



УДК 630*228.7:582.475.4(571.16)
DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.9

ИСКУССТВЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.М. Дебков^{1,2}, канд. с.-х. наук, науч. сотр.
*В.С. Панёвин*³, канд. с.-х. наук, доц.

¹Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, просп. Академический, д. 10/3, г. Томск, Россия, 634055; e-mail: nikitadebkov@yandex.ru

²Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, ул. Институтская, д. 15, г. Пушкино, Московская область, Россия, 141202

³Национальный исследовательский Томский государственный университет, просп. Ленина, д. 36, г. Томск, Россия, 634050; e-mail: panevin_les@mail.ru

Проблема искусственного восстановления лесов волнует лесоводов не только России, но и других стран. Особенно это касается создания культур кедр сибирского *Pinus sibirica* Du Tour. В статье обобщен опыт искусственного воспроизводства кедровых лесов в южном и среднем лесных районах Томской области. Установлено, что доминирующая на практике подготовка почвы на вырубках бороздами с помощью лемешных плугов нецелесообразна, так как при этом удаляется перегнойно-аккумулятивный горизонт почвы, что вызывает задержку роста кедр сибирского на 8–10 лет. Выявлено, что посадка кедр сибирского в дно борозды приводит к его вымоканию и заваливанию травянистой растительностью. В среднем лесном районе возможна, а во многих случаях и необходима посадка культур без подготовки почвы. Для закладки культур кедр наиболее приемлемы микроповышения и минерализованные полосы с сохраненным верхним горизонтом почвы. Лесные культуры предпочтительнее закладывать крупномерными саженцами, что позволит при невысоком травяном покрове отказаться от агротехнических уходов. Густота культур может быть небольшой (1,0...1,5 тыс. шт./га), причем сохраняется лесная среда за счет сопутствующих пород. На вырубках культуры кедр повсеместно зарастают лиственными породами, задерживающими рост и развитие кедр. Рубки ухода высокой интенсивности в культурах кедр сибирского вплоть до полной уборки лиственного яруса являются важнейшим и крайне необходимым лесохозяйственным мероприятием для восстановления кедровых лесов.

Для цитирования: Дебков Н.М., Панёвин В.С. Искусственное восстановление кедровых лесов Томской области // Лесн. журн. 2019. № 2. С. 9–21. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.9

Ключевые слова: кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour), лесные культуры, южный лесной район, средний лесной район, Томская область, оптимизация воспроизводства лесов.

Введение

Культуры кедр сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в Томской области начали создаваться с 1947 г., когда впервые на площади 1 га был произведен посев семян без подготовки почвы. Опыт оказался неудачным, посевы погибли. В последующие 16 лет было заложено еще 393 га культур разными способами.

С 1964 г. объемы закладки культур кедра резко возрастают. С этого времени отказываются от посева и полностью переходят к посадке сеянцев. Уже в 1965 г. создается 2053 га культур кедра, а всего за прошедший период лесокультурной деятельности их накопилось более 40 тыс. га [1]. При этом рост и развитие культур практически не изучались, за исключением нескольких работ [4, 7]. В других регионах Сибири этой проблеме уделялось большее внимание. Некоторые исследователи [3] отмечали хорошую приживаемость и сохранность создаваемых насаждений, что подтверждалось материалами ежегодных инвентаризаций 1–2-летних культур. Однако при анализе материалов лесоустройства и натурных наблюдений стали отмечать значительную гибель культур старших возрастов, переведенных в лесопокрытую площадь [9]. В Томской области из культур кедра сибирского до 10-летнего возраста в хорошем состоянии находится 14,3 %, в удовлетворительном – 29,8 %, неудовлетворительные и погибшие посадки составляют 55,9 % общей площади. Среди культур старше 10 лет – соответственно 9,5; 23,8 и 66,7 %. В первые 20 лет погибает 65 % культур, и их гибель продолжается в более старших возрастах. Значительная гибель культур кедра отмечена и в других регионах Западной Сибири. Так, в таежной зоне Новосибирской области 92,0 % культур погибли или находятся в неудовлетворительном состоянии [10].

Низкая сохранность лесных культур в таежной зоне общеизвестна, этот факт освещается в специальной литературе [5]. Анализ современного состояния искусственного лесовосстановления в таежной зоне свидетельствует, что до настоящего времени оно осуществляется по технологиям, не имеющим достаточного научного обоснования. Предположение о том, что в лесной зоне можно обеспечить искусственное восстановление простейшими способами, оказалось несостоятельным. Поэтому вопрос о лесных культурах, в том числе и кедровых, вновь актуален как с научной, так и с производственной точки зрения. В последнем случае особо важным является вопрос о целесообразности дальнейшего вложения значительных средств в создание культур кедра сибирского. При этом следует понимать, что в условиях меняющегося климата искусственное лесовосстановление становится мероприятием со слабо прогнозируемым результатом [14].

Цель исследования – обобщение опыта лесокультурного производства кедра сибирского в южном и среднем лесных районах Томской области и разработка рекомендаций по оптимизации искусственного восстановления кедровых лесов.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились на территории Тимирязевского и Верхнекетского лесничеств, расположенных соответственно в южном и среднем лесных районах Томской области [6].

Для обобщения производственного опыта и сравнительной оценки культур кедра сибирского в зависимости от способа их создания использовались общепринятые методики [8]. Лесоводственная эффективность определялась по таксационной характеристике молодняка, формирующегося на вырубке (сроки смыкания, состав, интенсивность роста главной породы).

