Посев сосны 4 лет в площадку.

Таблица 3

Результаты раскопок корневых систем в типах леса сосняк вересково-лишайниковый (Бабаевский лесхоз) и бруснично-лишайниковый (Рослятинский лесхоз)

Направление стержневых корней	Количество учетных деревьев в лесхозах:					
	Бабаевском		Рослятинском и Никольском		всего	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Вертикальное . . . . .	6	28,6	9	55	15	40,5
Наклонное . . . . .	9	43	5	31,4	14	38
Горизонтальное . . . . .	6	28,4	2	12,6	8	21,5
Всего . . . . .	21	—	16	—	37	—

Глубина проникновения вертикального стержневого корня в этих типах условий местопроизрастания заметно уменьшается (табл. 4).

Таблица 4

Глубина проникновения стержневого корня в типах леса сосняк бруснично-вересковый и сосняк лишайниково-брусничный

Метод производства	Год производства	Средняя высота в см	Основное отклонение в см	Показатель точности в %	Коэффициент вариации в %	Глубина проникновения стержн. корней (мин.—макс.) в см		Длина горизонт. стержн. корней (мин.—макс.) в см
						вертик.	наклон.	
Бабаевский лесхоз								
Естественное возобновление 5 лет	—	47,8	2,0	4,2	32,8	38—49	32—42	—
Посев . . . . .	1950	45,3	1,9	4,1	32,3	20	13—21	18—61
Посадка . . . . .	1951	54,8	2,5	5,5	35,1	39	11—26	36—48
Рослятинский лесхоз								
Посев . . . . .	1951	41,4	1,3	4,0	31,4	18—35	14—24	63

При сопоставлении табл. 3 и 4 видно, что в Рослятинском лесхозе минимальное и максимальное проникновение вертикального стержневого корня культуры посева 1951 года в типе леса сосняк-брусничник имеют 26 и 51 см, а в лишайниково-брусничном типе 18—35 см. Глубина проникновения наклонного стержневого корня также значительно меньше в последнем типе леса. Возьмем к примеру посадку 1952 года в Бабаевском лесхозе в сосняках-брусничниках и посадку 1951 года в сосняках бруснично-верескового типа. Если в первом случае глубина проникновения наклонного стержневого корня колебалась от 34 до 66 см, то во втором от 11 до 26 см.

Уместно отметить и тот факт, что если в сосняках-брусничниках горизонтальное расположение стержневого корня не наблюдалось, то в бруснично-вересковом и лишайниково-брусничном типах оно отмечено у 21% обследованных корней.

Количество боковых горизонтальных корней в этих типах также

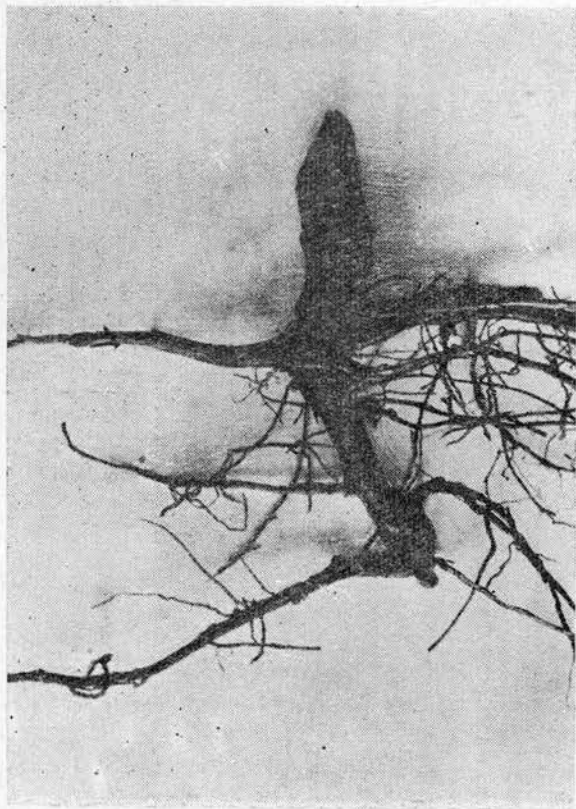


Рис. 5. Изменение направления роста стержневого корня после достижения им ортштейнового горизонта. Посев сосны 6 лет.

