

УДК 630*181.36:630*174.755

Г.Г. Терехов
(Ботанический сад УрО РАН)

РАЗВИТИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ПЯТИЛЕТНИХ КУЛЬТУР ЕЛИ СИБИРСКОЙ НА УРАЛЕ

Изучение корневых систем у культур хвойных пород в таежной зоне на начальном этапе их развития рассмотрено в отечественной литературе крайне ограниченно, особенно это касается вырубок в типах леса с неустойчивым водным режимом. Знание возрастной динамики развития корневой системы высаженных растений необходимо прежде всего для того, чтобы определить рациональные типы посадочного места и возможность безопасного использования технических средств на уходах за культурами, а также выявить причины плохого роста, развития и отпада растений.

Нами изучены культуры ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) на двух опытных участках (ОУ) в подзоне южной тайги Свердловской области, заложенных на вырубках типа леса ельник-сосняк разнотравно-зеленомошниковый. Почвы дерново-подзолистые, суглинистые при близком водоупоре (50-60 см от дневной поверхности) из глинистого элювия и плотных горных пород, периодически влажные. Культуры на ОУ №1 заложены в нижней части склона горного увала восточной экспозиции с уклоном 5-6° на вырубке 5-летней давности с количеством пней 230-310 шт./га и порубочных остатков 6-10 м³/га. Возобновившиеся листовенные породы численностью 7,1-17,8 тыс.экз. на 1 га достигли высоты 0,7-2,0 м и сомкнутости крон 40-60%. ОУ №2 заложен в нижней части склона горного увала западной экспозиции с уклоном 4-5° на вырубке 2-летней давности с количеством пней 580-690 шт./га и порубочных остатков, включая вывалившийся тонкомер, 17-29 м³/га.

На обоих участках площадь расчищалась технологическими полосами шириной 2,7 м через 4-5 м. Направление полос на ОУ №1 поперек склона, на ОУ №2 – по склону под острым (20-45°) углом. Для этого использовался плуг ПЛП-135 с уширителями отвалов (по 0,65 м каждый), что исключало сильное заглубление его в почву. По полосам нарезались пласты (плугом ПЛП-135 на базе трактора Т-130) и гряды (плугом ПЛМ-1,3 на базе трактора ТДТ-55). Толщина пластов 20-25 см, ширина 0,5-0,65 м, при этом образовывались борозды шириной 135 и глубиной до 25 см. Гряды сформированы двойным встречным проходом плуга, высота их 30-40 см над поверхностью целины, ширина по гребню 60 см, у основания – 80-90 см. Вдоль гряды с каждой стороны нарезалась дренажирующая канава глубиной до 30 см и шириной 18-20 см. В качестве контроля использована целинная часть выше по склону от опытных участков.

Посадка растений ели выполнена весной следующего после обработки почвы года 3- и 4-летними сеянцами (СН) и 4-летними (2+2) саженцами (СЖ) по грядкам, пластам, дну борозд и целинной части участка (контроль) вручную не менее 300 шт. растений на вариант. Агротехнические уходы за культурами проводились лишь по пластам и целине.

Для наблюдения в летний период (ежедекадно) за уровнем верховодки на каждом участке выкопаны скважины среди опытных вариантов 6 шт., на контроле – 3 шт. Глубина скважин до 1 м, размещение их через 70 м друг от друга вдоль склона и через 100 м – поперек склона.

На влажных и сырых почвах цель механической их обработки – создать благоприятные водно-физические и термические условия, улучшить режим питания культивируемых растений и уменьшить конкуренцию со стороны нежелательной растительности в зоне расположения корневых систем.

Верховодка на целинной части ОУ №1 отмечается длительное время: весной она понижается медленно, в 50-сантиметровом слое находится до конца июня, а при обильных осадках в июне она поднимается до 20 см от поверхности почвы и опускается до прежнего уровня в течение июля. Среди опытных вариантов ее уровень на 7-12 см в мае и 5-8 см в июне ниже, чем на контроле, однако при обильных и частых осадках в июне она сохранялась по дну борозд и дренирующих канав до конца июня, в междурядьях культур на 20-30-сантиметровом уровне – до середины июля. В скважинах на глубине 0,7-0,8 м присутствие воды отмечено все лето.