При рекогносцировочном обследовании выбирались наиболее характерные участки для детального обследования лесных культур путем закладки пробных площадей (ПП) размером от 0,18 до 1,10 га с наличием не менее

500 посадочных мест. За основной показатель при пересчете деревьев принималась высота, которая измерялась у всех экземпляров данного вида на ПП по ступеням высот через 10 см. На ПП отбиралось по 30...40 учетных деревьев, у которых измерялись: высота с точностью ± 1 см; диаметр на высоте груди или у шейки корня штангенциркулем с точностью $\pm 0,1$ см; текущие приросты у осевого и латеральных побегов соответственно за 5 лет и 3 года.

Также изучено строение корневой системы у культур, созданных сеянцами, по способу П.К. Красильникова [2] с выкопкой деревьев, отмыванием корневой системы, зарисовкой и фотографированием.

Естественное возобновление на площадях лесных культур изучалось путем закладки круговых учетных площадок (УП) размером 10 м^2 в количестве 25...30 шт. На них проводился сплошной учет самосева и подроста с определением их возраста, высоты, диаметра у шейки корня, текущего прироста в высоту и давалась общая характеристика их состояния. Поросль лиственных пород при высоте менее 3 м учитывалась по ступеням высот через 0,5 м, а при высоте более 3 м – по 2-сантиметровым ступеням толщины. Одновременно на УП описывалось состояние напочвенного покрова и определялось проективное покрытие трав и мхов.

Всего было обследовано 740 га культур кедров сибирского и заложена 31 ПП. В целом ПП достаточно хорошо характеризуют состояние культур вследствие их большой однотипности. Для изучения хода роста кедровых культур в высоту использовано 1700 модельных деревьев.

Результаты исследования и их обсуждение

Культуры кедров сибирского в Томской области закладываются сеянцами, в основном 2–3-летнего возраста. Густота кедровых культур не отличается от нормативов, принятых для других лесообразующих пород. С учетом того, что кедровые насаждения запрещены к рубке, создавать лесные культуры орехоплодной породы по нормативам, предназначенным для выращивания насаждения на древесину, нецелесообразно. Наш опыт формирования кедровников в Томской области показал, что густоту кедровых культур можно снизить в 2–3 раза (до 1,0...1,5 тыс. шт./га) при условии проведения рубок ухода на программной основе, т. е. систематически учитывая состояние кедров и целевое назначение кедровников.

Важным фактором, влияющим на приживаемость и сохранность лесных культур, является способ подготовки почвы. Также от него зависит ранний рост посадок [16]. Данные по Томской области показывают, что без подготовки почвы создается 5,3 % культур, 2,0 % площади готовится ручным способом, 89,3 % обрабатывается плугом ПКЛ-70, 3,3 % – плугом ПЛП-135. Сплошная подготовка почвы практически не применяется (составляет около 0,1 %). На вырубках, гарях и «шелкопрядниках» закладывается 84,4 % культур. Сравнительно высок их удельный вес на землях, пригодных для сельскохозяйственного использования, – 15,6 %. Наиболее распространены культуры с широкими междурядьями.

Почвы таежной зоны таковы, что при любом способе подготовки, ведущем к уборке верхних горизонтов на глубину 10...15 см, лесорастительные свойства их резко ухудшаются. Близкое расположение к поверхности неблагоприятных для роста корней горизонтов почвы подтверждается разрезами, заложенными на объектах наших исследований.

При существующей технологии подготовки почвы перегнойно-аккумулятивный горизонт практически полностью удаляется в ходе нарезки борозд, а растения высаживаются непосредственно в подзолистый или даже иллювиальный почвенный горизонт. Кедр сибирский лучше растет, когда его корни находятся в перегнойно-аккумулятивном горизонте, где повышенное содержание органического вещества, общего азота, подвижных форм фосфора и калия, высокая биологическая активность. Эксперимент по оценке влияния способа подготовки почвы, проведенный в Польше [11], показал, что для создания лесных культур лучше всего подходят мульчер и дисковый плуг, несколько худшие результаты дает лемешный плуг. Особенно важно, что после мульчера формируется обогащенный органикой перемешанный и относительно рыхлый слой, который активно впитывает и удерживает влагу [15, 18], что немаловажно в условиях южного лесного района.

С учетом важности подготовки почвы нами был использован прием, в котором проводилось чередование посадочных мест, т. е. первый сеянец высаживался в дно борозды, подготовленной плугом ПКЛ-70, следующий – в боковую часть отвала, затем – в отвал и т. д.

Вместе с этим были обследованы культуры, заложенные по полосам, подготовленным корчевателем-собирателем Д-210В, а также по дну борозд, проложенных плугом ПЛП-135 (табл. 1).

Таблица 1

**Рост 9- и 20-летних культур кедр сибирского в южном лесном районе
в зависимости от способа подготовки почвы**

Способ подготовки почвы, орудие	Место посадки	Высота культур, см	Процент к контролю	Прирост в высоту, см/год		Верхний ярус древостоя		
				текущий	средний	Состав, ед.	Высота, м	Полнота, ед.
<i>9-летние культуры</i>								
Бороздами, ПКЛ-70	В дно борозды	52,8±3,3	100,0	6,5±0,3	5,9	100с	5,0	0,70
	В боковую часть отвала	69,3±3,4	131,2	9,7±0,5	7,7	100с	5,0	0,70
	В отвал	137,7±11,2	260,8	19,0±0,9	15,3	100с	5,0	0,70
<i>20-летние культуры</i>								
Бороздами, ПКЛ-70	В дно борозды	123,7±3,2	100,0	9,2±0,4	6,2	90с1Б	12,5	0,74
Бороздами, ПЛП-135	В дно борозды	136,8±4,0	110,6	8,2±0,4	7,2	100с	11,0	1,10
Полосами, Д-210В	По полосам	209,7±4,3	169,5	19,4±0,7	10,5	6Б30с1С	9,5	0,74

Примечание. Контроль – вариант «в дно борозды».

