

БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ОТБОР И РАЗМНОЖЕНИЕ КЕДРОВЫХ СОСЕН В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКА

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

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»,
кафедра селекции и озеленения, 660049, г.Красноярск, пр. Мира 82, Россия,
т.(3912)278844, nvn@sibstu.kts.ru

В статье представлены результаты исследования географической изменчивости кедровых сосен (*Pinus sibirica* Du Tour и *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) при семенном и вегетативном размножении. Показано влияние видовой принадлежности подвоя на интенсивность роста прививочных плантаций. Приводятся данные анализа роста, формирования фитомассы и семеношения сосны кедровой сибирской местного происхождения в плантационных культурах зеленой зоны Красноярск в зависимости от биометрических показателей всходов и трехлетних сеянцев.

The investigation results about geographical variability of *Pinus sibirica* Du Tour and *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. in seed and vegetative reproduction are described in the article. The influence the species plants for graft it was established. The peculiarities of growing and accumulation of phitomass and reproduction of *Pinus sibirica* in plantation cultures in green zone of Krasnoyarsk depend of biometric indexes one- and three-year seedlings.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из путей сохранения генофонда и повышения биологического разнообразия лесных экосистем является создание насаждений искусственного происхождения, максимально соответствующих местным лесорастительным условиям и сочетающих в себе богатство провинциальных древесных пород (Веселин, 1994; Царев, 2000; Писаренко, 2003 и др.). Все большую актуальность приобретает создание плантационных лесных культур, высокая продуктивность которых достигается за счет подбора наиболее соответствующих поставленным целям видов растений, использования специально отселектированных форм, интенсивной агротехники. Большое внимание при создании целевых плантационных культур уделяется кедровым соснам. Кедровые насаждения не имеют аналогов на Земле по многообразию ценной продукции и экологической значимости. Отмечено, что полученная продукция в период онтогенеза кедровых сосен в несколько раз превышает стоимость древесины (Таланцев и др., 1978; Крылов и др., 1983; Игнатенко, 1988; Парамонов, 1999; Усольцев и др., 1998 и др.).

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Плантационные культуры кедровых сосен: сибирской и корейской созданы в зеленой зоне Красноярск на территории Караульного лесничества учебно-опытного лесхоза СибГТУ семенным и вегетативным путем, с использованием прививок и черенкования. Посадочный материал (сеянцы, саженцы) и черенки с отселектированных маточных растений отличались по географической и формовой принадлежности. В качестве подвоев использованы сосна кедровая сибирская и сосна обыкновенная.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнении роста и биологической продуктивности кедровых сосен в условиях лесостепной зоны юга Средней Сибири выявлено, что сосна кедровая корейская уступает местному виду по показателям роста, но имеет хвою повышенной фитонцидной активности и формирует низкоопущенную крону, что является преимуществом при создании культур, защищающих от взвесей, находящихся в воздухе (Братилова, 2004). С целью изучения адаптационной способности интродуцированного вида устанавливался возраст его вступления в стадию репродуктивного развития. Образование шишек у некоторых экземпляров кедр корейского отмечалось в 22-летнем биологическом возрасте. К 40-летнему возрасту в плантационных культурах выявлено 23% семеносящих деревьев сосны кедровой корейской и 38 % сосны кедровой сибирской местного происхождения. В переводе на 1 га урожай шишек составил, соответственно, 126,9 кг и 65,9 кг. Сосна кедровая сибирская образует большее число шишек на дереве, но меньшей массы, что связано с биологическими особенностями видов. Масса шишек составляет небольшой процент от фитомассы кроны. Но этот показатель может варьировать и достигать больших значений в урожайные годы.

На рост кедровых сосен оказывает влияние не только видовая, но и географическая принадлежность (Ирошников, 1977, 1985; Матвеева и др., 2000, 2006; Кузнецова, 2003 и др.). На наших опытных объектах изучение роста, биологической продуктивности и семеношения потомств кедровых сосен в плантационных культурах показало хорошую адаптационную способность иркутского (черемховский), алтайского (атушкеньский, туштуезеньский, курли), хакасского (сонский) и красноярского (бирюсинский, шумихинский, танзыбейский) экотипов сосны сибирской и сосны корейской приморского происхождения (вакский). Отстает в росте в усло-

виях зеленой зоны Красноярска потомство сосны сибирской читинского, казахстанского и ярцевского (север Красноярского края) происхождений, наиболее удаленных от условий произрастания маточных популяций, а также хабаровский экотип сосны корейской (таблица 1).

