

вышение зимостойкости представляют одну из первостепенных задач в экспериментальной работе по интродукции древесных растений.

Для повышения зимостойкости можно рекомендовать умеренные подкормки, поливы, окончание ухода за почвой во второй половине лета. Для менее стойких, но ценных в озеленении видов необходимо применять различные способы укрытий на зиму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Абрамова Г. И. К вопросу зимостойкости инорайонных пород // Возобновление и рост древесных пород на вырубках Европейского Севера: Науч. тр. АЛТИ.— 1974.— Вып. 42.— С. 23—25. [2]. Агроклиматический справочник по Архангельской области.— Л.: Гидрометиздат, 1961.— 219 с. [3]. Лапин П. И., Калужский К. К., Калужская О. И. Интродукция лесных пород.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 223 с. [4]. Мартынов Л. Г. Сезонный ритм развития и зимостойкость древесных интродуцентов в Коми АССР // Бюл. ГБС.— 1986.— Вып. 139.— С. 21—27. [5]. Морякина В. А. Продолжительность периода вегетации деревьев и кустарников интродуцентов в Томске // Бюл. Сибирского бот. сада.— Томск: Томск. ун-т, 1970.— Вып. 7.— С. 33—46. [6]. Новожилова В. А., Опекунова М. И. Итоги интродукции декоративных деревьев и кустарников.— М.: Изд-во Минкомхоз РСФСР, 1955.— 116 с. [7]. Орлов Ф. Б. Предварительные результаты интродукции древесных и кустарниковых пород в дендрарии АЛТИ // Тр. АЛТИ.— 1957.— Вып. 17.— С. 150—158. [8]. Якушина Э. И. Древесные растения различного географического происхождения в озеленении г. Москвы // Интродукция древесных растений.— М.: Наука, 1980.— С. 72—86.

Поступила 22 апреля 1994 г.

УДК 581.43 : 630*232

А. К. КАСИМОВ



Касимов Александр Касимович родился в 1940 г., окончил в 1964 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий Лабораторией лесоведения Пермского государственного университета. Имеет 60 научных трудов в области лесовосстановления, лесных культур, экологии искусственного лесовыращивания, воспроизводства таежных лесов Предуралья.

РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ СОСНЫ В ПОСАДКАХ И ПОСЕВАХ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Приведены результаты исследований корневой системы сосны в молодняках культур, созданных посадкой и посевом. Дан сравнительный анализ развития скелетных корней по типам посадочных (посевных) мест при механической обработке почвы.

The investigation results of pine root system in young plantations established by planting and sowing are given. A comparative analysis of skeleton roots to the types of planting (sowing) sites at mechanical soil cultivation is presented.

Изучению корневой системы сосны посвящены многочисленные труды исследователей. При анализе возрастной динамики корней [1] установлено, что наиболее интенсивное наращивание органической массы

скелета начинается в культурах 30 лет и даже раньше. Максимальный прирост наблюдается в 50...70 лет, затем происходит его спад. Изучали глубину проникновения корней в почву и их размещение в почвенных горизонтах [2]. Сделан вывод, что корневая система сосны развивается несколько глубже, чем у ели, однако не выходит за пределы почвенной толщи 0...20 см. Отмечено также, что в условиях переувлажнения у сосны, как правило, не получает развития стержневой корень, а скелетные корни заканчивают свой рост на границе перехода к пониженным участкам.

В работе [6] даны характеристики корневой системы в культурах сосны, созданных посадкой и посевом. В черничнике свежем корневая система в посадках была в 2,5—3,5 раза больше, чем в посевах. При этом в посадках выявлено много сосенок с характерным загибом стержневого корня. Деформирование корней происходит чаще при механизированной посадке, что объясняется несовершенством технологии и конструктивными недостатками посадочных машин.

Исследования корневой системы сосны в молодых культурах нельзя считать достаточными. Нами изучены ее особенности в 15-летних насаждениях, созданных посадкой 2-летних семян под меч Колесова, а также строчно-луночным посевом семян. Подготовка почвы была выполнена рыхлителем РЛ-1,8, бульдозером Д-259, корчевателем-собирателем Д-210В и отвальными плугами ПКЛ-70 и ПЛП-135. Характеристика опытных участков приведена в табл. 1.