На ОУ №2 верховодка в июне отмечается лишь на целинной части участка, причем не ближе 10 м от вариантов механической обработки почвы. В опытных вариантах весеннее снеготаяние проходит на несколько дней раньше, чем на ОУ №1, и талая вода быстрее освобождает участок от поверхностной влаги, которая уходит по дну борозд и дренирующих канав, а обильные осадки, выпадающие в конце мая и в июне, не способны на длительное время создавать верховодку в почве, так как она также отводится быстрее с участка. Дно борозд и дренирующих канав на ОУ №2 в течение вегетационного периода чаще бывает сухим и интенсивно зарастает травостоем, эрозионные процессы по ним очень слабо были выражены лишь в нижней части до появления травостоя. По наблюдениям за уровнем верхней каймы воды на ОУ №2 в скважинах можно отметить, что в одни и те же сроки он был на уровне у дна борозд и канав или ниже его; на ОУ №1, наоборот, уровень воды был у дна или чуть выше.

Исследование развития корневых систем у растений ели в культурах начато с первого года после посадки. На целине у саженцев и укрупненных сеянцев был выражен довольно часто загиб корневой системы, а сама она в первый год сохранялась в пучке, сжатая почвой при посадке. У части корней, поврежденных (обрезанных) при выкопке или посадке растений, появ-

вились мелкие (4-6 шт) длиной 2-5 см и толщиной менее 0,5 мм на окончаниях сосущие корешки, расположенные в пределах посадочных мест, т.е. в почве, перемещенной при зажиме в момент посадки растений. Через два года количество таких корешков увеличилось, образовались мочки, состоящие из 3-8 корешков, а 2-3 шт. из них удлинлись-до 8-13 см. Корни предшествующего года достигли толщины 1 мм и более, но направление всех вновь появившихся корней не выражено, большая часть их сосредоточена в почве в пределах посадочной щели. Общая длина появившихся корней за два года достигла у сеянцев 0,15-0,45 м, саженцев – 0,2-0,5 м, прирост фитомассы корней за первый год соответственно составил 7-13 %, за два года у сеянцев – 16-22 %, и саженцев – 3-9 и 7-18 %.

Характер развития корневых систем у растений ели в опытных вариантах значительно отличался: он был более интенсивным по сравнению с контролем (целиной). По пластам, где не зависала корневая система, всюду появились новые корни, которых в конце первого вегетационного периода насчитывалось 7-11 шт., появление их отмечено как от стержневого корня, так и от корней первого порядка ветвления. В местах обрыва корней образовались мочки из 3-4 корешков длиной 1,5-6 см. Фитомасса вновь появившихся корней составила у 3-летних сеянцев 11-25%, 4-летних сеянцев – 9-18%, у саженцев – 9-15% от общей их массы. У растений в двухлетних культурах по пластам количество корней увеличилось в 1,5-2,8 раза, а общая длина их – в 3-5 раз, диаметр корней первого порядка достигал 1,5-2,0 мм. В результате общее количество корней за два года пребывания растений составило 34-69 шт. с общей длиной у культур из 3-летних сеянцев – 66-109 см, 4-летних сеянцев – 77-186 и саженцев – 98-191 см; фитомасса увеличилась соответственно на 79-98, 53-81 и 48-76%.

Пространственное размещение корней наиболее выражено лишь в минеральной части пласта, за пределы его корни не вышли.

Корневые системы у растений в культурах по грядам в первые два года в большинстве случаев развивались так же, как и по пластам, однако общее количество корней в конце второго года превышало на 15-24%, длина – на 18-43%, а фитомасса – на 18-39%. Распространение корневых систем более пространственное во все стороны, но наибольшая вытянутость их вдоль гряд и в пределах микроповышения.

По дну борозд у растений в однолетних культурах корневая система находилась в пучке, сжатая почвой, появилось довольно много (4-9 шт.) новых корней длиной 1,5-2,5 см от стержневого корня, особенно у трехлетних сеянцев. За первый год прирост корней по массе составил у 3-летних сеянцев 18-31 %, 4-летних – 11-23 %. Через год почти все корни, появившиеся в первый год, погибли от анаэробноза (длительное застаивание воды по дну борозд). Наибольшая направленность корней у сохранившихся растений в 2-летних культурах выражена к поверхности почвы.

