



УДК 630\*232.311.3:631.53

DOI: 10.37482/0536-1036-2020-2-9-19

## ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА КЕДРА СИБИРСКОГО РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ПОДВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

*Р.Н. Матвеева, д-р с.-х. наук, проф.*; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3476-9622>

*О.Ф. Буторова, д-р с.-х. наук, проф.*; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8575-7464>

*Н.П. Братилова, д-р с.-х. наук, проф.*; ResearcherID: [AAF-3074-2019](https://orcid.org/0000-0002-2918-9690),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2918-9690>

*Ю.Е. Щерба, канд. с.-х. наук, доц.*; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8437-4274>

*В.В. Комарницкий, аспирант*

Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», д. 31, г. Красноярск, Россия, 660037; e-mail: matveevrn@yandex.ru, butorova.olga@mail.ru, nbratilova@yandex.ru, shcherba\_@mail.ru, komarnitskiy.vitaliy@mail.ru

Леса с преобладанием кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) занимают в России около 40 млн га. Они выполняют почвозащитную и водоохранную роль, являются источником кислорода, используются для получения ценных орехов, древесины и др. Объектом исследования выступили 36-летние привитые деревья кедра сибирского, произрастающие на гибридно-семенной плантации, расположенной в пригородной зоне Красноярска. Цель работы – сопоставление показателей роста 36-летних рамет кедра сибирского разного географического происхождения. Прививки были сделаны на подрост сосны обыкновенной в 1982 г. Черенки для прививок нарезаны с растений, выращенных из семян, заготовленных в 1960 г. в популяциях разного географического происхождения. Местоположение исходных популяций по широте отличается на 12°, долготе – на 64°, высоте над уровнем моря – на 900 м. Установлено, что средняя высота 36-летних привитых деревьев в зависимости от географического происхождения привоя варьирует от 12,4 до 15,0 м, диаметр ствола подвоя – от 29,7 до 40,9 см, диаметр кроны – от 6,4 до 7,6 м. Лучшим ростом отличаются клоны томского происхождения. Наименьшей высотой характеризуются клоны северных популяций (республик Коми и Саха). Средний диаметр привоя превышает диаметр подвоя на 6,4...39,7 %. Хорошее срастание прививок (диаметр привоя равен диаметру подвоя) наблюдается у 10...27 % деревьев алтайского, свердловского, тюменского, ханты-мансийского и читинского происхождений. Выявлено наличие связи между показателями привитых деревьев: тесная – между диаметром ствола подвоя и кроны ( $r = 0,855$ ), диаметром ствола и объемом кроны (0,827); значительная – между диаметром ствола и протяженностью кроны (0,520). Установлено, что на интенсивность роста привитых деревьев и срастание прививаемых компонентов оказывают влияние географическое происхождение и клоновая принадлежность привоя. Полученные результаты могут быть использованы при создании клоновых плантаций второго поколения.

**Для цитирования:** Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Братилова Н.П., Щерба Ю.Е., Комарницкий В.В. Показатели роста кедра сибирского разного географического происхождения на подвое сосны обыкновенной // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 2. С. 9–19. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-2-9-19

*Ключевые слова:* кедр сибирский, плантация, географическое происхождение, популяция, прививка, подвой, привой, клон, рамета, изменчивость.

### *Введение*

Леса с преобладанием кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) занимают в России около 40 млн га, произрастая на северо-востоке европейской части России, в Западной и Восточной Сибири, Забайкалье. Экологический оптимум кедра находится в низкогорье и нижней части среднегорья Северо-Восточного Алтая, где обнаружены деревья в возрасте 850 лет высотой до 45 м и диаметром ствола до 2,4 м. Кедровые леса выполняют почвозащитную и водоохранную роль, являются источником кислорода, насыщенного ионами и фитонцидами, и используются для получения ценных орехов, древесины и др. [3, 5, 19].