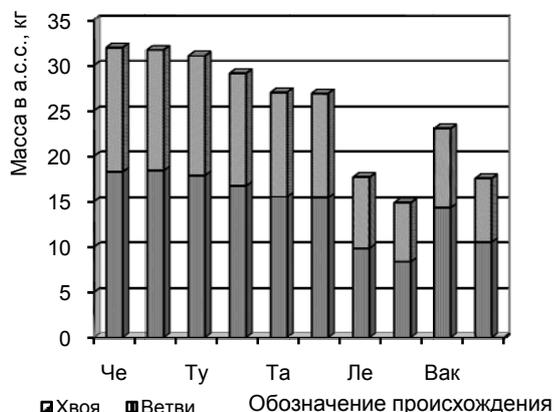


Рисунок 1 – Фитомасса кроны потомств кедровых сосен в 42-летнем возрасте

В возрасте 42-х лет потомства кедровых сосен формируют в абсолютно сухом состоянии 6,5-13,7 кг хвои и 8,3-18,2 кг ветвей в зависимости от географического происхождения маточных популяций (рисунок 1). Помимо географического происхождения посадочного материала на рост, биологическую и семенную продуктивность оказывает влияние его формовая принадлежность (Ирошников, 1977;

Усольцев, Щерба, 1998; Братилова, 2005 и др.). Зависимость между показателями сеянцев и дальнейшим ростом культур отмечали многие авторы.

П.П. Поповым (1976) установлено влияние высоты сеянцев ели в трехлетнем возрасте на их размеры в семилетнем. По данным Р.Н. Матвеевой (1994), сосна кедровая сибирская, имеющая в трёхлетнем возрасте наибольшие показатели высоты, диаметра стволика и числа почек, отличалась лучшим ростом в 10-летнем. И.И. Попивший, Т.Д. Соломатова (2001) считали, что высокопродуктивные биотипы можно выделить еще на стадии семян по их массе, числу семядолей.

При изучении динамики роста сосны кедровой сибирского местного географического происхождения, отобранной по числу семядолей (от 8 до 14 шт.), выявлено, что с 10- до 25-летнего биологического возраста наблюдалось достоверное превышение высоты у растений, имеющих 14 семядолей при отборе, что подтверждают и результаты дисперсионного анализа ($F_{\phi} = 42,71$ больше $F_{табл.} = 19,0$). Доля влияния варианта на высоту в 25-летнем возрасте составляет 86 %. Отмечено повышенное накопление фитомассы растениями, имеющими при появлении всходов наибольшее число семядолей. Анализ семенности кедрового шишкообразия показал, что растения многосемядольной формы отличаются ранним репродуктивным развитием, урожайностью и большими размерами озимы и шишек. В группе с 14 семядолями процент растений, сформировавших шишки в 21-25-летнем возрасте, был в 2-6 раз больше в сравнении с растениями, имевшим при отборе меньшее число семядолей.

Таблица 1 - Показатели потомств кедровых сосен в 42-летнем возрасте

Край, область, республика	Обозначение происхождения	Высота, м	t_{ϕ}	Диаметр ствола, см	t_{ϕ}
Сосна сибирская					
Красноярский	Ярцевское (Яр)	6,3±0,20	5,30	14,4±0,42	8,59
	Бирюсинское (Би)	7,6±0,43	1,30	18,9±1,24	0,07
	Танзыбейское (Та)	7,7±0,27	1,43	18,2±0,39	2,27
Алтай	Туштуезеньское (Ту)	8,1±0,29	0,46	19,1±0,66	0,51
	Атушкенское (Ат)	8,3±0,32	-	18,8±0,69	0,87
	Курли (Ку)	8,0±0,41	0,58	18,9±0,45	0,97
Казахстан	Лениногорское (Ле)	7,0±0,19	3,49	15,8±1,46	2,44
Иркутская	Черемховское (Че)	8,2±0,39	0,20	19,5±0,42	-
Сосна корейская					
Приморский	Вакское (Вак)	7,4±0,31	2,17	14,4±0,39	2,94
Хабаровский	Нагайское (Наг)	6,6±0,20		12,9±0,33	

Изменчивость кедрового сибирского в постэмбриональный период онтогенеза проявляется также по форме семядолей: прямая, серповидная, повислая. На плантации сохранились растения только с прямыми и серповидными семядолями. Их анализ показал, что особи с серповидной формой семядолей закладывают большее число боковых побегов (51±2,4 шт. ветвей в сравнении с 39±3,8 шт. у прямосемядольной в возрасте 20 лет) и формируют большую фитомассу. Среди растений, имеющих серповидную форму семядолей, больший процент раньше вступает в репродуктивную

фазу, чем в варианте с прямыми семядолями (38,9 против 19,1%).

