



УДК 630*232.311.3

Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, Н.П. Братилова

Матвеева Римма Никитична родилась в 1942 г., окончила в 1965 г. Сибирский технологический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой селекции, лесных культур и озеленения Сибирского государственного технологического университета, академик РАЕН, заслуженный лесовод РФ. Имеет 310 печатных работ по лесной селекции, лесовыращиванию, плодоводству.



Буторова Ольга Федоровна родилась в 1944 г., окончила в 1967 г. Сибирский технологический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры селекции, лесных культур и озеленения Сибирского государственного технологического университета, академик РАЕН. Имеет около 250 печатных работ в области лесовыращивания, лесной селекции, плодоводства.



Братилова Наталья Петровна родилась в 1969 г., окончила Сибирский технологический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, докторант кафедры селекции, лесных культур и озеленения Сибирского государственного технологического университета. Имеет 104 печатные работы по лесной селекции, экологии, лесовыращиванию.

**РОСТ КЕДРОВЫХ СОСЕН
НА ГИБРИДНО-СЕМЕННОЙ ПЛАНТАЦИИ
В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ КРАСНОЯРСКА***

Проанализирован рост кедра сибирского и корейского разного географического происхождения на гибридно-семенной плантации в пригородной зоне Красноярска. Показана перспективность использования их потомства при создании искусственных насаждений.

Ключевые слова: кедр сибирский, кедр корейский, плантационные культуры, фитомасса, Сибирь.

* Работа выполнена при поддержке Федерального агентства по образованию по программе «Развитие научного потенциала высшей школы» (конкурс 2004 г.).

Сохранение и воспроизводство лесов как важнейшего природоформирующего компонента окружающей среды предусматривают проведение лесовосстановительных работ. Успехи в этом направлении могут быть достигнуты при мониторинге основных лесообразующих видов, разработке мероприятий по сохранению генофонда, использовании селекционных методов. Кедровые леса выполняют почвозащитную, водоохранную функции и являются конденсаторами и производителями биологически активного кислорода, насыщенного отрицательными ионами, фитонцидами и др. [1–4, 6].

Одним из путей получения кедровых семян, отличающихся генетическим разнообразием, является создание гибридно-семенных плантаций (ГСП), содержащих генотипически специфичные лесные популяции, сформированные тысячелетиями в определенных лесорастительных условиях. Они предназначены для получения ценных по наследственным свойствам семян, сохранения генетических ресурсов природных популяций, ускорения селекционного процесса, направленного на получение репродуктивного, соматического или адаптивного гетерозиса.

Для создания ГСП в пригородной зоне Красноярска на территории Караульного лесничества учебно-опытного лесхоза СибГТУ были посажены растения кедров сибирского и кедров корейского разного географического происхождения [4]. Плантация площадью 6 га создана в 1979–1980 гг. посадкой 16–17-летнего потомства семенного происхождения (посев 1964 г.) нескольких экотипов из популяций Красноярского края, Кемеровской области, республик Алтай, Казахстана и др. в количестве 606 экземпляров. В качестве местного экотипа (контроля) взято потомство из Бирюсинского лесничества учебно-опытного лесхоза СибГТУ Красноярского края (табл. 1).

Расстояние между рядами и посадочными местами составляло 5 м. Между секциями, включающими опылители разного географического происхождения, размещены по два защитных ряда из сосны обыкновенной или лиственницы сибирской. При создании ГСП кедровых сосен предусматривалась следующая схема. Через каждые три ряда растений-опылителей создавали смешанный ряд из опылителей и семенников, причем семенники располагали через каждые три растения. Таким образом, семенники опылялись пылью 36 и более растений-опылителей другого происхождения или вида, расположенных вокруг семенников, т. е. использовался аналог множественной гибридизации. В площадки, предназначенные для опылителей, высаживали по одному растению, для семенников – по пять, учитывая индивидуальную изменчивость при их вступлении в фенологические фазы, включая период опыления и созревания стробиллов.