Прививкой кедровых сосен начали заниматься еще с конца XIX в. в Прибалтике и на Украине [13, 19 и др.]. В России подобные работы проводили А.В. Хохрин [20], Е.П. Проказин [16], Е.В. Титов [18], Н.Ф. Колегова [4], Р.Н. Матвеева и др. [9–12 и др.], Г.В. Кузнецова [6, 7], И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов [2] и др. За рубежом выполняются исследования по размножению прививкой псевдотсуги Мензиса, сосны Эллиота, сосны замечательной и других хвойных [26–28, 30, 31 и др.]. Согласно литературным данным, полностью наследуется генотип маточных деревьев, изменчивость проявляется по фенотипу в зависимости от условий произрастания, подвоя и других факторов. Отмечается, что применение прививки расширяет границы разведения ценных видов, в частности кедра сибирского, сокращает период до семеношения и сохраняет в потомстве селекционно-важные признаки [2, 5 и др.]. Кедр сибирский размножают при использовании гетеропластических прививок (подвой – сосна обыкновенная) и гомопластических (подвой – кедр сибирский). Установлено, что при прививке на сосну обыкновенную происходит более интенсивный рост привоя, но через 30–40 лет образуются наплывы в местах срастания прививаемых компонентов, что приводит к их гибели. Однако интенсивность роста привоя и успешное срастание привоя с подвоем происходят не одинаково. Проблема выделения маточных растений для успешного размножения ценных экземпляров остается нерешенной.

Отбор растений с последующим размножением прививкой проводится в географических культурах, на плантациях целевого назначения и других объектах постоянной лесосеменной базы [6, 11, 21, 22, 24, 25, 34 и др.]. Изучение изменчивости хвойных видов в географических культурах подтвердило, что происхождение семян оказывает значительное влияние на сохранность, рост, фенологию и репродуктивные показатели древесных растений [1, 17, 29, 33 и др.].

Географическая изменчивость показателей в 14-летних культурах разного происхождения отмечена в работе I. Vlada, F. Popescu [23], которые установили достоверное взаимодействие между генотипом и условиями произрастания. N. Sofletea, M. Budeanu, G. Parnuta [32] на основании исследований 30-летних культур ели обыкновенной считают, что географическое происхождение семян сказывается в большей степени, чем лесорастительные условия. По данным W. You и др. [35], прирост культур сосны Банкса по высоте и диаметру ствола отрицательно коррелирует с географической широтой места произрастания.

Отмечено, что с кедра сибирского, привитого на сосну обыкновенную, даже несмотря на плохое срастание прививаемых компонентов, можно в течение 3-4 десятков лет собирать семена и в массовом количестве нарезать черенки для выращивания ценного потомства [8, 13 и др.].

Проблема заключается в том, что неизвестно, с каких маточных деревьев кедра сибирского необходимо заготавливать черенки, характеризующиеся интенсивным и более продолжительным периодом роста, для создания клоновых плантаций в пригородной зоне Красноярска, что зависит от качества срастания прививаемых компонентов.

Цель исследования – сопоставление показателей роста 36-летних рамет кедра сибирского, отличающихся географической и клоновой принадлежностью привоя, с использованием в качестве подвоя подроста сосны обыкновенной. Это позволит сократить расходы на выращивание подвоя, обследование и заготовку черенков в отдаленных популяциях, проведение многолетних наблюдений за ростом клонового потомства в конкретных условиях и отбором. Работа направлена на сохранение генетического потенциала кедра сибирского, сформировавшегося в разных лесорастительных условиях произрастания, путем создания плантаций вегетативного происхождения для ускоренной заготовки черенков.

#### *Объекты и методы исследования*

Объектом исследования явились привитые деревья кедра сибирского с использованием привоя разного географического происхождения, произрастающие на гибридно-семенной плантации (ГСП), расположенной на территории Караульного лесничества учебно-опытного лесхоза Сибирского государственного университета науки и технологий (с.ш. – 56°01'; в.д. – 92°52'; высота над уровнем моря – 300 м).

Черенки для прививок были нарезаны с 22-летних экземпляров кедра сибирского, выращенных в дендрарии СибГУ из семян, заготовленных в популяциях Кемеровской, Свердловской, Томской, Тюменской областей, Забайкальского края (бывшая Читинская область), республик Алтай, Бурятия, Коми, Тыва [9].