Данные обследования показали, что через 9 лет культуры, созданные сеянцами, в отвалах имели высоту в 2,6 раза больше, чем посаженные по дну борозды. Их текущий прирост в высоту за последние 3 года превышал сравнимый вариант в 2,9 раза. Аналогичные результаты были получены в Латвии на примере ели, которая имела бóльшие темпы роста на отвалах по сравнению с размещением в борозде [12]. Культуры, созданные сеянцами, высаженными в боковую часть отвала, занимали промежуточное положение. Хороший рост имели культуры кедра сибирского в полосах. Преимущества полосной подготовки проявляются даже перед скарификацией [19], особенно в более богатых типах условий местопроизрастания, где данный вид подготовки почвы снижает конкуренцию высаженного посадочного материала с живым напочвенным покровом. Проявилась очевидная закономерность – чем ниже посадочное место по отношению к генетическим горизонтам почвы, тем хуже рост культур.

Раскопки корневых систем в культурах, созданных сеянцами, показали, что до тех пор, пока корни не достигают перегнойно-аккумулятивного горизонта за пределами борозд, рост в высоту и общее развитие растений замедлены. Когда корни достигают этого горизонта, рост культур в высоту резко усиливается. Если же этого не происходит, то они могут много лет не иметь интенсивного прироста в высоту. При посадке сеянцев у края борозды их корневая система развивается в сторону отвала.

Приживаемость культур кедра сибирского в первые два года высокая (до 90 % и выше), но затем наблюдается большой отпад. Основными причинами гибели сеянцев на лесокультурной площади являются вымокание и заваливание их травой. Борозды от плуга ПКЛ-70 уже на третий год полностью перекрываются травами. Основной отпад культур происходит именно вследствие этого, а также в результате заваливания сеянцев и мелких саженцев травой и опавшей листвой в осенний период. К 15–20 годам сохраняется 30...40 % от первоначального количества.

Сохранность лесных культур, созданных сеянцами и саженцами, зависит от типа леса и, в частности, от состава древостоя, формирующегося естественным путем на участках лесных культур. Наиболее отрицательное влияние на культуры кедра оказывает осина. Опавшая листва осины создает вместе с травами плотный слой, который после выпадения снега пригибает молодые растения к земле. Из-за медленной минерализации листьев осины этот слой долго не разлагается, и культуры кедра под ним погибают. Сохранность высаженного посадочного материала при зарастании культур березой повислой выше по сравнению с зарастанием осинкой.

Вырубки в Томской области на свежих и влажных почвах начинают зарастать лиственными породами в первый же год после рубки, а через 4–5 лет после посадки на свежей вырубке сеянцы оказываются под пологом лиственных пород. Даже на тех площадях, где до создания культур процесс облесения из-за сильного задернения протекал медленно, после нарезки борозд по их отвалам и дну происходит обильное возобновление не только лиственных, но иногда и сосны обыкновенной. В итоге на площадях культур кедра формируются естественные насаждения высокой полноты. Прокладка коридоров и рубки ухода, проводимые с выборкой части древостоя (интенсивностью 30...50 %) равномерно по площади или с уборкой части кулис, не дают желаемого результата. Оставленные на корню деревья лиственных пород начинают интенсивно развиваться и через некоторое время восстанавливают высокую

полноту и сомкнутость крон. Например, насаждение на ПП К-4 представлено оставленными при уходе узкими кулисами шириной 1,0...1,2 м с расстоянием между ними 6 м. Хорошее освещение, достаточная площадь питания за пределами кулис и возможность формирования крон в междурядьях исключили интенсивное естественное изреживание древостоя, и число стволов на 1 га оставалось высоким. Соответственно, высока и полнота древостоя – 0,92. Такое же строение имеет насаждение ПП К-18, где проведены реконструкция осинового молодняка коридорами, а в дальнейшем сплошная уборка кулис в каждом третьем междурядье бульдозером. Насаждения ПП К-14 и К-15 сформировались из самосева сосны, появившегося в бороздах и на отвалах после подготовки почвы. Эти древостои по своему строению аналогичны рядовым культурам сосны, созданных посевом, имеют высокую полноту и сомкнутость крон.

Нахождение культур кедр сибирского под пологом лиственных пород приводит к замедлению их роста. Сравнение среднего и текущего приростов в высоту за последние 5 лет показывает, что только при очень высоких полнотах верхнего яруса рост кедр в высоту замедляется настолько, что его текущий прирост снижается до среднего. До полноты 0,6 угнетение кедр невелико, и он развивается удовлетворительно, о чем говорят сравнительно высокие показатели годового прироста. Лучше всего культуры растут при полном освещении. Для изучения этого важного вопроса проведены исследования на участках, где культуры различаются только полнотой верхнего яруса (табл. 2).