Наличие различных экотипов и видов кедровых сосен на плантации дает возможность получить гибриды от свободного опыления при отдаленном внутривидовом и межвидовом скрещиваниях, например, высокогорные и низкогорные (лениногорские × ярцевские), кедр сибирский и кедр корейский и др.

Таблица 1

Характеристика материнских насаждений

Происхождение, номер паспорта	Республика, край, область	Предприятие	Координаты		Высота над уровнем моря, м	Класс		Тип леса	Состав
			с. ш.	в. д.		бонитета	возраста		
Кедр сибирский									
Абазинское, 102/33	Хакасия	Абазинский лесхоз, Арбатское лесничество	52°41'	90°07'	800	III	V	К.тр	7К3П
Аскизское, 101/32	»	Бирикчуйский лесхоз, Балыксинское лесничество	53°20'	90°	570	III	V	П.тр	7П3К
Атушкеньское, 76/7	Алтай	Каракокшинский ЛПХ, урочище Атушкень	51°20'	86°54'	700	III	VI	К.тр	5К3П2Б
Бирюсинское, 114/11	Красноярский	Учебно-опытный лесхоз СибГТУ, Бирюсинское лесничество	56°	90°30'	300	III	V	К.рт	7К2Е1П
Лениногорское, 75/6	Казахстан	Лениногорский лесхоз, Черно-Убинское лесничество	50°12'	85°33'	1700	III	VII	К.кисл	10К
Тисульское, 73/4	Кемеровская	Тисульский лесхоз	55°50'	88°24'	800	III	VI	К.папор	6К4П
Ярцевское, 71/2	Красноярский	Ярцевский ЛПХ, Вороговское лесничество	61°	90°	100	III	IV	К.пойм	10К
Кедр корейский									
Приморское, 111/8	Приморский	Вакский лесхоз, Тудо-	46°54'	134°12'	250	V	V	К.широ-	3К1Е1П

Хабаровское, 77/8	Хабаровский	Вакское лесничество Хабаровский лесхоз, На- найское лесничество	49°	135°20'	300	V	V	кол То же	3Б1Лп1Я 3К3Е2Лп2 Я
-------------------	-------------	---	-----	---------	-----	---	---	--------------	--------------------------

Таблица 2

**Высота и диаметр кедровых сосен 17-летнего биологического возраста,
используемых в качестве опылителей**

Происхождение	Высота				Диаметр			
	$M \pm m$, м	V, %	p, %	t_{ϕ} при $t_{05}=1,99$	$M \pm m$, см	V, %	p, %	t_{ϕ} при $t_{05}=1,99$
Кедр сибирский								
Атушкеньское	$1,70 \pm 0,06$	43,0	3,5	-	$1,80 \pm 0,07$	47,4	3,9	1,3
Бирюсинское	$1,60 \pm 0,08$	31,9	5,0	1,0	$2,00 \pm 0,13$	45,5	6,5	-
Лениногорское	$1,40 \pm 0,05$	46,8	3,6	3,8	$1,70 \pm 0,05$	38,5	2,9	0,7
Тисульское	$1,40 \pm 0,05$	29,3	3,6	3,8	$1,90 \pm 0,14$	26,4	7,4	0,6
Ярцевское	$1,50 \pm 0,04$	23,7	2,7	2,9	$1,80 \pm 0,11$	29,7	6,1	0,0
Кедр корейский								
Приморское	$1,80 \pm 0,06$	21,1	3,3	-	$2,00 \pm 0,18$	27,5	9,0	-
Хабаровское	$1,60 \pm 0,05$	24,5	3,1	2,5	$1,90 \pm 0,19$	30,2	10,0	0,4

Известно, что от начального периода жизни растений во многом зависят количественные и качественные их характеристики в дальнейшем. Продуктивность древесных растений в значительной мере определяется высотой и диаметром, что служит проявлением генотипа в конкретных экологических условиях. Высота растений отражает итоговые показатели роста во взаимосвязи с условиями среды. В год посадки средняя высота растений кедра сибирского разного происхождения варьировала от 1,4 до 1,7 м, диаметр от 1,7 до 2,0 см при высокой внутривидовой изменчивости (табл. 2).