Таблица 1

Номер участка	Условия место-произрастания	Почвообрабатывающее орудие	Характеристика посадочно-посевого места	Дренаж участка
Посадка				
6-А	Е.-бр., В ₂	ПКЛ-70	Дно борозды	Хороший
6-Б	»	ПКЛ-70*	»	»
8-Б	Е.-чер., С ₃	ПЛП-135	Пласт	Средний
10-А	Е.-лп., В ₂	РЛ-1,8	Минеральная полоса	Хороший
13-В	Е.-дгм., В ₄	ПЛП-135	Пласт	Слабый
190	Е.-ксл., С ₂	Д-259	Минерализованная полоса	Хороший
Посев				
9-Б	Е.-бр., В ₂	ПКЛ-70	Дно борозды	Хороший
10-А	Е.-лп., В ₂	Д-210В	Минерализованная полоса	»
13-В	Е.-дгм., В ₄	ПЛП-135	Пласт	Слабый

* Одноотвальный вариант.

Лесорастительные условия опытных участков типичны для лесной зоны равнинного Прикамья [9]. Почвы — временно переувлажненные двучленные наносные супеси и пески; на глубине 40...80 см перестилаются суглинками и глинами, которые создают водоупорный горизонт, способствующий переувлажнению и лимитированной аэрации почвы.

Таксационная характеристика модельных деревьев приведена в табл. 2.

Методика работ была аналогична принятой нами ранее при изучении корневой системы ели [5].

Известно, что у семян в начальной стадии развития появляется зародышевый корешок, который в процессе дальнейшего роста становится главным корнем нулевого порядка ветвления. От него отходят боковые корни первого, затем второго, третьего и т. д. порядков ветвле-

Таблица 2

Номер участка	Высота, м	Диаметр, см		Прирост центрального побега, см			Диаметр кроны, м	
		у шейки корня	на высоте 1,3 м	средний	текущий		вдоль ряда	поперек ряда
					за 10 лет	за 5 лет		
Посадка								
6-А	3,16	5,4	3,2	21,1	23,8	30,6	1,11	1,13
6-Б	3,37	6,1	4,0	22,5	29,7	38,4	1,21	1,43
8-Б	3,28	5,9	4,0	21,8	28,5	39,8	1,32	1,42
10-А	2,80	4,2	3,0	18,7	22,5	31,0	1,26	1,33
13-В	2,98	4,6	3,1	19,8	24,2	25,6	1,08	1,12
190	3,42	6,3	4,1	22,8	31,0	44,4	1,45	1,52
Посев								
9-Б	2,85	5,4	2,9	19,0	24,2	31,8	1,20	1,34
10-А	2,43	4,6	2,5	16,2	20,5	27,1	1,18	1,24
13-В	2,36	3,4	2,4	15,8	21,1	21,2	0,67	0,70

ния. Число корней при этом закономерно изменяется, увеличивается их органическая масса, что дает представление о регенеративной энергии и мощности корневой системы дерева в целом. В табл. 3 приведены данные о распределении корней по порядкам ветвления.

В посадках к возрасту обследования культур были зафиксированы корни четырех порядков ветвления. В каждом последующем порядке доля боковых корней пропорционально снижается. Так, из общего количества корней немногим более половины их было при первичном, около 1/3 — при вторичном и незначительное число — 6% — при третьем ветвлении; по протяженности соответственно 79, 17 и 1%. На долю главного корня приходится количественно 5%, по длине 3%. Таким образом, основная масса скелетных и полускелетных корней как по количеству, так и по общей протяженности наблюдается при первичном ветвлении. В последующих порядках соотношение меняется в пользу количественного нарастания корней при закономерном относительном уменьшении их длины (см. табл. 3).

Главный корень, при наличии трех последовательных его ответвлений, углубляется в почву в среднем на 0,58 м и достигает горизонтов почвы В₁ — В₂ (рис. 1). Среднегодовое нарастание скелетной части корневой системы по количеству корней составляет 1,4 шт., по их протяженности — 1,47 м, корневой коэффициент (средняя длина корня дерева) — 1,03 м.