Таблица 2

Рост культур кедр сибирского в зависимости от полноты верхнего яруса

Верхний ярус		Показатели роста культур		
Полнота, ед.	Состав, ед.	Высота, см	Прирост в высоту, см/год	
			текущий	средний
0,99	10Б, ед. Ос	70,5±1,0	6,5±0,3	6,4
0,89	10Б	103,8±3,9	12,9±0,6	9,4
0,73	10Б, ед. К	113,5±2,9	12,0±0,9	10,3
0,46	9Б1С	129,3±3,4	13,1±0,7	11,8
Отсутствие верхнего яруса		156,9±1,8	20,6±0,5	14,3

Выявлена высокая обратная связь между полнотой древостоя и высотой культур кедр (коэффициент корреляции 0,89).

Опыт по полному освобождению культур кедр от полога осины показал большую эффективность этого мероприятия (рис. 1).

Для опыта были выбраны культуры кедр, посаженные в 1968 г. 3-летними сеянцами в дно борозд, нарезанных плугом ПЛП-135. Первое осветление интенсивностью 50 % проведено на пятый год после посадки путем сплошной вырубki осины через междурядье. Осина к этому времени имела высоту 2 м. В результате рост культур кедр в высоту увеличился и продолжался на повышенном уровне в течение 5 лет. Затем лиственный ярус восстановил свою сомкнутость, и культуры вновь попали в неблагоприятные условия роста. Второй прием осветления проведен в 1981 г., когда был полностью убран лиственный ярус, достигший к этому времени высоты 8 м и полноты 0,8.

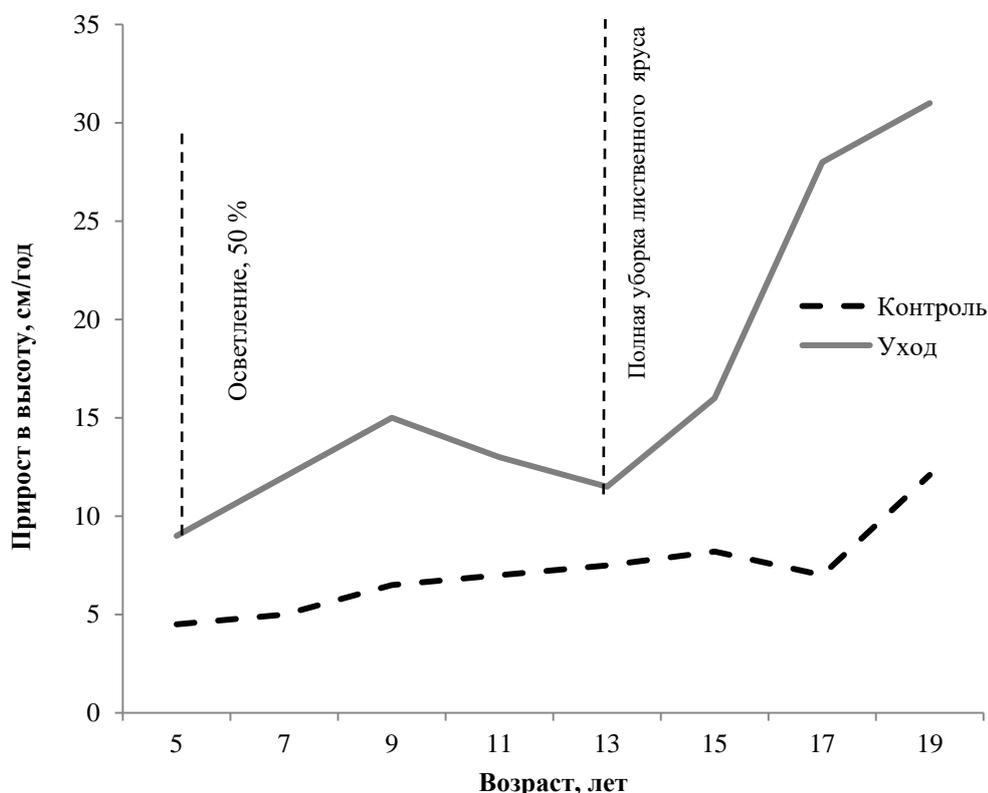


Рис. 1. Изменение текущего прироста в высоту культур кедров сибирского в результате полной уборки верхнего яруса

Fig. 1. Change in apical growth of Siberian pine crops as a result of overstorey cleanout

Сплошная уборка листового яруса через 10 лет после первого ухода способствовала резкому усилению роста кедров. Повышение интенсивности роста произошло без замедления после рубки. В результате двух осветлений высота культур кедров стала более чем в 2 раза превышать контрольные (без ухода) экземпляры (рис. 2).

Таким образом, освобождение культур кедров из-под полога листовых пород с лесоводственной точки зрения крайне необходимо. С экологической же оно тоже обоснованно, поскольку на примере сосны белой (*Pinus albicaulis*) – аналогичного древесного вида с североамериканского континента, показано, что лучший рост посадок наблюдается при полном солнечном освещении [13]. Практически все культуры кедров сибирского в Томской области требуют осветления с уборкой от 10 до 120 м³/га древесины листовых пород. Сплошная уборка листовых оказывает положительное влияние и на почву.

Характерной особенностью культур кедров в среднем лесном районе является наличие на их площадях естественного возобновления хвойных пород, которых может быть более 3,5 тыс. шт./га. Листовые здесь также формируют высокополнотные древостои, и культуры кедров обычно находятся под их пологом (табл. 3).