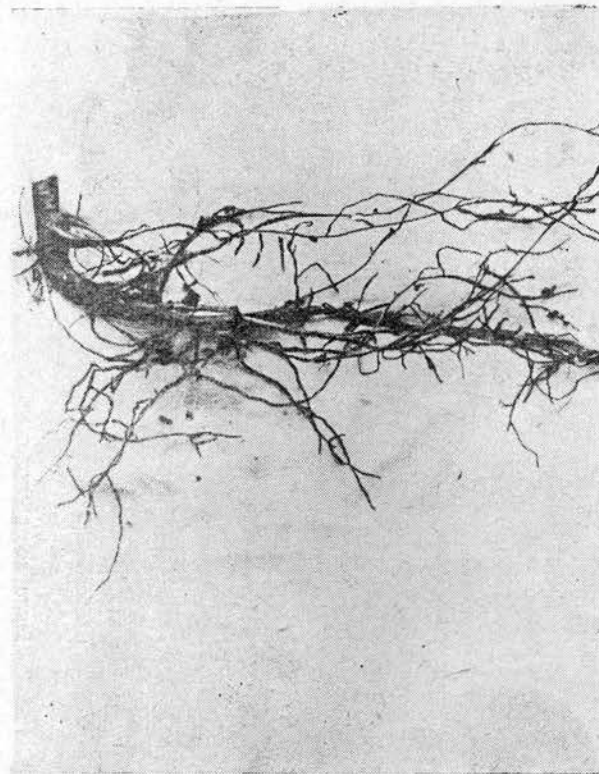


Рис. 6. Корневая система сосны с горизонтальным расположением стержневого корня. Посев сосны 3 лет.

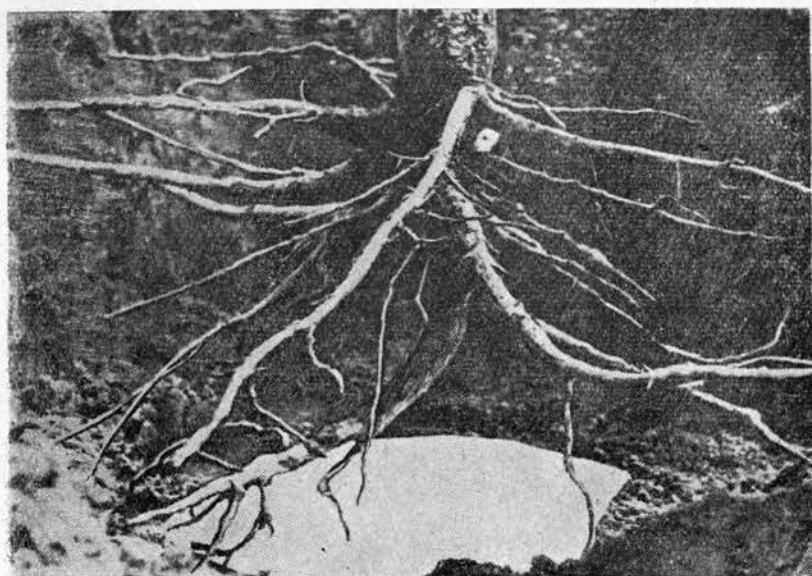


Рис. 7. Наклонное расположение стержневого корня.  
Естественное возобновление в возрасте 22 лет.

уменьшается, причем меньше всего корней в горизонте В. В горизонте  $A_0A_1$  и  $A_0$  образуется в среднем по 2-3 и в горизонте В — 1-2 боковых корня. Максимальная длина боковых корней у культур посева 1951 года — 262 см при средней длине 83 см, тогда как в типе леса сосняк-брусничник (посев 1950 года) она 140 см при средней длине 75 см.

Наклонное направление стержневых корней наблюдается и у двадцатидвухлетних сосенок естественного возобновления (рис. 7). Глубина проникновения наклонного стержневого корня в этом случае равна 67 см.