Растения атушкеньского и местного (бирюсинского) происхождений кедра сибирского были на 13,3 ... 21,4 % выше лениногорского, тисульского и ярцевского экотипов. В пределах популяций изменчивость биометрических показателей характеризуется высоким и очень высоким (23,7...47,4 %) уровнями. Экотип кедра корейского приморского происхождения превышал на 12,5 ... 28,6 % хабаровский и экотипы кедра сибирского, кроме атушкеньского.

Средний диаметр стволиков достигал наибольших размеров у растений кедра сибирского бирюсинского и кедра корейского приморского происхождений. Заметное отставание наблюдалось у потомства кедра сибирского высокогорной (лениногорской) популяции. Варьирование диаметра стволиков в пределах экотипов высокое и очень высокое (26,4 ... 47,4 %).

В первые годы после посадки прирост растений был слабым (0,8 ... 4,0 см). Через четыре года (после восстановления корневой системы) экотипы-опылители имели среднюю высоту 1,5 ... 1,9 м (табл. 3).

Различия между крайними значениями кедра сибирского по высоте составили 26,7, диаметру ствола – 33,3, кроны – 54,7 %, кедра корейского по высоте – 18,8, диаметру кроны – 10,4 %. Самые низкие показатели роста характерны для потомства высокогорной (лениногорский экотип) и северной (ярцевский) популяций.

Таблица 3

Показатели роста и качества 20-летних культур

Происхождение	Высота (H), м	Диаметр (D), см		D ствола / H	D кроны / H	D кроны / D ствола
		ствола	кроны			
Кедр сибирский						
Атушкенское	1,8	2,4	70,6	1,3	0,39	0,29
Бирюсинское	1,9	2,1	82,9	1,1	0,44	0,39
Лениногорское	1,5	2,2	53,6	1,5	0,36	0,24
Тисульское	1,7	2,0	75,1	1,2	0,44	0,38
Ярцевское	1,6	1,8	59,6	1,1	0,37	0,33
Кедр корейский						
Приморское	1,9	2,1	82,9	1,1	0,44	0,39
Хабаровское	1,6	2,0	75,1	1,2	0,47	0,38

Таблица 4

Образование боковых побегов в мутовках текущего прироста

Происхождение	Число боковых побегов, шт., в биологическом возрасте, лет							
	13	14	15	16	17	18	19	20
Кедр сибирский								
Атушкенское	3	2	1	0	1	1	1	2
Бирюсинское	3	3	2	3	0	1	1	2
Лениногорское	3	3	1	0	1	1	1	2
Тисульское	3	2	3	2	0	1	1	2
Ярцевское	3	2	3	2	0	1	1	2
Кедр корейский								
Приморское	2	2	3	2	0	2	1	1
Хабаровское	2	2	2	1	0	1	1	1

Благоприятное соотношение между диаметром кроны и ствола (0,38 ... 0,39) отмечено у кедра сибирского бирюсинского, тисульского экотипов и у кедра корейского испытанных происхождений (табл. 3). Подобные результаты получены при анализе соотношения диаметра кроны и высоты дерева. В целом на плантации кроны лучше развивались у потомства кедра сибирского местной (бирюсинской) популяции, хуже – у лениногорской из Казахстана.

Анализ формирования мутовок у растений разного географического происхождения показал, что перед посадкой в 13-14-летнем биологическом возрасте число боковых ветвей на верхней мутовке составляло 1 ... 3 шт., на следующий год после посадки образование боковых ветвей прекратилось. В последующие 2-3 года в мутовках текущего прироста сформировалось по 1-2 боковых побега (табл. 4).

Характеристика боковых побегов до посадки (в возрасте 15-16 лет) и после посадки (19 лет) приведена в табл. 5.