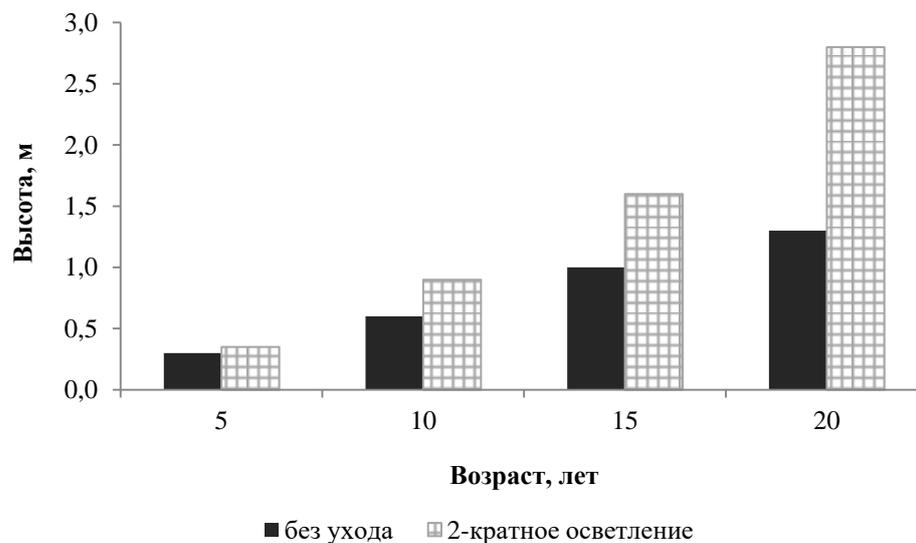


Рис. 2. Ход роста в высоту культур кедра сибирского под влиянием рубок ухода

Fig. 2. Yield of Siberian pine crops in height influenced by improvement thinning

Таблица 3

Характеристика естественного возобновления на участках лесных культур кедра сибирского в среднем лесном районе

№ ПП	Давность рубки, лет	Состав, ед.	Высота, м	Полнота, ед.	Густота, тыс. шт./га			Показатели роста культур	
					все-го	в том числе хвойных	из них кедр сибирского	Высота, см	Текущий прирост в высоту, см
К-27	7	9Ос1Б	3,1	1,0	12,5	0,6	0,30	23,0±0,4	3,1±0,2
К-29	7	6Ос3Б1С	2,4	0,8	9,9	1,0	0,17	34,6±2,4	3,6±0,2
К-30	7	5Ос2Б3С	3,3	1,0	12,2	3,6	0,04	6,0±0,1	2,4±0,2
К-31	7	10Б	2,3	1,0	16,7	0,4	0,38	20,9±2,0	3,6±0,2
К-32	7	7Б3К	3,0	0,3	2,9	1,2	0,90	46,0±4,0	5,2±0,5
К-33	7	7Ос3Б	2,5	0,7	8,6	–	–	–	–
К-26	12	6Б4Ос	5,7	0,6	7,5	0,9	0,32	137±11,6	11,4±0,4
К-28	30	6Б2Ос2С	13,0	0,7	1,6	0,7	–	–	–

В среднем лесном районе ход роста культур в высоту и по диаметру характеризуется тем, что в целом они растут хуже, чем в южном лесном районе: высота одновозрастных культур и их текущий прирост в высоту меньше, чем на юге.

Учитывая однородность участков лесокультурного фонда (погрузочные площадки вырубок в кедровниках мелкотравно-зеленомошных), одинаковую направленность лесовосстановительного процесса, однотипность почв (подзолисто-поверхностно-глеевые) и возраст посадочного материала (2-летние сеянцы), представляется возможным сравнить культуры по высоте в зависимости от способа подготовки почвы (рис. 3).

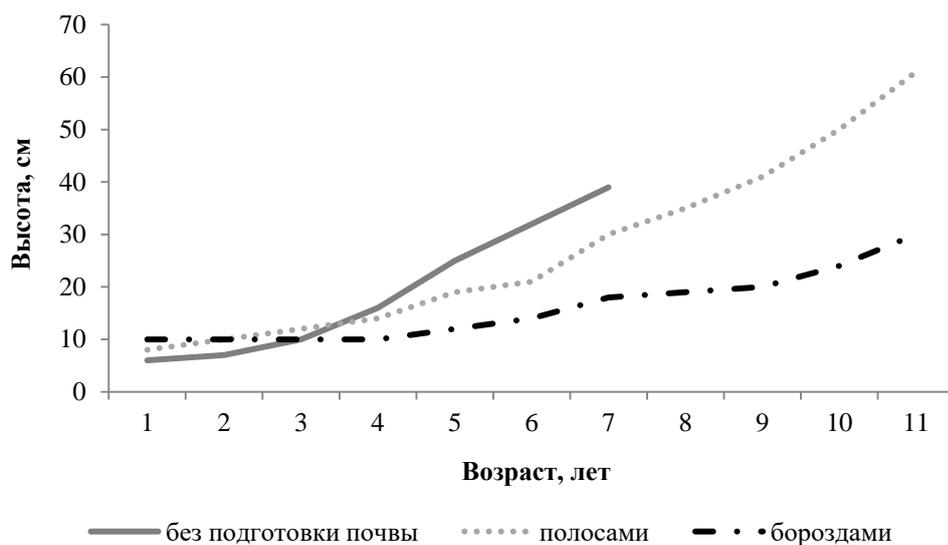


Рис. 3. Рост культур кедр сибирского в высоту в зависимости от способа подготовки почвы