В однолетнем возрасте у кедрового сибирского наблюдались существенные различия по длине первичной хвои. Это позволило выделить формы с длинной (1,2-1,9 см) и короткой (до 0,9 см) первичной хвоей и использовать их для создания плантационных культур. Экземпляры с длинной первичной хвоей раньше вступили в репродуктивную фазу (37% растений, сформировавших шишки, против 29%), отличались регулярным формированием урожая (у 71% семяносеющих особей

макростробилы закладывались в течение 2-3 лет подряд в сравнении с 25 % у сравниваемого варианта), образованием более крупной озины с большим числом семенных чешуй и имели большую массу хвой.

Для изучения изменчивости кедр сибирского по фенологии развития были выделены в однолетнем возрасте ранняя форма (фазы набухания почек и обособления хвой в чехликах наступали на 7-10 дней раньше) и поздняя. Установлено, что растения, позже вступающие в те или иные фенологические фазы, накапливают большее количество надземной фитомассы. Растения кедр сибирского ранней фенологической формы раньше вступают в фазу репродуктивного развития. Процент растений, сформировавших макростробилы в 21-23-летнем возрасте, у ранней формы превышает данный показатель в сравнении с поздней в 1,3-1,4 раза. Число особей с регулярным семеношением в 1,9 раза больше у ранней формы. Урожайность семенося-

щих растений ранней формы в 21-23-летнем возрасте была выше, чем у поздней формы на 26-43 %.

Таким образом, создавая экологические плантационные культуры, кроме других диагностических показателей, целесообразно учитывать и период начала набухания почек и обособления хвой в чехликах, отдавая предпочтение растениям поздней фенологической формы. При создании целевых культур, направленных на раннее получение максимального урожая с единицы площади, целесообразно использовать посадочный материал ранней фенологической формы. Плантационные культуры, созданные 10-летними растениями, выращенными из отсортированных в трехлетнем возрасте сеянцев (по высоте и диаметру стволика): с размерами меньше средних на σ и более (вариант 1К), имеющими среднюю высоту и диаметр (2К) и превышающими средние размеры на σ и более (3К), отличались по биометрическим показателям растений.

Таблица 2 – Биометрические показатели сосны кедровой сибирской в зависимости от категории крупности посадочного материала

Возраст, лет; t_{ϕ} (при $t_{05}=2,02$; $t_{01}=1,64$)	Категория крупности		
	1К	2К	3К
	Высота, м		
15	1,61±0,07	1,50±0,12	1,82±0,07
t_{ϕ}	2,02	2,16	-
20	2,8±0,13	3,0±0,18	3,3±0,14
t_{ϕ}	2,62	1,32	-
25	4,71±0,140	4,90±0,150	5,25±0,175
t_{ϕ}	2,38	1,50	-
	Диаметр на высоте 0,1 м, см		
15	3,7±0,19	3,6±0,30	4,2±0,18
t_{ϕ}	1,91	1,71	-
20	6,8±0,35	7,5±0,45	7,9±0,36
t_{ϕ}	2,19	0,69	-
25	12,4±0,58	12,6±0,53	12,8±0,50
t_{ϕ}	0,52	0,27	-

Таблица 3 – Высота и диаметр ствола 15-25-летней сосны кедровой сибирской в зависимости от числа верхушечных почек трехлетних сеянцев

Возраст, лет; t_{ϕ} (при $t_{05}=2,02$; $t_{01}=1,64$)	Число верхушечных почек, шт.		
	1	2	3-4
	Высота, м		
15	1,60±0,09	1,70±0,12	1,80±0,07
t_{ϕ}	1,75	0,72	-
25	4,88±0,150	5,01±0,158	5,29±0,129
t_{ϕ}	2,07	1,37	-
	Диаметр ствола на высоте 0,1 м, см		
15	3,8±0,23	4,3±0,24	4,7±0,15
t_{ϕ}	3,48	1,62	-
25	12,2±0,75	13,6±0,31	13,8±0,34
t_{ϕ}	0,71	1,86	-

Проведенные исследования показали, что кедр сибирский, выросший из трехлетних сеянцев, имеющих большую высоту и диаметр, отличается в дальнейшем не только лучшим ростом (таблица 2) и формированием фитомассы, но и более ранним вступлением в репродуктивную фазу.

В группе растений, выращенных из сеянцев большей крупности, отмечается превышение числа особей с регулярным образованием макро-

микро- и стробилов. К 25 годам 82,5 % растений варианта 3К вступило в репродуктивную фазу, 35 % сформировали мужские стробилы (превышение над сравниваемыми вариантами составляет 1,8-3,8 раза).