Длина боковых побегов, достигавшая до пересадки 7,3 ... 10,6 см, спустя три года составила всего 6,5 ... 9,0 см. Диаметр побегов изменился незначительно. Угол прикрепления ветвей к стволу снизился от 57 ... 73 до

Таблица 5

Характеристика боковых побегов на текущем приросте

Происхождение	Длина побега, см, в возрасте, лет		Угол прикрепления, град, в возрасте, лет		Фитомасса, г, в возрасте, лет	
	15-16	19	15-16	19	15-16	19
Кедр сибирский						
Атушкеньское	8,7	9,0	57	36	2,0	2,1
Бирюсинское	10,2	8,7	73	32	2,2	2,0
Лениногорское	7,3	6,5	66	37	1,7	1,4
Тисульское	10,6	8,6	64	33	2,3	1,8
Ярцевское	10,0	7,7	65	32	2,2	1,7
Кедр корейский						
Приморское	10,2	8,7	64	32	2,0	2,0
Хабаровское	10,6	8,6	73	33	2,1	1,8

32 ... 38° после пересадки растений на плантацию. Фитомасса хвои и побегов (в абс. сухом состоянии) осталась на прежнем уровне у кедров сибирского из наиболее продуктивных популяций Кузнецко-Североалтайского лесосеменного района (атушкеньского экотипа) и кедров корейского приморского экотипа. У потомства остальных экотипов она уменьшилась от 10,0 (бирюсинский) до 29,4 % (ярцевский).

Влияние пересадки сказывалось на приросте в течение 5-6 лет. В этот период он постепенно увеличивался от 0,8 ... 4,0 до 8,4 ... 11,4 см. В дальнейшем годичный прирост центрального побега отражал влияние условий среды и генотипа. Наблюдения за динамикой прироста показали его значительную возрастную изменчивость при максимальном различии в 2,9 раза между крайними вариантами в 21-летнем, в 2,2 раза – в 23-летнем и в 2 раза – в 26-летнем возрасте.

Зависимость биометрических показателей от географического происхождения, выявленная в год посадки, сохраняется и далее. Окончательная стабилизация ранговых мест потомства экотипов сосны обыкновенной наблюдается с 30-летнего возраста [5]. К 39-летнему биологическому возрасту средняя высота кедровых сосен составила 5,5 ... 7,1 м (табл. 6).

Таблица 6

Биометрические показатели кедровых сосен

Происхождение	Высота		Диаметр		Диаметр кроны		Протяженность кроны	
	$M \pm m$, м	t_{ϕ}	$M \pm m$, см	t_{ϕ}	$M \pm m$, м	t_{ϕ}	$M \pm m$, м	t_{ϕ}
Кедр сибирский								
Атушкеньское	7,10±0,15	–	14,30±0,31	0,01	4,20±0,12	–	6,20±0,14	–
Бирюсинское	6,70±0,14	1,95	14,40±0,40	–	3,70±0,17	2,40	5,80±0,16	1,88
Лениногорское	5,90±0,14	5,85	13,00±0,29	2,86	3,40±0,15	4,16	5,30±0,14	4,54
Тисульское	5,50±0,18	6,83	13,40±0,41	1,75	3,70±0,17	2,40	4,70±0,12	8,13
Ярцевское	5,50±0,13	8,06	12,40±0,32	3,92	3,30±0,14	4,88	4,70±0,14	7,57
Кедр корейский								
Приморское	6,50±0,28	–	10,50±0,44	–	4,70±0,21	–	5,80±0,28	–
Хабаровское	5,60±0,22	2,53	8,70±0,43	2,93	3,80±0,19	3,18	4,80±0,22	2,81

Полученные данные подтверждают большое разнообразие эколого-географических условий в пределах ареала, что обуславливает значительную дифференциацию генофонда. Лучшим ростом отличается кедр сибирский атушкеньского и бирюсинского экотипов, худшим потомство ярцевской, тисульской и лениногорской популяций. Как показал анализ, биометрические показатели атушкеньского экотипа (Республика Алтай, 51° 20' с. ш.) значительно выше, чем у ярцевского (Красноярский край, 61° с. ш.) и лениногорского (Казахстан, 50°12' с. ш.), материнские популяции которых произрастают ближе к северной и южной границам ареала.