Fig. 3. Height growth of Siberian pine crops depending on the soil preparation method

Лучшие результаты получены при посадке семян без специальных работ при подготовке почвы по сплошь минерализованной поверхности на погрузочных площадках. Здесь дифференциация культур, созданных сеянцами, по высоте меньше, чем в других случаях. Худший рост имеют культуры, посаженные по дну борозд. Сеянцы, высаженные в культурах на полосах, занимают промежуточное положение. При этом если в первые 3 года высота культур была примерно одинакова, то по окончании периода приживаемости она начинает различаться. У сеянцев, высаженных в культурах на полосах и без подготовки почвы, интенсивность роста с возрастом заметно увеличивалась, а у культур, созданных по бороздам, эта тенденция выражена слабее.

Наличие на участках лесных культур естественного возобновления кедр сибирского позволяет установить быстроту роста культур, последующего естественного возобновления и наличие сохранившегося при рубке подроста. Установлено, что между ростом культур и естественным возобновлением кедр в первые годы жизни разницы нет. В дальнейшем культуры растут более энергично, что объясняется лучшим температурным режимом почвы под ними в результате уборки мохового покрова. Аналогичный результат был получен на примере ели черной (*Picea mariana*) в лесах Канады, где за 25-летний период эксперимента искусственные посадки показали лучший рост по сравнению с подростом предварительной генерации и самосевом по скарифицированной дисками (минерализованной) почве [17]. Хотя в первые 3 года культуры, как правило, не имеют отличий в росте или даже отстают [20]. Но после периода приживаемости темпы роста значительно увеличиваются.

Из-за большого отпада сеянцев культуры не обеспечивают формирования в будущем сомкнутого древостоя главной породы. Как показало картирование на ПП К-26, оставшиеся экземпляры неравномерно распределены по площади и так же, как и естественное возобновление, имеют контагиозное размещение. В культурах повысился коэффициент встречаемости кедр с 37 % у естественного возобновления до 65 % при УП в 25 м², но эти показатели

оказались хуже, чем на вырубках, где сохранен подрост хвойных пород и не проводилось искусственное лесовосстановление. Здесь показатель встречаемости для кедра равен 95 % для УП такого же размера, а наибольшая площадь «окна», где нет возобновления кедра, составляет 55 м².

Анализ хода роста у культур последующего и предварительного возобновления показывает, что последний способ лесовосстановления предпочтительнее. Через 9 лет после рубки средняя высота экземпляров кедра превышает 1 м, в то время как сеянцы и экземпляры последующего возобновления еще испытывают влияние трав. Экземпляры предварительного возобновления имеют и более высокий текущий прирост в высоту. Если у культур кедра сибирского текущий прирост побега в высоту составляет 8,3±0,5 см/год, а последующего возобновления – 8,4±0,3 см/год, то у подростка – 12,5±0,9 см/год.

Заключение

Обобщение опыта лесокультурного производства кедра сибирского в южном и среднем лесных районах Томской области показало, что в данных условиях произрастания подготовка почвы бороздами не целесообразна. Уборка перегнойно-аккумулятивного горизонта вызывает задержку роста на 8–10 лет и без того медленно растущей в молодости породы. Посадка сеянцев в дно борозды приводит к их вымоканию и заваливанию травянистой растительностью. В среднем лесном районе возможна, а во многих случаях необходима посадка культур без подготовки почвы. Для закладки культур кедра наиболее приемлемы микроповышения и минерализованные полосы с сохраненным верхним горизонтом почвы. Культуры предпочтительнее закладывать крупномерными саженцами, что позволит при невысоком травяном покрове отказаться от агротехнических уходов. Густота культур может быть небольшой (1,0...1,5 тыс. шт./га), а лесная среда – сохраняться за счет сопутствующих пород.

На вырубках культуры кедра сибирского повсеместно зарастают лиственными породами, задерживающими их развитие на многие годы. Своевременная уборка лиственных способствует интенсивному росту не только культур кедра, но и подростка предварительных генераций, формирование кедровых насаждений из которого более предпочтительно при его достаточном количестве. Рубки ухода высокой интенсивности в культурах кедра сибирского вплоть до полной уборки лиственного яруса являются важнейшим и крайне необходимым лесохозяйственным мероприятием по восстановлению кедровых лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Косицын В.Н.* Оценка состояния лесных культур кедра при государственной инвентаризации лесов // Лесная таксация и лесоустройство. 2014. № 1(51). С. 65–68.
2. *Красильников П.К.* Методика полевого изучения подземных частей растений: моногр. Л.: Наука, 1983. 207 с.
3. *Лоскутов Р.И.* Искусственное восстановление кедра сибирского: моногр. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 105 с.
4. *Медведева А.А.* Особенности искусственного лесовосстановления на Причлымском плато: дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1975. 180 с.
5. *Новосельцева А.И.* За дальнейшее развитие лесовосстановительных работ в многолесных районах европейской части СССР // Лесн. хоз-во. 1972. № 2. С. 15–17.

6. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации: приказ М-ва природ. ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 № 367. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420224339> (дата обращения: 11.11.2018).

7. *Огиевский В.В.* Искусственное лесоразведение в Сибири. М.: Гослесбуиздат, 1962. 176 с.