На вырубках, в напочвенном покрове которых значительное место занимают лишайники, количество сосен, имеющих наклонное и горизонтальное направление стержневых корней, заметно возрастает. Так, горизонтальное направление имеют 35%, наклонное — 34% и вертикальное — 31% всех учетных деревьев (табл. 5).

Таблица 5

Результаты раскопок корневых систем в типах леса  
сосняк бруснично-вересковый (Бабаевский лесхоз)  
и сосняк лишайниково-брусничный (Рослятинский лесхоз)

Направление стержневых корней	Количество учетных деревьев в лесхозах					
	Бабаевском		Рослятинском и Никольском		всего	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Вертикальное . . . . .	4	18,2	9	43	13	31
Наклонное . . . . .	8	36,4	7	33,4	15	34
Горизонтальное . . . . .	10	45,4	5	23,6	15	35
Всего . . . . .	22	—	21	—	43	—

Одновременно с увеличением в вересково-лишайниковых и бруснично-лишайниковых сосняках количества сосен, имеющих наклонное (34%) и горизонтальное (35%) направления стержневого корня, глубина проникновения вертикальных и наклонных стержневых корней, хотя и незначительно, но сокращается. Для примера возьмем культуру посева 1951 года в Рослятинском лесхозе. В типе леса сосняк-брусничник при средней высоте сосен 59,4 см глубина проникновения вертикального стержневого корня колеблется в пределах 26—51 см и наклонного в пределах 20 см, а в сосняках лишайниково-брусничных при средней высоте сосен 41,4 см, соответственно, в пределах 18—35 см и 14—24 см. В сосняках же бруснично-лишайниковых при средней высоте сосен 21,4 см глубина проникновения вертикального стержневого корня колеблется в пределах 20—32 см и наклонного — в пределах 18—20 см (табл. 6).

Таблица 6

Глубина проникновения стержневого корня в типах леса сосняк бруснично-вересковый и сосняк лишайниково-брусничный

Метод производства культуры	Год производства	Среднее $H$ в см	Основное отклонение в см	Показатель точности в %	Кoeffициент вариации в %	Глубина проникновения стержневых корней (мин.—макс.) в см		Длина стержневых горизонт. корней (мин.—макс.) в см
						вертик.	наклон.	

## Бабаевский леспромхоз

Посев	1949	41,8	+1,8	4,3	33,9	49—98	31—46	38—46
	1951	41,1	1,7	4,1	31,8	42	13—20	18—64
Посадка	1952	30,3	1,6	2,9	23,0	22	14—19	10—33

## Рослятинский и Никольский лесхозы

Посев	1951	21,4	0,5	2,4	18,7	20—32	18—20	18—21
	1953	14,2	1,0	6,9	53,8	23	18—29	10
	1954	13,7	0,8	5,8	46,0	38—56	27	12—15

В этих типах сосняков количество боковых горизонтальных корней первого порядка заметно сокращается, но зато количество более мелких корней (микоризных окончаний) в поверхностных горизонтах почвы значительно возрастает. Если в сосняке-брусничнике на один экземпляр приходилось в среднем по 10 корней, в бруснично-вересковом и лишайниково-брусничном — по 7,1, то в бруснично-лишайниковом и вересково-лишайниковом в среднем всего только по 5,2 боковых корня, которые расположены в поверхностных горизонтах почвы ( $A_0A_1$  — по 2—3 корня, в  $A_2$  — по 3—2).

Средняя длина боковых горизонтальных корней в посевах 1949 года 132,5 см, максимальная — 268 см.

Горизонтальное направление стержневого корня встречается и у сосен шестнадцатилетнего возраста естественного возобновления (рис. 8).

Поверхностное строение корневой системы сосны в некоторых типах боровых условий местопроизрастания и особенно на вырубках в лишайниковых и близких к ним типах леса обуславливает в большинстве случаев ветровал у семенников (рис. 9). А ведь корневая система сосны начинает формироваться по определенному типу еще в раннем возрасте.