Отмечено развитие корней по ходу обработки почвы (на рассматриваемых участках — в широтном направлении). Почти 2/3 скелетных корней ориентировано к югу от ствола, в том числе в секторе ЮВ — 32%, ЮЗ — 31%, остальные на СВ (13%) и СЗ (24%) — табл. 4. Эта направленность особенно ярко проявилась в условиях долгомошника (участок 13-В), где с южной стороны ствола было зафиксировано 79% корней.

Асимметричное развитие корневой системы наблюдал в своих исследованиях Л. П. Гуль [4]. По его данным, уже в 3-летних культурах сосны корни, как правило, растут вдоль пласта, причем в плужной борозде они развиты плохо. В. А. Колесников [7] также указывал, что проекция корневой системы имеет вид эллипса, вытянутого по направлению вспашки.

При поверхностном залегании основная масса корней располагается в западном и северном секторах, при углубленном — в восточном и южном (рис. 1, а, табл. 4). Подавляющее их большинство было в пристволевой части в радиусе до 1,5 м (табл. 5). Лишь отдельные бо-

Таблица 3

Номер участка, кв.	Количество корней, %						Протяженность корней, %						Корневой коэффициент ветвления, м			Число порядков, шт.	Число корней, шт.	Общая длина корней, м	Корневой коэффициент дерева, м	
	0		1		2		3		0		1		2		3					
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2					3
Посадка																				
6-A	6	47	41	6	2	74	22	2	0,43	1,99	0,79	0,42	4	16	21,49	1,34				
6-B	4	57	32	4	2	81	16	2	0,54	1,37	0,49	0,18	4	22	21,94	0,99				
8-B	5	62	29	4	3	82	14	3	0,42	0,99	0,40	0,22	4	19	14,56	0,77				
10-A	4	55	30	11	2	77	17	4	0,84	1,90	0,78	0,39	4	27	36,76	1,36				
13-B	4	66	29	1	3	79	17	1	0,36	0,64	0,33	0,14	4	25	13,17	0,52				
190	5	55	30	10	4	79	16	1	0,92	1,78	0,65	0,38	4	20	24,82	1,24				
Посев																				
9-B	6	50	35	9	3	70	26	1	0,41	1,19	0,59	0,12	4	16	13,58	0,84				
10-A	5	63	30	2	3	82	13	2	0,52	1,11	0,42	0,23	4	19	16,12	0,85				
13-B	9	61	31	—	10	72	18	—	0,28	0,26	0,13	—	3	13	2,88	0,22				

Примечание. 0—3 — порядки ветвления.

лее развитые корневые плети обнаруживались на расстоянии 4 м, самые короткие — не далее 0,5 м. По мере удаления от ствола корневая густота почвы значительно снижалась. Поэтому вполне закономерным было основное сосредоточение корней в границах минерализованной части технологических полос опытных участков. На необработанную часть почвы распространилось около 1/5 всех корней.

По габитусу корневая система до 40 % оказалась в границах проекции кроны, остальная — за ее пределами (см. табл. 4). Площадь, занимаемая корнями, в 6,3 раза больше площади проекции кроны (табл. 6).