Наилучшие средние показатели роста растений в 2-летних культурах (текущие приросты по высоте, высота, диаметр у основания стволика) отмечены по грядам. По пластам в местах их плотного соприкосновения с целиной, толщиной не менее 25 см, отдельные растения имели сходные показатели роста с растениями по грядам. Более низкие значения показателей роста отмечены у растений по дну борозд. Фитомасса надземной части растений в культурах за два года увеличилась: по грядам из 3-летних сеянцев на 76-98 %, 4-летних сеянцев – 66-81 %, саженцев – 61-77 %; по пластам соответственно – 58-78, 53-69 и 48-73%; на контроле из 4-летних сеянцев – 10-23 %, саженцев – 18-31 %; по дну борозд из 3-летних сеянцев – 9-31 %, 4-летних – 4-22%.

Формирование корневых систем у растений в культурах в первое пятилетие определялось прежде всего типом посадочного места. На контроле из-за загиба корневой системы у большинства растений основная масса вновь появившихся корней имела то же направление, в противоположном и примыкающих сбоку направлениях появились единичные корни протяженностью 10-13 см. Появление придаточных от стволика корней отмечено на 3-5-й год у 80% растений, длина этих корней 27-42 см. Развитие стержневого корня выражено слабо, длина его составила 8-11 см, ниже 8 см отмечено его отмирание. Якорные корни отсутствовали. Основная масса корней первого порядка ветвления образовалась на уровне 2-6 см от поверхности почвы и проникла вглубь почвы на 5-8 см, отдельные корни проникли на 11 см, но у них выражен загиб к поверхности почвы. В горизонтальной плоскости удаление боковых корней от стержневого корня составило 14-28 см, максимальный диаметр корней 3,5 мм. Общая длина всей корневой массы 2,9-4,6 м, 93% ее содержалось в верхнем 0-8-сантиметровом слое почвы, что указывает на поверхностное распространение корневых систем культивируемых растений. Корневые системы растений ели густо переплелись с корнями злаковых видов – щучки дернистой, вейника лесного, мятлика лугового, ежи сборной. Корни растений лиственных пород проникли в зону корневых систем растений ели на разных уровнях. Смыкание корневых систем между культивируемыми растениями ели крайне редко.

В опытных вариантах по микроповышениям загиба корней растений ели при посадке было значительно меньше, но отмечено мощное развитие по всему профилю в разных направлениях корневых систем, особенно по грядам (рис. 1 и 2). Корневые системы сомкнулись между соседними растениями ели с шагом посадки 0,7-1,0 м через 2-3 года, отдельные корни первого порядка ветвления вышли за пределы микроповышений и проникли в целинную часть, заняв ближайшие микроповышения, а также использовали ходы сгнивших корней предшествующей древесно-кустарниковой растительности. У всех модельных растений ели сохранился стержневой

корень, выражено его утолщение в верхней части, характеризующее сбежистость. Глубина распространения корней 12-16 см, есть случаи большего заглубления (21 см), но отмечено их искривление. По всему периметру стержневого корня образовались корни первого порядка, среди которых с диаметром более 1 мм насчитывалось 11-31 шт., а всего порядков ветвления в основном три. Максимальный диаметр корней первого порядка у основания достигал 5,5 мм, общая длина всей корневой системы по пластам 7,9-19,9 м, у самой поверхности почвы на удалении от стволика по пластам на 65-85 см, по грядам – 9,8-26,4 м. На второй, а чаще на третий год после посадки растений ели в культурах отмечено появление 3-4 шт. придаточных корней в местах заиливания стволиков минеральной частью почвы, распространяющихся у самой поверхности почвы на удалении от стволика по пластам на 65-85 см, по грядам – 70-113 см.