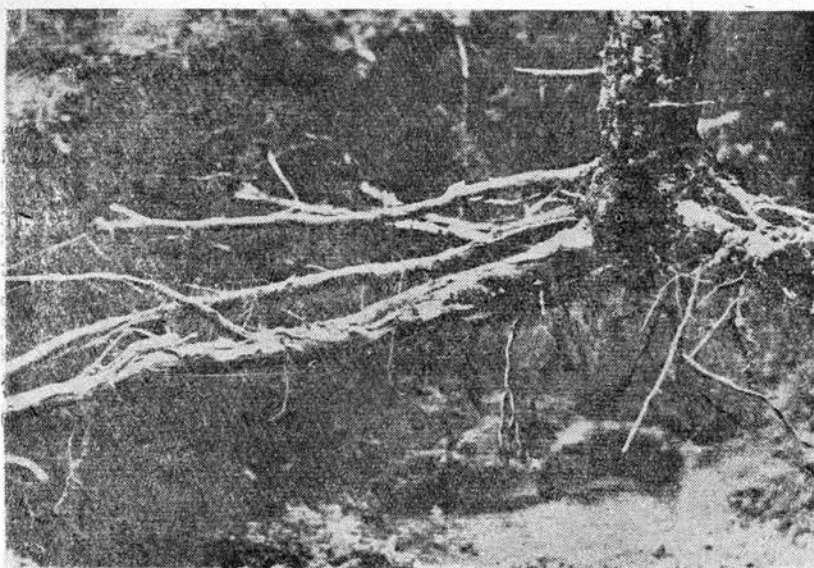


Рис. 8. Корневая система сосны с горизонтальным расположением стержневого корня. Естественное возобновление в возрасте 16 лет.

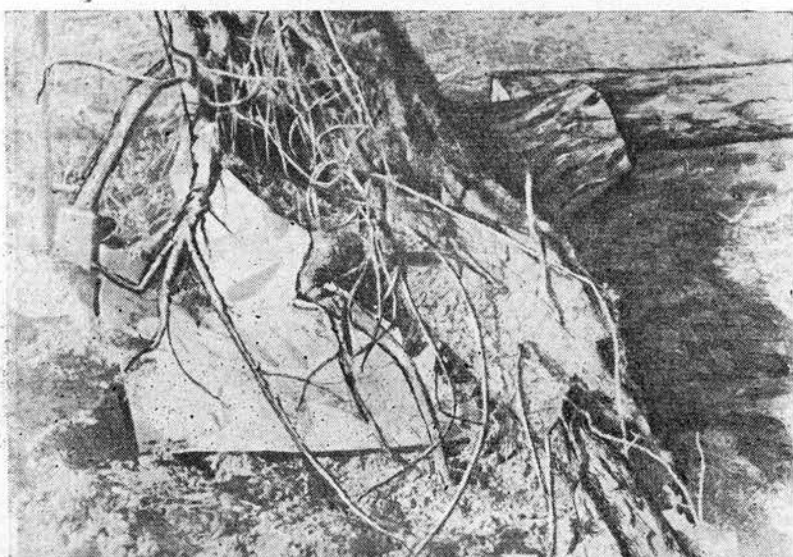


Рис. 9. Ветровал семенника сосны с поверхностной корневой системой.

Сопоставляя интенсивность роста сосны в культурах разных типов условий местопроизрастания, нетрудно заметить, что чем лучше условия среды, тем интенсивней рост и в высоту, и по общему весу, и по весу корневой системы.

Достаточно указать, что средняя высота культур посева 1950 года в сосняке-брусничнике равна 73 см, а посева 1949 года в сосняке бруснично-лишайниковом — 41,7 см. Общий вес среднего экземпляра первой культуры равен 206 г, а второй — 26 г.

То же самое можно видеть и по весу корневой системы. Если в условиях сосняка-брусничника вес корневой системы равен 21,5 г, то в бруснично-лишайниковом типе — 3,3 г. Таким образом, чем лучше условия местопроизрастания, тем лучше развивается дерево и по высоте, и по общему весу, и по весу корневой системы.