8. *Огиевский В.В., Хиров А.А.* Обследование и исследование лесных культур. Л.: Изд-во ЛТА, 1967. 52 с.

9. *Терехов Г.Г., Усольцев В.А., Луганский Н.А., Колтунова А.И.* Состояние и рост культур кедр сибирского в подзоне южной тайги Среднего Урала // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. 2015. № 2(52). С. 13–16.

10. *Федорович Э.С.* Воспроизводство лесов в южнотаежной зоне Новосибирской области // Проблемы лесовосстановления в таежной зоне СССР: тез. докл. Всесоюз. конф., Красноярск, 13–15 сент. 1988 г. Красноярск: Ин-т леса и древесины им. В.Н. Сукачева, 1988. С. 234–235.

11. *Aleksandrowicz-Trzcńska M., Drozdowski S., Wolczyk Z., Bielak K., Żybura H.* Effects of Reforestation and Site Preparation Methods on Early Growth and Survival of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in South-Eastern Poland // Forests. 2017. Vol. 8, iss. 11. Pp. 1–17. DOI: 10.3390/f8110421

12. *Dzerina B., Girdziusas S., Lazdina D., Lazdins A., Jansons J., Neimane U., Jansons Ā.* Influence of Spot Mounding on Height Growth and Tending of Norway Spruce: Case Study in Latvia // Forestry Studies. 2016. Vol. 65. Pp. 24–33. DOI: 10.1515/fsmu-2016-0009

13. *Gelderman M.S., Macdonald S.E., Gould A.J.* Regeneration Niche of Whitebark Pine in the Canadian Rocky Mountains: The Basis to Restoring an Endangered Species // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. 2016. Vol. 48, no. 2. Pp. 279–292. DOI: 10.1657/AAAR0015-057

14. *Guldin J.M.* Silvicultural Options in Forests of the Southern United States under Changing Climatic Conditions // New Forests. 2019. Vol. 50, iss. 1. Pp. 71–87. DOI: 10.1007/s11056-018-9656-2

15. *Mallik A., Kravchenko D.* Black Spruce (*Picea mariana*) Restoration in Kalmia Heath by Scarification and Microsite Mulching // Forest Ecology and Management. 2016. Vol. 362. Pp. 10–19. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.10.020

16. *Mc Carthy R., Rytter L., Hjelm K.* Effects of Soil Preparation Methods and Plant Types on the Establishment of Poplars on Forest Land // Annals of Forest Science. 2017. Vol. 74, iss. 2. Pp. 1–12. DOI: 10.1007/s13595-017-0647-9

17. *Prévost M., Dumais D.* Long-Term Growth Response of Black Spruce Advance Regeneration (Layers), Natural Seedlings and Planted Seedlings to Scarification: 25th Year Update // Scandinavian Journal of Forest Research. 2018. Vol. 33, iss. 6. Pp. 583–593. DOI: 10.1080/02827581.2018.1430250

18. *Sewerniak P., Stelter P., Bednarek R.* Effect of Site Preparation Method on Dynamics of Soil Water Conditions on Inland Dunes of the Toruń Basin // Sylwan. 2017. Vol. 161(1). Pp. 52–61.

19. *Thiffault N.* Short-Term Effects of Organic Matter Scalping on the Growth and Nutrition of Black Spruce and Jack Pine Seedlings Planted in the Boreal Forest // The Forestry Chronicle. 2016. Vol. 92, no. 2. Pp. 221–231. DOI: 10.5558/tfc2016-041

20. *Thiffault N., Hébert F.* Mechanical Site Preparation and Nurse Plant Facilitation for the Restoration of Subarctic Forest Ecosystems // Canadian Journal of Forest Research. 2017. Vol. 47(7). Pp. 926–934. DOI: 10.1139/cjfr-2016-0448

UDC 630*228.7:582.475.4(571.16)

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.9

Artificial Reforestation of Siberian Pine Forests in Tomsk Region

N.M. Debkov^{1,2}, Candidate of Agricultural Sciences, Scientific Researcher

*V.S. Panevin*³, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

¹Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, prosp. Akademicheskiiy, 10/3, Tomsk, 634055, Russian Federation; e-mail: nikitadebkov@yandex.ru

²All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, ul. Institutskaya, 15, Pushkino, Moscow Region, 141202, Russian Federation

³National Research Tomsk State University, pl. Lenina, 36, Tomsk, 634045, Russian Federation; e-mail: panevin_les@mail.ru

The problem of artificial reforestation is widespread both in the world and Russia. This applies especially to the development of Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour crops). The article summarizes the experience of artificial regeneration of Siberian pine forests in the southern and middle taiga of Tomsk region. As a research result it has been established that predominant soil preparation by furrows in the logging areas with the help of a bottom plow is inappropriate; since herewith the topsoil is removed, which causes a delay in Siberian pine growth for 8–10 years. It was revealed that the planting of Siberian pine into the furrow bottom leads to its rotting and covering up with herbaceous vegetation. In the middle taiga it is possible to plant crops without soil preparation; in many scenarios it is essential. The most appropriate aids of laying out Siberian pine crops are microhills and fire lines with preserved topsoil. It is preferable to plant forest crops with large-sized planters, which will make it possible to refuse from agrotechnical tending in case of low grass cover. The density of crops can be small (1.2–1.5 thousand pcs/ha); and, moreover, the forest environment is preserved due to the associated species. Siberian pine crops in the logging areas are overgrown throughout with hardwood species, which delay their development for many years. High intensity improvement thinning of Siberian pine crops up to the cleanout of deciduous layer is the most important and extremely necessary forest management measure for reforestation of Siberian pine forests.