У кедра корейского по интенсивности роста выделяется потомство приморского экотипа, которое превосходит по высоте кедр сибирский лениногорского, тисульского, ярцевского происхождений, но уступает им по диаметру ствола на 18,1 ... 27,6 %. Хабаровский экотип кедра корейского отстает от местного экотипа кедра сибирского по высоте на 19,6 %.

Большим диаметром кроны характеризуется также потомство кедра сибирского атушкеньского (Республика Алтай) и бирюсинского (местного) происхождений. Различия с лениногорским и ярцевским вариантами составляют 11,5 ... 21,1 % (табл. 6).

Таблица 7

Показатели отселектированных растений

Происхождение	Шифр	Высота		Диаметр ствола	
		м	%	см	%
Кедр сибирский					
Деревья-опылители					
Атушкеньское	5-74	11,0	154,9	20	139,9
	5-81	10,8	152,1	19	132,8
Среднее по секции		7,1	100	14,3	100
Бирюсинское	8-26	9,2	137,3	21	145,8
	8-22	8,6	128,4	18	125,0
Среднее по секции		6,7	100	14,4	100
Лениногорское	4-31	9,7	164,4	17	130,8
	4-71	9,5	161,0	21	161,5
Среднее по секции		5,9	100	13,0	100
Тисульское	9-43	7,8	141,8	16	119,4
	9-49	7,6	138,2	15	111,9
Среднее по секции		5,5	100	13,4	100
Ярцевское	6-69	7,9	143,6	18	145,2
	6-50	7,8	141,5	15	121,0
Среднее по секции		5,5	100	12,4	100
Семенники					
Абазинское	5-27Аб	7,4	104,2	12	83,9
Аскизское	4-36Ас	8,0	135,6	14	97,9
Тисульское	4-40Ти	6,6	111,9	11	82,1
Ярцевское	5-30Яр	6,8	95,8	19	153,2
Кедр корейский					
Приморское	5-75Ко	8,0	123,1	17	161,9
Среднее по секции		6,5	100	10,5	100

Потомство кедр корейского приморского экотипа по развитию кроны превосходит хабаровский на 20,8 ... 23,7 %. Диаметр кроны у кедр корейского приморского экотипа на 11,9 ... 42,4 % больше, чем у кедр сибирского, но по протяженности достоверно превышает (на 23,0 %) только потомство тисульского и ярцевского происхождений.

Текущий прирост в высоту варьировал от 28,7±0,85 см (тисульское происхождение) до 33,1±0,62 см (атушкенское), длина хвои – от 10,1 см (лениногорское) до 12,3 см (тисульское).

Исследования показали, что среди опылителей лучше растут атушкенский и бирюсинский экотипы кедр сибирского, приморский – кедр корейского. Среди деревьев-опылителей и семенников выделены особи, отличающиеся сравнительно быстрым ростом (табл. 7). Отбор ценных экземпляров, размноженных вегетативно, позволит на небольших площадях сосредоточить группы растений повышенной продуктивности.

При сравнительном анализе роста кедров в пригородной зоне Красноярска установлены больший диаметр ствола, но меньший диаметр кроны у кедр сибирского, что сказывается на накоплении фитомассы, имеющей большое экологическое значение (табл. 8). У кедр корейского меньше масса хвои, ветвей ствола и общая.

Прослежена динамика накопления фитомассы растениями в возрасте от 15 до 40 лет (табл. 9). По общей фитомассе надземной части кедр корейский, начиная с 20-летнего биологического возраста, уступает кедру сибирскому на 11,4 %. В 40-летнем возрасте это различие увеличилось до 32,1 %. Соотношение массы хвои, ветвей и ствола у кедр сибирского, составлявшее перед посадкой 39:19:42, постепенно изменилось до 20:24:56, т. е. доля хвои снизилась в 1,9 раза, ветвей и ствола увеличилась в 1,3 раза. У кедр корейского при меньшей общей фитомассе прослеживается такое же соотношение массы хвои, ветвей и ствола.