Исследования состояния, роста и развития 5-летних культур ели на ОУ №1 показали, что высота и диаметр стволиков культивируемых растений, степень ветвления, охвоения, фитомасса надземных органов и корней были максимальными у культур по грядам, созданных как сеянцами (см.рис.1), так и саженцами (см.рис.2). Это является свидетельством того, что по грядам растения ели на начальном этапе формирования искусственных молодняков в большей степени изолированы от конкуренции с естественными фитоценозами по световому режиму и почвенному питанию, чем по пластам и тем более на целине. У культур из 4-летних сеянцев между контролем и опытными вариантами по фитомассе всего растения и отдельных его органов прослеживалась достоверность различий (табл.1) на статистическом уровне ($t_{\text{факт.}} > t_{0,05}$); из саженцев различие достоверно лишь в варианте между контролем и грядами ($t_{\text{факт.}} = 3,84-10,1 > t_{0,05} = 2,57$), а между контролем и пластами достоверность различий не подтвердилась. Между культурами по пластам и грядам различия достоверны в варианте с 3-летними сеянцами по всем показателям, с саженцами – лишь по ветвям, хвое и корням, с 4-летними сеянцами различий нет.

Максимальное накопление фитомассы за первое пятилетие в опытных вариантах по микроповышениям отмечено у культур из 3-летних сеянцев: по пластам надземная часть увеличилась в 15,4 раза, корневая система – в 17,6 раза; по грядам соответственно – 21,9 и 24 раза (табл. 2). На контроле в культурах из 4-летних сеянцев фитомасса надземной части увеличилась в 4,6 раза, корней – в 4,5 раза; по пластам – в 7,7 раза, по грядам – 13,1 и 9,8 раза. В последних двух вариантах фитомасса надземной части у растений ели в культурах увеличивалась более интенсивно, чем корневых систем.

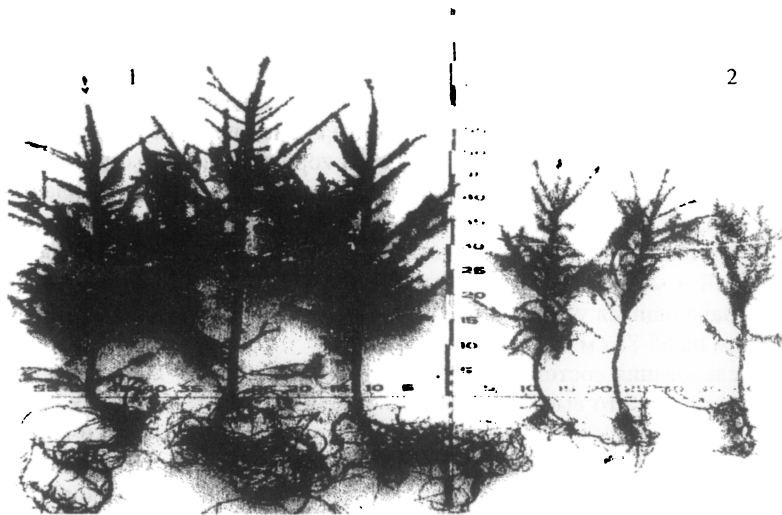


Рис. 1. 5-летние культуры ели из 4-летних семян по грядкам (1) и на целине (2) на ОУ №1

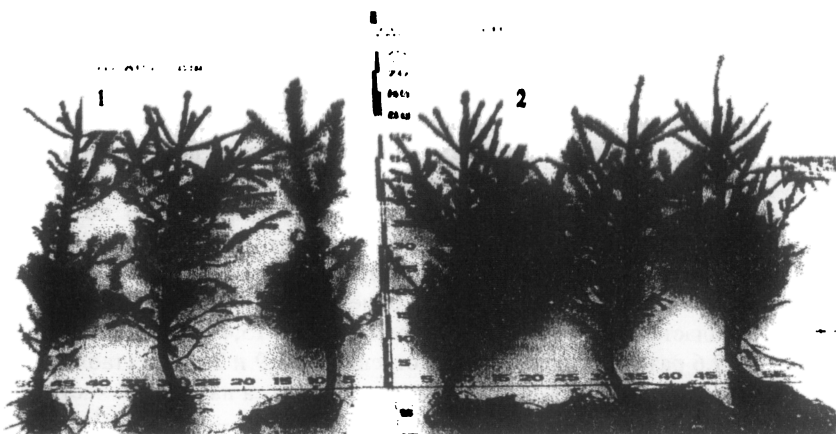


Рис. 2. 5-летние культуры ели из 4-летних (2+2) саженцев по пластам (1) и грядкам (2) на ОУ №1