Изучен рост сосны кедровой сибирской в зависимости от числа верхушечных почек, сформированных у трехлетних сеянцев. Установлено, что на протяжении анализируемого периода роста со-

храняется превосходство растений, выращенных из семян с 3-4 крупными верхушечными почками по высоте, диаметру ствола (таблица 3) и накоплению надземной фитомассы.

Более ранним генеративным развитием отличаются растения в группе с 3-4 почками: к 23 годам в этом варианте сформировали макростробилы 30 % экземпляров, что больше аналогичного показателя у растений с двумя и одной почкой, соответственно, в 3,3-4,2 раза. К 25 годам 22 % многопочковых экземпляров сформировались как однодомные. В вариантах с двумя и одной почкой этот показатель ниже в 3,0-3,6 раза.

Установлено, что интенсивность роста клоновых плантационных культур сосны кедровой сибирской, созданных прививкой сердцевинной на камбий на подвое сосны обыкновенной выше, чем при использовании в качестве подвоев сосны кедровой сибирской. Так, высота 18-летнего клона 91/55 на подвое сосны обыкновенной составила

6,4±0,47 м, что превышает на 1,3 м высоту сравнимого варианта. Различия по длине привоя составили 25,5 %, диаметру ствола – 56,7 %. Часть rameт, привитых на сосну обыкновенную, уже в 18-летнем возрасте образовали наплывы в местах срастания прививаемых компонентов, к 24-летнему возрасту их было 90 %. Данное явление не наблюдалось при использовании в качестве подвоев сосны кедровой сибирской. К 27-летнему возрасту начинается отпад деревьев, имеющих наибольшие наплывы на стволах, что указывает на их недолговечность. Отселектированы растения, имеющие гладкий ствол, без превышения приростов по диаметру в местах срастания, которые подлежат дальнейшему изучению и размножению.

При создании клоновых плантационных культур черенкованием выявлено влияние возраста и географического происхождения маточных растений на укореняемость, приживаемость черенков и рост культур.

Таблица 4 – Влияние географического происхождения маточных растений сосны кедровой сибирской на каллюсо- и корнеобразование

Географическое происхождение	% растений, образовавших		
	каллюс	зачатки корней	итого
Томское	48	20	68
Тюменское	52	44	96
Бирюсинское	44	12	56
Алтайское	48	28	76
Коми	36	20	56
Якутское	64	28	92
Бурятское	60	40	100
Читинское	32	12	44
Ермаковское	32	8	40
Свердловское	36	36	72
Тувинское	36	16	52

При использовании в качестве маточников 6-, 15- и 20-летних растений сосны кедровой сибирской отмечено, что процесс корнеобразования интенсивнее протекал у черенков, срезанных с более молодых растений. Через 2 месяца после нарезки у черенков с 6-летних растений отмечено образование корней, с 15-летних – только зачатков корней у некоторых экземпляров, с 20-летних - каллюса.

Влияние географического происхождения маточников на образование каллюса и корней представлено в таблице 4.

Лучшим укоренением отличались черенки бурятского, тюменского и якутского происхождений.

Установлена индивидуальная изменчивость растений сосны кедровой сибирской по способности к укоренению черенков. Процент укоренения отдельных экземпляров варьировал от 0 до 100.

Рост и семеношение сосны кедровой сибирской черенкового происхождения зависят от ряда факторов, включающих генотип, возрастную, географическую принадлежность и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

42-летний опыт выращивания кедровых сосен в условиях зеленой зоны Красноярска позволил установить следующее:

1) лучший рост наблюдается при использовании семян сосны кедровой сибирской поздней фенологической формы, имеющих наибольшее число семян (14 шт.) серповидной формы, длинную первичную хвою, 3-4 крупные верхушечные почки в трехлетнем возрасте, превышающие по высоте (при густых посадках) или диаметру средние показатели;

2) географическое происхождение маточных растений имеет большое значение при выращивании плантационных культур. В условиях лесостепной зоны юга Средней Сибири лучшим ростом и формированием фитомассы наряду с потомством местного происхождения отличается сосна кедровая сибирская иркутского и алтайского экотипов, а также сосна кедровая корейская приморского происхождения;

3) успешность размножения прививкой зависит от видовой принадлежности подвоя. При использовании в качестве подвоя сосны обыкновенной на-

блюдается интенсивный рост привоя, формирование наибольшей фитомассы, раннее семеношение. Но такие привитые экземпляры оказываются недолговечными (отпад из-за превышения диаметра привоя над подвоем начинается с 18-летнего возраста). Прививка сосны кедровой сибирской на подвой того же вида отличается более медленным ростом, но лучшим срастанием прививаемых компонентов, что указывает на их долговечность;

4) черенкование является самым трудным методом размножения кедровых сосен. Успешность укоренения зависит от возраста, географического происхождения, генотипа маточных растений. Лучше укореняются черенки, заготовленные с молодых растений (до 15-летнего возраста).