Хотя вес корневой системы в худших условиях произрастания значительно ниже веса ее в лучших условиях, но процентное отношение веса корневой системы к наземной части в худших условиях заметно возрастает. Так, если в брусничниках для посевов это отношение находится в пределах 8,2—13,9%, а в лишайниково-вересковых и лишайниково-брусничных — 13,5—14,3%, то в вересково-лишайниковых и бруснично-лишайниковых типах оно возрастает и колеблется в пределах 14,5—20%. Следует отметить, что это отношение в посадках значительно выше, чем в посевах. Например, если в сосняках-брусничниках в посевах оно равно 11%, то в посадках — 14%; в бруснично-вересковых посевах — 13,7%, в посадках — 20% и, наконец, в бруснично-лишайниковых типах в посевах — 15,3%, в посадках — 22%.

Произведенные определения механического состава почв и содержания некоторых элементов позволяют заключить, что в сосняках-брусничниках большее содержание мелких фракций обеспечивает меньшую водопроницаемость почвогрунтов и повышает влагоемкость. Например, в сосняках-брусничниках (Бабаевский лесхоз) частиц от 0,25 до 0,01 мм содержится от 57 до 98%, в бруснично-вересковых от 28 до 41% и в вересково-лишайниковых типах от 23 до 34%.

При просмотре в бинокулярную лупу почвенных образцов из генетических горизонтов В и С в сосняках-брусничниках из первичных минералов, наряду с кварцем, было обнаружено значительное количество частиц полевого шпата и других цветных минералов (роговая обманка, апатиты, слюда и др.). Кроме того, кварцевый песок (в образцах имел, как правило, не круглую форму, которая является характерной особенностью сосняков лишайниковых и близких к ним типов леса, а многогранную. Все это в значительной степени улучшает как водный режим (за счет большего количества капиллярной воды), так и режим питания (за счет распада первичных минералов).

По содержанию фосфора, обменных оснований и гумуса все произведенные 12 разрезов мало отличаются друг от друга, но в сосняках-брусничниках присутствие гумуса встречается в горизонте В на глубине до 100 см и в горизонте С до 160 см, тогда как в вересково-лишайниковых сосняках гумус совсем исчезает с глубины 36 см (табл. 7).

Как видим, на бедной, сухой песчаной почве лишайниковых и вересково-лишайниковых типов, при относительно меньшей энергии роста сосен, чем на песчаной почве брусничниковых типов, сравнительно большая часть энергии роста уходит на формирование корневой системы, а не надземной части.

По Д. А. Сабину решющее значение для функциональной мощности корня, как органа поглощения воды, имеет не общая протяженность или поглощающая поверхность корня, а динамический признак —

Таблица 7

Содержание некоторых химических элементов и механический состав почв в боровых типах условий местопроизрастания в Бабаевском лесхозе

Тип условий местопроизрастания	Генетические горизонты почвы	Мощность в см	Содержание фосфора в мг на 100 г почвы	Сумма обменных оснований	Гумус в %	Механический состав в % от веса сухой почвы:			
						1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	менее 0,01
						мм	мм	мм	мм
Сосняк-брусничник	A <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	0—2	15,0	5,69	1,8	35,5	44,5	13	7
	A <sub>2</sub>	2—14	15,0	2,5	1,2	9,5	75,3	10,7	4,5
	B	14—100	10,0	2,73	0,2	9,0	84,3	5,0	1,7
	C	100—160	18,0	2,05	0,2	1,3	98,0	—	0,7
Сосняк бруснично-вересковый	A <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	0—2	1,25	2,5	1,2	66,0	28,0	2,7	3,3
	A <sub>2</sub>	2—6	7,5	1,59	2,0	54,5	37,0	3,0	5,5
	B	6—72	10,0	2,28	0,1	53,2	41,0	1,8	4,0
	C	72—100	10,0	1,38	Нет	90,0	8,5	—	1,5
Сосняк вересково-лишайниковый	A <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	0—3	10,0	4,55	2,9	74,2	21,3	3,0	1,5
	A <sub>2</sub>	3—11	19,0	3,19	2,8	68,7	23,8	1,6	6,0
	B	11—36	10,0	3,41	0,4	76,5	22,8	0,7	—
	C	36—115	10,0	1,82	Нет	64,2	34,8	—	—

скорость новообразования поглощающих органов корня. Отличительные черты организации корневых систем — быстрый рост и ветвление — это приспособительные черты, вызванные условиями поглощения воды корневыми системами из почвы. Он пишет: «Анализ особенностей почвы, как среды водного питания, привел нас к заключению, что только растущая корневая система может полностью использовать водные запасы почвы при быстром токе воды через растения и не очень высоком содержании воды в почве».