Таблица 1. Фитомасса растений ели в 5-летних культурах на опытном участке №1

Посадочный материал		Масса растений по фракциям, г				
Вид	Возраст, лет	Ствол	Ветви	Хвоя	Корни	Всего
Перед посадкой (посадочный материал)						
СН	3	0,82±0,06	0,24±0,01	1,0±0,06	0,7±0,05	2,81±0,12
СН	4	1,19±0,09	0,61±0,04	2,1±0,18	1,9±0,02	5,76±0,35
СЖ	2+2	2,05±0,16	1,37±0,09	2,5±0,22	2,9±0,03	8,87±0,77
В контроле						
СН	4	8,5±0,78	2,6±0,31	7,1±0,69	8,5±0,91	26,7±2,89
СЖ	2+2	19,7±1,46	3,7±0,37	18,8±1,63	14,9±1,51	57,1±3,83
По пластам						
СН	3	13,8±1,24	2,9±0,19	15,6±1,24	12,3±0,64	44,6±3,61
СН	4	20,7±1,62	3,9±0,27	19,2±2,26	14,7±1,26	58,5±3,67
СЖ	2+2	22,9±1,89	4,1±0,33	23,5±1,88	17,2±1,94	67,7±4,89
По грядам						
СН	3	21,1±1,35	3,7±0,28	21,2±1,61	16,8±0,86	62,8±4,48
СН	4	23,2±2,16	4,6±0,37	23,4±1,72	18,5±1,34	69,7±3,97
СЖ	2+2	28,2±2,31	6,7±0,52	29,8±1,81	23,1±2,08	87,8±5,64
Достоверность различий (t факт.=) на статистическом уровне (t 0.05 = 2.57) между показателями на вариантах:						
Контроль и пласты						
СН	4	6,80	3,09	4,36	2,45	6,72
СЖ	2+2	1,31	0,83	1,89	0,93	1,71
Контроль и гряды						
СН	4	6,43	4,07	10,1	3,84	8,78
СЖ	2+2	7,50	5,32	4,51	5,76	2,95
Пласты и гряды						
СН	3	2,67	2,42	2,77	4,21	3,17
СН	4	0,91	2,28	1,48	2,06	1,85
СЖ	2+2	1,64	4,19	2,64	2,59	2,56

Охвоенность побегов на контроле возросла в 8,1 раза, по пластам – в 19,2 и грядам – в 23,4 раза. В культурах из сеянцев и саженцев на контроле масса хвои составила 26,3 и 33,1%, корней – 32,4 и 26,2% от общей массы культивируемых растений (см.табл. 1). На пластах доля хвои в общей массе растений ели составила 33-35%, корней – 25-28%, по грядкам соответственно – 33-34 и 26-27%, т.е. в опытных вариантах масса ассимиляционных органов преобладала над массой корневых систем. Масса стволика во всех вариантах имела близкие показатели по отношению к общей массе растений ели и колебалась в пределах 31-35 %, а масса ветвей – 6-10%. Соотно-

шение между хвоей и корнями в контроле заметно снизилось, в опытных вариантах, наоборот, превысило исходную величину, что указывает на более высокую степень развития ассимиляционных органов в условиях меньшей конкуренции со стороны травостоя. У растений ели в культурах по грядам этот показатель независимо от вида и возраста посадочного материала имел близкие значения (1,26-1,29), по пластам различие между 3-летними сеянцами и саженцами было несущественным.