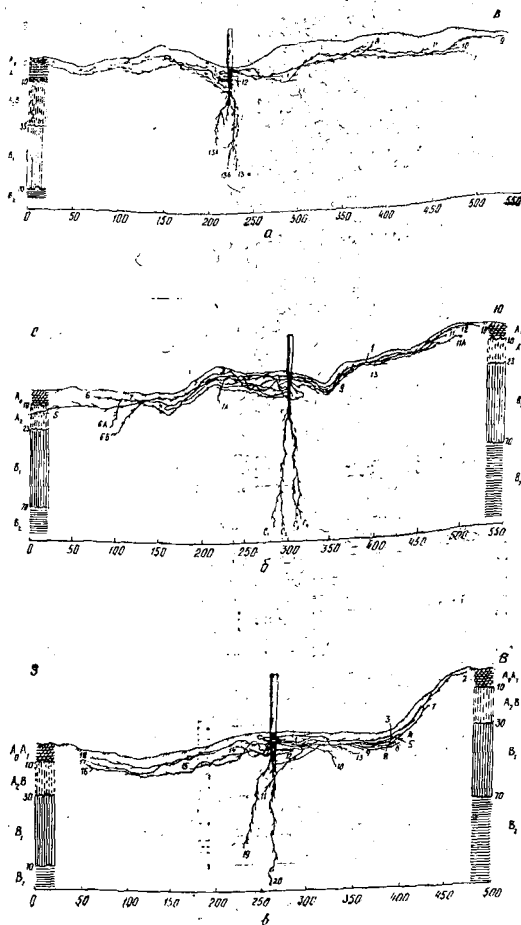


Рис. 1. Развитие корневых систем сосны в зависимости от способа посадки: а — в борозду плуга ПКЛ-70, ельник-брусничник, В₂, дерново-среднеподзолистая супесь, подстилаемая песком; б — в площадку (РЛ-1,8), ельник-липняк, В₂, та же почва, подстилаемая пылевой супесью; в — в полосу (Д-259), ельник-кисличник, С₂, дерново-слабоподзолистая супесь, подстилаемая суглинком

Таблица 4

Номер участка	Распределение корней, %										
	по секторам вокруг ствола				относительно посадочно-посевного места					относительно ПК	
	СВ	СЗ	ЮВ	ЮЗ	Ц	П	Б	ПБ	ПР	в ГПК	вне ГПК
Посадка											
6-А	12	15	43	30	10	36	54	—	—	23	77
6-Б	3	23	41	33	18	20	62	—	—	44	56
8-Б	8	47	11	34	23	75	2	—	—	52	48
10-А	29	31	24	16	30	—	—	—	70	23	77
13-В	4	17	38	41	16	80	4	—	—	56	44
190	20	15	35	30	36	—	—	64	—	40	60
Посев											
9-Б	8	3	53	36	31	23	46	—	—	56	44
10-А	20	22	30	28	15	—	—	—	85	39	61
13-В	6	16	41	37	—	100	—	—	—	100	—

Примечание. Ц — целина; П — пласт; Б — борозда; ПБ — полоса бульдозера; ПР — площадка рыхлителя; ПК — проекция кроны; ГПК — граница проекции кроны.

Таблица 5

Но- мер уча- стка	Удаление от ствола, м			Доля корней, %, в радиусе, м							
	наи- боль- шее	наи- мень- шее	сред- нее	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Посадка											
6-А	3,32	0,36	1,86	20	21	18	18	12	8	3	—
6-Б	2,04	0,38	1,18	35	34	23	7	1	—	—	—
8-Б	2,18	0,38	1,03	41	21	23	13	2	—	—	—
10-А	3,94	0,48	2,07	18	20	25	16	11	6	3	1
13-В	1,92	0,21	0,97	47	28	19	6	—	—	—	—
190	3,46	0,45	2,01	17	22	24	19	10	5	3	—
Посев											
9-Б	2,44	0,22	1,73	44	26	13	11	6	—	—	—
10-А	2,94	0,39	1,84	20	22	24	19	10	5	—	—
13-В	0,16	0,05	0,13	100	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 6

Но- мер уча- стка	Объ- ем поч- вы, м ³	Глубина раз- мещения кор- ней, м		Доля корней, %		Площадь проекции, м ²		Соотношение проекций	
		еди- нич- ных	основ- ной массы	гори- зон- таль- ных	вер- ти- каль- ных	кро- ны (к)	кор- невой систе- мы (кс)	к/кс	кс/к
Посадка									
6-А	3,26	58	2...20	93	7	0,98	11,23	0,09	11,4
6-Б	1,78	55	2...20	95	5	1,37	6,58	0,20	4,8
8-Б	1,04	39	2...12	96	4	1,47	5,22	0,28	3,6
10-А	5,90	94	2...15	91	9	1,32	12,56	0,10	9,5
13-В	1,02	34	2...10	95	5	0,95	3,80	0,25	4,0
190	3,64	74	3...15	91	9	1,73	9,84	0,18	5,7
Посев									
9-Б	1,94	44	2...18	93	7	1,24	4,40	0,28	3,5
10-А	2,86	56	2...14	92	8	1,15	5,11	0,22	4,4
13-В	0,01	18	2...8	90	10	0,37	0,04	9,25	0,1