Полученные нами данные согласуются с выводами Д. А. Сабина. К его формулировке, по нашему мнению, следует добавить, что по общей протяженности корня можно судить и о динамическом признаке — скорости новообразования, так как большая протяженность корня является следствием большей скорости новообразования.

Специфической особенностью вересково-лишайниковых типов следует считать то, что минеральное питание сосредоточено в основном на глубине до 30 см, а уровень грунтовых вод располагается на глубине 6—7 м. Эта особенность, на наш взгляд, и обуславливает формирование поверхностной корневой системы с большой разветвленностью корней второго и третьего порядка и значительной протяженностью их в горизонтальной плоскости. В этом случае деревья довольствуются влагой от периодических осадков и, может быть, конденсационной влагой поверхностных слоев почвы, используя небольшой почвенный запас воды, а также минеральные и органические питательные вещества, благодаря непрерывному новообразованию физиологически деятельных корневых окончаний и проникновению их к еще не иссушенным частям почвенного слоя.

Если в сосняках-брусничниках ветвление и новообразование поглощающих частей корня происходит по всей глубине расположения вертикального стержневого корня от A<sub>0</sub> до C (рис. 4), то в бруснично-лишайниковых и вересково-лишайниковых типах это ветвление сосредоточено в приповерхностных горизонтах почвы — A<sub>0</sub>A<sub>1</sub> и A<sub>2</sub>, причем боковые горизонтальные корни первого порядка отходят от стержневого горизонтального корня в горизонтальной плоскости и располагаются в тех же почвенных горизонтах, что и стержневой корень (рис. 10).

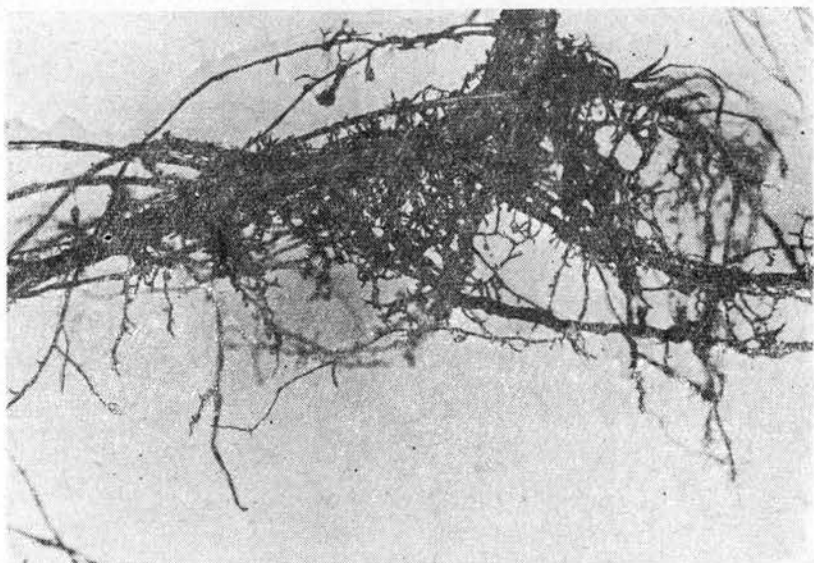


Рис. 10. Зона ветвления сосны в условиях типа леса сосняк лишайниковый с горизонтальным расположением стержневого корня.