For citation: Debkov N.M., Panevin V.S. Artificial Reforestation of Siberian Pine Forests in Tomsk Region. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2019, no. 2, pp. 9–21. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.9

Keywords: Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour), forest crops, southern taiga, middle taiga, Tomsk region, optimization of forest regeneration.

REFERENCES

1. Kositsyn V.N. Status Assessment of Cedar Forest Crops in National Forest Inventory. *Lesnaya taksatsiya i lesoustroystvo* [Forest Valuation], 2014, no. 1(51), pp. 65–68.
2. Krasil'nikov P.K. *Methodology for Field Study of Underground Stems of Plants*: Monography. Leningrad, Nauka Publ., 1983. 207 p.
3. Loskutov R.I. *Artificial Reforestation of Siberian Cedar*. Moscow, Lesnaya Promyshlennost' Publ., 1971. 105 p.
4. Medvedeva A.A. *Features of Artificial Reforestation on the Prichulymskoye Plateau*: Cand. Agric. Sci. Diss. Leningrad, 1975. 180 p.
5. Novosel'tseva A.I. For the Further Development of Reforestation in Heavily Forested Areas of the European Part of the USSR. *Lesnoye khozyaystvo*, 1972, no. 2, pp. 15–17.

6. On Approval of the List of Forest Plant Zones of the Russian Federation and the List of Forest Regions of the Russian Federation: Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation no. 367 on August 12, 2014. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420224339> (accessed 11.11.18).

7. Ogiyevskiy V.V. *Artificial Afforestation in Siberia*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1962. 176 p.

8. Ogiyevskiy V.V., Khirov A.A. *Inspection and Study of Forest Crops*. Leningrad, LTA Publ., 1967. 52 p.

9. Terekhov G.G., Usol'tsev V.A., Luganskiy N.A., Koltunova A.I. Status and Growth of Siberian Cedar Tree Crops in the South Taiga Subzone of Middle Urals. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no. 2(52), pp. 13–16.

10. Fedorovich E.S. Forest Reproduction in Southern Taiga of Novosibirsk Region. *Issues of Taiga Reforestation in the USSR*. Abstracts of the All-Union Conference, Krasnoyarsk, September 13–15, 1988. Krasnoyarsk, Institut lesa i drevesiny imeni V.N. Sukacheva Publ., 1988, pp. 234–235.

11. Aleksandrowicz-Trzcńska M., Drozdowski S., Wołczyk Z., Bielak K., Żybura H. Effects of Reforestation and Site Preparation Methods on Early Growth and Survival of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in South-Eastern Poland. *Forests*, 2017, vol. 8, iss. 11, pp. 1–17. DOI: 10.3390/f8110421

12. Dzerina B., Girdziusas S., Lazdina D., Lazdins A., Jansons J., Neimane U., Jansons Ā. Influence of Spot Mounding on Height Growth and Tending of Norway Spruce: Case Study in Latvia. *Forestry Studies*, 2016, vol. 65, pp. 24–33. DOI: 10.1515/fsmu-2016-0009

13. Gelderman M.S., Macdonald S.E., Gould A.J. Regeneration Niche of Whitebark Pine in the Canadian Rocky Mountains: The Basis to Restoring an Endangered Species. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 2016, vol. 48, no. 2, pp. 279–292. DOI: 10.1657/AAAR0015-057

14. Guldin J.M. Silvicultural Options in Forests of the Southern United States under Changing Climatic Conditions. *New Forests*, 2019, vol. 50, iss. 1, pp. 71–87. DOI: 10.1007/s11056-018-9656-2

15. Mallik A., Kravchenko D. Black Spruce (*Picea mariana*) Restoration in Kalmia Heath by Scarification and Microsite Mulching. *Forest Ecology and Management*, 2016, vol. 362, pp. 10–19. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.10.020

16. Mc Carthy R., Rytter L., Hjelm K. Effects of Soil Preparation Methods and Plant Types on the Establishment of Poplars on Forest Land. *Annals of Forest Science*, 2017, vol. 74, iss. 2, pp. 1–12. DOI: 10.1007/s13595-017-0647-9

17. Prévost M., Dumais D. Long-Term Growth Response of Black Spruce Advance Regeneration (Layers), Natural Seedlings and Planted Seedlings to Scarification: 25th Year Update. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2018, vol. 33, iss. 6, pp. 583–593. DOI: 10.1080/02827581.2018.1430250

18. Sewerniak P., Stelter P., Bednarek R. Effect of Site Preparation Method on Dynamics of Soil Water Conditions on Inland Dunes of the Toruń Basin. *Sylwan*, 2017, vol. 161(1), pp. 52–61.

19. Thiffault N. Short-Term Effects of Organic Matter Scalping on the Growth and Nutrition of Black Spruce and Jack Pine Seedlings Planted in the Boreal Forest. *The Forestry Chronicle*, 2016, vol. 92, no. 2, pp. 221–231. DOI: 10.5558/tfc2016-041

20. Thiffault N., Hébert F. Mechanical Site Preparation and Nurse Plant Facilitation for the Restoration of Subarctic Forest Ecosystems. *Canadian Journal of Forest Research*, 2017, vol. 47(7), pp. 926–934. DOI: 10.1139/cjfr-2016-0448

Received on September 03, 2018