Установлено, что значительная площадь распространения корней не всегда является свидетельством лучшего развития надземной части дерева. Так, на участке 8-Б площадь подземных органов в 3,6 раза превышает проекцию кроны, однако габитус корней в 1,6 раза меньше среднего из вариантов посадки, в то время как проекция кроны в 1,1 раза больше. Следовательно, с увеличением мощности корневой системы дерева не всегда можно ожидать адекватного нарастания его стволовой части и кроны. Нередко на бедных почвах корни могут значительно разрастаться в поисках питательных веществ, а ствол отставать в развитии; на богатых почвах наблюдается обратная картина.

Анализируя глубину и площадь распространения корней в посадках, можно отметить, что в среднем до 94 % из них имели горизонтальную и лишь 6 % — вертикальную направленность. При этом горизонтальные корни повторяют форму микрорельефа дневной поверхности почвы. Характерная приуроченность их к одним и тем же почвенным горизонтам, как правило к $A_0 - A_1$, редко к A_2 , хорошо просматривается и в посадках (см. рис. 1), и в посевах (рис. 2).

Стремление следовать профилю горизонтов вполне объясняется оптимальными в данных условиях физическими свойствами почвы, ее луч-

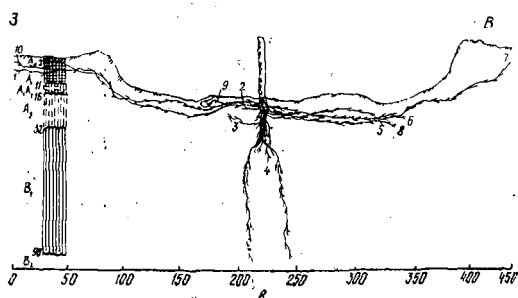
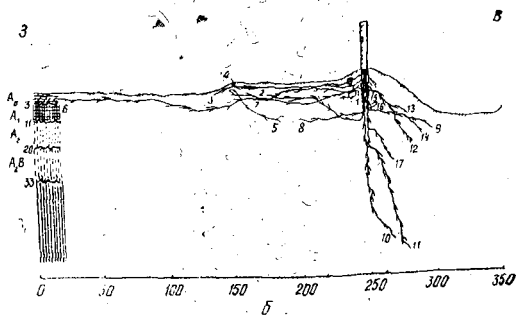
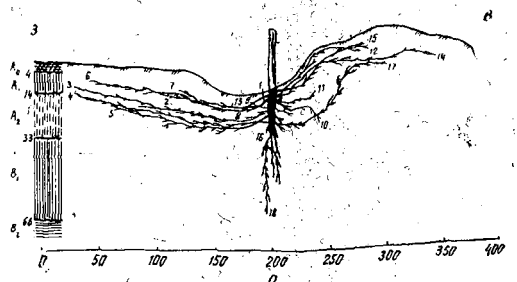


Рис. 2. Развитие корневых систем сосны в зависимости от способа посева: а — в борозду одноотвального плуга ПКЛ-70, ельник-брусничник, В₂, дерново-среднеподзолистая супесь, подстилаемая песком; б — в пласт (плуг ПЛП-135), ельник-долгомошник, В₄, торфянисто-подзолистая поверхностно-глееватая железистая супесь, подстилаемая суглинком с прослойками глины; в — в полосу (Д-259), ельник-кисличник, С₂, дерново-слабоподзолистая супесь, подстилаемая суглинком

шей структурностью, общей аэрацией. Это наиболее важно для почв постоянно свежих, влажных и периодически переувлажняемых. Некоторые авторы отмечали, что образование минерального почвенного азота, его содержание в корнеобитаемом слое находится в прямой зависимости от физических свойств почвы и в особенности от аэрации [3].