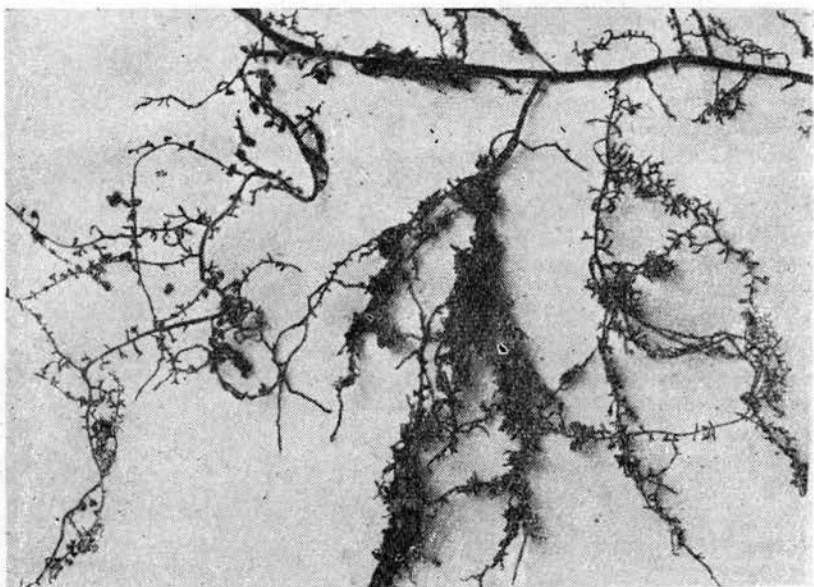


Рис. 11. Микоризные окончания на корнях сосны, находящиеся в верхнем гумусированном слое и располагающиеся в горизонтальной плоскости.

Особенно интенсивное разветвление отмечается непосредственно около поверхности почвы и еще больше в местах скопления органических остатков (полусгнивших корней, коры, порубочных остатков и т. д.). Следует заметить также, что в бруснично-лишайниковых и вересково-лишайниковых типах нами отмечено и более интенсивное образование микоризных окончаний, которые часто образуют сплошной клубок (рис. 11).

В заключение отметим, что наши исследования о дифференциации строения корневых систем в зависимости от типа условий местопрорастания подтверждают ранее сделанные высказывания А. П. Тольского, М. Е. Ткаченко и др. относительно того, что одна и та же порода на разных почвах обладает разной ветроустойчивостью.

М. Е. Ткаченко, например, писал: «На более сухих почвах, при сравнительно неглубоком залегании уровня грунтовой воды сосна дает стержневой тип корневой системы, а при условии очень глубокого залегания грунтовой воды — поверхностную корневую систему».

Данные наших исследований в известной мере можно поставить во взаимосвязь с высказываниями проф. И. С. Мелехова (относительно ветровальности семенников сосны на месте древнепойменных террас и древних русл на песчаных почвах в бассейне Северной Двины), а также некоторых других авторов для других районов и, в частности, проф. В. Г. Нестерова, А. И. Летковского, А. В. Давыдова и Н. А. Юрре.

Таким образом, к оставлению семенников сосны следует подходить дифференцированно с учетом лесорастительных условий. Если в брусничниковых типах достаточно оставлять 10—15 семенников сосны на 1 га, то в лишайниковых и бруснично-лишайниковых типах это количество должно быть удвоено, так как вероятность отбора семенников сосны с вертикальным расположением стержневого корня уменьшается примерно в два раза (31% и 79%).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Качинский Н. А. Изучение физических свойств корневых систем растений при территориальных почвенных исследованиях. Сельхозиздат, 1930. Мелехов И. С. Концентрированные рубки и возобновление в бассейне Северной Двины. Труды АЛТИ XIII. Родэ А. А. Почвоведение, Гослесбумиздат, 1955. Сабанин Д. А. Физиологические основы питания растений. Изд-во Академии наук СССР, 1955. Сукачев В. Н. Руководство к исследованию типов леса. Госсельхозиздат, 1930. Гольский А. П. К вопросу о влиянии типа почв на строение корней сосны. Труды опытного лесничества, выпуск II, Спб., 1904. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, 1955. Шиманюк А. П. Развитие корневых систем в связи с особенностями ортандровых прослоек. Доклады АН СССР, т. 61, № 4, 1948.

Поступила в редакцию  
12 октября 1957 г.