Таблица 2. Накопление фитомассы надземными органами и корнями растений ели в культурах за первое 5-летие на ОУ №1

Посадочный материал		Фитомасса, г			Увеличение за 5 лет, раз			Отношение	
Вид	Возраст, лет	Надземной части		корней	Надземной части		корней	надземной части к корням	хвои к корням
		всего	в т.ч. хвои		всего	в т.ч. хвои			
Перед посадкой (посадочный материал)									
СН	3	2,1±0,02	1,0±0,06	0,7±0,05	-	-	-	3,01	1,43
СН	4	3,9±0,03	2,1±0,18	1,9±0,02	-	-	-	2,05	1,11
СЖ	2+2	6,0±0,14	2,5±0,22	2,9±0,03	-	-	-	2,07	0,86
На контроле									
СН	4	18,1±1,14	8,1±0,69	8,5±0,91	4,63	3,86	4,55	2,23	0,95
СЖ	2+2	42,2±3,01	18,8±1,63	14,9±1,51	7,32	7,52	5,13	2,83	1,26
По пластам									
СН	3	32,3±3,18	15,6±1,24	12,3±0,64	15,4	15,61	17,63	2,63	1,27
СН	4	41,3±2,98	19,2±2,26	14,7±1,26	11,2	9,14	7,74	2,95	1,31
СЖ	2+2	5,05±4,87	23,5±1,88	17,2±1,94	8,41	9,41	5,95	2,94	1,37
По грядам									
СН	3	46,0±4,04	21,2±1,61	16,8±0,86	21,9	21,24	24,08	2,74	1,26
СН	4	51,2±4,68	23,4±1,72	18,5±1,34	13,1	11,13	9,83	2,77	1,27
СЖ	2+2	64,7±5,18	29,8±2,34	23,1±2,08	10,8	11,92	8,05	2,80	1,29

В условиях целины при посадке сеянцев и саженцев одного возраста большую устойчивость в процессе приживаемости, роста, накопления фитомассы проявили культуры из саженцев, на пластах – 4-летние сеянцы и саженцы, по грядам – весь использованный посадочный материал.

Таким образом, дренарующие канавы вдоль гряд и борозды, нарезанные поперек склона, не способствует заметному понижению верховодки в первой половине вегетационного периода. При расположении их под острым углом (20-45°) к склону они более активно выполняют роль осушителей, понижая уровень верховодки в течение всего вегетационного периода. При изучении динамики развития корневых систем культивируе-

мых растений ели выявлено следующее: 1) причины, снизившие приживаемость культур; 2) характер архитектоники корней; 3) срок смыкания между растениями в культурах; 4) взаимоотношение с корневыми системами естественных фитоценозов. Установлен перспективный посадочный материал в зависимости от типа посадочного места. Биометрическая характеристика 5-летних культур ели свидетельствует о том, что по грядкам на начальном этапе формирования искусственных молодняков создаются более благоприятные условия, чем по пластам, и тем более на целине.

УДК 630. 2 (470.5)

Н.Н. Чернов

(Уральский государственный лесотехнический университет)

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУР ЕЛИ

В широких масштабах ель в культуры на Урале стали внедрять в 1970-х гг. Это было связано с получением во многих случаях неудовлетворительных производственных результатов культивирования сосны в преобладающих лесорастительных условиях Урала.

Ель в сравнении с сосной обладает рядом свойств, которые позволяют снизить затраты на создание и выращивание лесных культур и при этом добиться высокой продуктивности искусственных насаждений. Теневыносливость ели обеспечивает сохранность культур под пологом других древесных пород. Культуры ели значительно лучше противостоят заглушению травянистой растительностью, не требуют интенсивных агротехнических уходов. Более того, окружающий травостой предохраняет на открытых местах молодые растения ели от повреждения поздними весенними заморозками. Важным лесокультурным свойством ели является высокая приживаемость саженцев; рост культур в этом случае обеспечивается при минимальном числе агротехнических уходов или без них. Ель пригодна для создания смешанных, подпологовых и предварительных культур. Посадочный материал ели в меньшей степени повреждается грибковыми заболеваниями, а культуры — животными и грызунами.

Научные исследования различных аспектов внедрения ели в лесокультурное производство проходили в 1960 – 1990 гг. одновременно с созданием производственных культур. Культуры ели к настоящему времени в практическом лесоводстве Урала заняли доминирующее положение, хотя некоторые вопросы научной проработкой не завершены. Особенно беспокоит широкое внедрение ели в культуры в несвойственных ей местах обитания — в лесорастительных условиях коренных сосняков, что неизбежно