Исследованиями установлено, что основная масса боковых корней всех порядков ветвления расположена в пахотном слое на глубине от 2 до 20 см. Наиболее насыщен корнями слой почвы 4...10 см, глубже они были единичными. В неблагоприятных условиях аэрации почвы черничника влажного (участок 8-Б) и особенно долгомошника (участок 13-В) корни размещались в приграничном с торфяно-почвенным субстратом слое, в А₀. На этих участках корневая система в сравнении с дренированными площадями (участки 6, 10, 190) была развита слабее, охватывала в 3—5 раз меньший объем почвы.

Культуры, созданные посевом в аналогичных лесорастительных условиях (см. табл. 1), уступают посадкам по таксационным показателям и имеют менее развитую корневую систему (см. табл. 2, 3). Энергия ветвления корней у них одинакова за исключением насаждений

долгомошнике (участок 13-В), где культуры к 15-летнему возрасту еще не имели корней третьего порядка ветвления.

Корневые коэффициенты в посевах также оказались меньше при ветвлении первого, второго и третьего порядка соответственно в 1,7; 1,6 и 1,5 раза. С каждым последующим ветвлением корневые коэффициенты посевов и посадок постепенно выравниваются, т. е. мощность корневой системы со временем должна стать одинаковой. Пока же различие весьма существенное. Так, в близких лесорастительных условиях на участках 6-А и 9-Б по количественным показателям корни не различаются, однако по протяженности в посадках они в 1,6 раза больше. С ухудшением аэрации корнеобитаемого слоя почвы это различие возрастает еще больше. Так, на участке 13-В в варианте посева суммарная длина корней равнялась 2,88 м, в посадках — 13,17 м, т. е. в 4,5 раза больше. На свежих почвах превосходство посадок было меньшим (1,8 раза).

Основная масса скелетных корней в посевах сосны еще более, чем в посадках, сосредоточена в пределах минерализованной части посевного (посадочного) места, преимущественно (до 75 %) в южном от ствола направлении. Если корни сеянцев на том же участке 13-В развивались слабо и совсем не вышли за пласт, то у посадок на пластах оказалось 80 % корней, на целине — 16 % и в борозде — 4 %. Следовательно, культуры, созданные посадкой, получили лучшее развитие и были более устойчивы к избытку влаги, однако и здесь односторонняя направленность корней (в сторону от дренирующей борозды) не позволяла им равномерно осваивать посадочное место (см. 2, б).

Слабое развитие корней сеянцев вызывает концентрацию их в подкрановой, мало прогреваемой части посевного места. В среднем около 65 % корней оказывается в пределах проекции кроны, тогда как в посадках не более 40 %. При недостаточной дренированности почв не наблюдается выраженной якорности стержневых корней. Корневая система культур маломощная, близкая к неглубокому стержнево-пальчатому типу [8]; боковые скелетные корни укороченные и сильно сбежистые, а стержневой деформирован и морфологически видоизменен. В целом корневая система культур, созданных посевом, к 15 годам оказывается в 2,5 раза меньше, чем в вариантах посадок.

Почти вся агротехника выращивания культур сводится к прямому или косвенному воздействию на корнеобитаемый почвенный слой. Анализ работы почвообрабатывающих орудий и состояния молодняков, сформированных с применением этих механизмов, позволяет сделать определенные выводы.

Обработка почвы отвальными плугами существенно изменяет гидромелиоративные условия вырубок, что отражается и на характере развития корневой системы лесных культур. По ее мощности, числу и общей протяженности корней выделяются участки культур свежих лесорастительных условий, на которых при подготовке почвы использовали менее мощные орудия, чем во влажных черничниках и долгомошниках. Так, в брусничниках, где почву готовили плугом ПҚЛ-70, длина скелетных корней составила 21,72 м, общее количество корней — 19, корневой коэффициент — 1,16. Посадки в борозду двухотвального плуга ПҚЛ-70 предпочтительнее, чем в борозду одноотвального, ввиду большей площади минерализованной поверхности вырубков. Последнее способствует увеличению радиуса распространения корней, лучшему освоению посадочного места. Вместе с тем в более глубоких бороздах, сформированных одноотвальным плугом, корневая система была компактнее.

В культурах по пластам более мощного плуга ПЛП-135 в условиях черничника масса корней в 1,5 раза больше, чем в долгомошнике, и в 1,3 раза меньше, чем в свежих типах леса. Закономерности и особен-