Таблица 8

Показатели роста культур 39-летнего биологического возраста

Показатель	Кедр сибирский		Кедр корейский	
	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>	<i>M ± m</i>	<i>V, %</i>
Высота, м	6,10 ± 0,08	28,8	6,00 ± 0,26	27,3
Диаметр ствола, см	13,50 ± 0,17	28,0	9,60 ± 0,44	28,9
Диаметр кроны, м	3,70 ± 0,03	17,8	4,20 ± 0,20	30,0
Протяженность кроны, м	5,30 ± 0,07	29,0	5,30 ± 0,25	29,7
Абс. сухая фитомасса, кг на одно дерево:				
общая	32,80 ± 0,97	59,8	21,80 ± 1,59	61,5
хвои	6,64 ± 0,19	56,4	4,52 ± 0,31	58,1
ветвей	7,87 ± 0,25	65,2	5,15 ± 0,41	67,4
ствола	18,26 ± 0,54	59,5	12,09 ± 0,86	59,8

Таблица 9

Фитомасса надземной части кедровых сосен

Биологический возраст, лет	Фитомасса надземной части			
	Общая, кг на одно дерево	Хвоя	Ветви	Ствол
%				
Кедр сибирский				
15	0,332	39,1	19,2	41,7
20	0,642	37,4	18,7	43,9
25	1,981	37,8	23,2	39,0
30	5,978	22,1	18,4	59,5
35	16,584	20,9	21,4	57,7
40	40,383	19,9	24,1	56,0
Кедр корейский				
15	0,374	39,0	19,3	41,7
20	0,576	36,1	17,5	46,4
25	1,426	32,2	19,1	48,7
30	3,456	22,8	18,4	58,8
35	11,266	21,5	21,7	56,8
40	30,578	20,3	24,0	55,7

Выводы

Анализ роста кедровых сосен в пригородной зоне Красноярска подтвердил успешность произрастания культур разной видовой принадлежности и географического происхождения. Различие сравниваемых экотипов по высоте достигает 29,1; диаметру ствола – 16,1; диаметру и протяженности кроны – 27,3 и 31,9 % соответственно. Кедр сибирский имеет большую высоту и диаметр ствола, но меньший диаметр кроны в сравнении с кедром корейским. Создание гибридно-семенных плантаций с использованием потомств кедров сибирского и корейского разных экотипов является перспективным. При этом повышается эффективность их прижизненного использования, включая улучшение экологии крупных промышленных центров, а в дальнейшем, с использованием семян, обладающих гетерозисным эффектом, улучшается генотипическая структура искусственно созданных насаждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ирошников, А.И.* О концепции и программе генетического мониторинга популяций лесных древесных растений [Текст] / А.И. Ирошников // Лесоведение. – 2002. – № 1. – С. 58–64.
2. *Крылов, Г.В.* Кедр [Текст] / Г.В. Крылов, Н.К. Таланцев, Н.Ф. Козакова. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 216 с.
3. *Матвеева, Р.Н.* Генетика, селекция, семеноводство кедров сибирского [Текст] / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – 243 с.
4. *Орлов, Ф.Б.* Опыт разведения кедров сибирского в Архангельской области [Текст] / Ф.Б. Орлов, В.П. Тарабрин. – Архангельск, 1960. – 51 с.

5. Патлай, И.П. Рост и устойчивость сосны в географических культурах второго поколения в Тростянецком лесхозе Сумской области [Текст] / И.П. Патлай // Лесн. журн. – 1974. – № 6. – С.155–160. – (Изв. высш. учеб. заведений).

6. Щерба (Братилова), Н.П. Один из способов создания гибридно-семенных плантаций кедровых сосен [Текст] / Н.П. Щерба (Братилова), Р.Н. Матвеева // Материалы Краевой науч.-техн. конф. – Красноярск, 1991. – С. 63.

Сибирский государственный
технологический университет

Поступила 22.09.05

R.N. Matveeva, O.F. Boutorova, N.P. Bratilova

Propagation of Cedar Pines on Hybrid-seed Orchard in Krasnoyarsk Suburban Zone

The propagation of Siberian and Korean cedars of different geographical provenance is analyzed on the hybrid-seed orchard in the Krasnoyarsk suburban zone. The perspective character of using their progeny is demonstrated for establishing man-made plantations.