Таким образом, изучение биоразнообразия, проведение отбора и размножение ценных экземпляров кедровых сосен в плантационных культурах зеленой зоны Красноярск способствует сохранению ценного генофонда, формируемого тысячелетиями в различных лесорастительных условиях, позволяет формировать коллекции и использовать наиболее продуктивные экземпляры для создания культур различного целевого назначения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Братилова, Н.П. Адаптационная способность кедра корейского на юге Средней Сибири / Н.П. Братилова // Лесное хозяйство. - 2004. - № 5. - С. 28-29.
- Братилова, Н.П. Изменчивость кедра сибирского в плантационных культурах юга Средней Сибири в зависимости от формового разнообразия всходов и семян [Текст] / Н.П. Братилова. - Красноярск: ГОУ ВПО «СибГТУ», 2005. - 130 с.
- Веселин, Б.В. Больше внимания кедровым садам / Б.В. Веселин // Лесное хозяйство. - 1994. - № 5. - С. 40-41.
- Игнатенко, М.М. Сибирский кедр (биология, интродукция, культура) [Текст] / М.М. Игнатенко. - М.: Наука, 1988. - 160 с.
- Ирошников, А.И. Биоэкологические свойства и изменчивость кедра сибирского / А.И. Ирошников // Кедровые леса Сибири. - Новосибирск: Наука, 1985. - С. 8-40.
- Ирошников, А.И. Полиморфизм хвойных Сибири / А.И. Ирошников // Проблемы лесоведения Сибири. - М.: Наука, 1977. - С. 89-123.
- Крылов, Г.В. Кедр [Текст] / Г.В. Крылов, Н.К. Таланцев, Н.Ф. Козакова. - М.: Лесн. пром-сть, 1983. - 216 с.
- Кузнецова, Г.В. Семеношение и качество семян клонов кедра сибирского разного происхождения на плантации в Красноярской лесостепи / Г.В. Кузнецова // Лесоведение. - 2003. - № 6. - С. 42-48.
- Матвеева, Р.Н. Генетика, селекция, семеноводство кедра сибирского [Текст] / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова. - Красноярск: СибГТУ, 2000. - 243 с.
- Матвеева, Р.Н. Изменчивость, отбор семенного потомства экотипов, плюсовых деревьев и формирование плантационных культур кедровых сосен в пригородной зоне Красноярск [Текст] / Р.Н. Матвеева [и др.]. - Красноярск: СибГТУ, 2006. - 268 с.
- Матвеева, Р.Н. Особенности хранения семян, выращивания посадочного материала и создания культур целевого назначения сосны сибирской: дисс. докт. с.-х. наук / Р.Н. Матвеева. - Йошкар-Ола. - 1994. - 368 с.
- Парамонов, Е.Г. Войди в лес другом [Текст] / Е.Г. Парамонов. - Барнаул. - 1999. - 230 с.
- Писаренко, А.И. Создание искусственных лесов [Текст] / А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко. - М.: Агропромиздат, 1990. - 269 с.
- Попивший, И.И. Характеристика лесных семян / И.И. Попивший, Т.Д. Соломатова // Лесное хозяйство. - 2001. - № 6. - С. 25-27.
- Попов, П.П. Ранняя диагностика быстроты роста ели сибирской / П.П. Попов // Лесное хозяйство. - 1976. - № 12. - С. 32-34.
- Таланцев, Н.К. Кедровые леса [Текст] / Н.К. Таланцев, А.Н. Пряжников, Н.П. Мишуков. - М.: Лесн. пром-сть, 1978. - 176 с.
- Усольцев, В.А. Структура фитомассы кедровых сосен в плантационных культурах [Текст] / В.А. Усольцев, Н.П. Щерба. - Красноярск: КГТА, 1998. - 134 с.
- Царёв, А.П. Селекция и репродукция лесных древесных пород [Текст] / А.П. Царёв, С.П. Погиба, В.В. Тренин. - М.: Логос, 2002. - 520 с.

Поступила в редакцию 1 августа 2007 г.
Принята к печати 15 сентября 2007 г.