Прививки проведены в 1982 г. на подрост сосны обыкновенной «сердцевинной на камбий» по Е.П. Проказину [16]. Расстояние между привитыми растениями – 4×4 м, густота – 625 шт./га.

В программу исследований входило: измерение биометрических показателей привитых деревьев (высота, диаметры ствола подвоя и привоя, кроны, протяженность живой кроны, длина хвои); определение объема кроны; установление зависимости между показателями привитых деревьев. Объем кроны ( $V$ , м<sup>3</sup>) рассчитывали по формуле А.В. Тюрина:

$$V = \frac{\pi D_{кр}^2 L_{кр}}{8},$$

где  $D_{кр}$  – диаметр кроны, м;  $L_{кр}$  – протяженность кроны, м.

Уровень изменчивости показателей устанавливали по шкале С.А. Мамаева [8].

Длину хвои определяли на 1-летних побегах нижней живой мутовки с учетом расположения в кроне (север, юг, восток, запад), рассчитывали среднее значение.

Географический дифференциал определяли как разницу между средней величиной показателя в отбираемой группе и общей средней.

Достоверность различий показателей между вариантами устанавливали по  $t_{\phi}$  (фактический критерий), сравнивая его с табличным  $t_{05}$ .

На период обследования возраст деревьев составил 36 лет. Для сопоставления данных были взяты раметы, имеющие привои с различным местоположением материнских популяций, по широте отличавшихся на  $12^{\circ}$ , долготы – на  $64^{\circ}$ , высоте над уровнем моря – на 900 м, с которых в 1960 г. были заготовлены семена и выращено потомство в дендрарии СибГУ с последующей нарезкой черенков. Географические координаты и высота над уровнем моря данных популяций приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Места произрастания материнских популяций кедра сибирского**

Географическое происхождение	Лесничество	Лесорастительный район*	Координаты		Высота над уровнем моря, м
			с.ш.	в.д.	
Алтайское (Алтай)	Каракотшинское	Алтае-Саянский горно-таежный	50°50'	86°54'	1000
Читинское (Забайкальский край)	Красно-Чикойское	Байкальский горный лесной	50°22'	108°43'	700
Кемеровское (Кемеровская обл.)	Мариинское	Западно-Сибирский южно-таежный равнинный	56°00'	87°54'	500
Коми (коми)	Троицко-Печорское	Западно-Уральский таежный	62°50'	56°30'	500
Якутское (Саха (Якутия))	Олекминское	Восточно-Сибирский таежный мерзлотный	61°00'	120°24'	500
Свердловское (Свердловская обл.)	Верхотурское	Средне-Уральский таежный	59°00'	61°00'	800
Томское (Томская обл.)	Томское	Западно-Сибирский южно-таежный равнинный	56°30'	84°48'	100
Тюменское (Тюменская обл.)	Кондинское	Западно-Сибирский средне-таежный равнинный	59°40'	68°37'	100
Ханты-мансийское (Ханты-Мансийский авт. округ)	Ханты-Мансийское	Западно-Сибирский средне-таежный равнинный	60°30'	71°12'	200

\*В соответствии с [15].

Данные были обработаны статистически с использованием программы Excel.

*Результаты исследования и их обсуждение*

В ходе проведенных исследований установлено, что показатели привитых с использованием привоя разного географического происхождения деревь-

ев в 36-летнем возрасте имели уровень изменчивости от среднего до высокого (табл. 2).

Таблица 2

**Изменчивость показателей привитых деревьев кедр сибирского на плантации**

Показатель	$X_{cp}$	$\pm m$	V, %	Уровень варьирования	P, %
Высота, м	13,7	0,52	31,3	Высокий	3,8
Диаметр ствола, см:					
подвоя	36,0	0,93	21,5	Высокий	2,6
привоя	42,8	1,15	22,3	Высокий	2,7
Диаметр кроны, м	6,9	0,12	15,2	Средний	1,7
Протяженность кроны, м	12,2	0,57	38,0	Высокий	4,7
Объем кроны, м <sup>3</sup>	231,67	12,35	16,0	Средний	5,3

Примечание:  $X_{cp}$  – среднее значение показателя;  $m$  – ошибка среднего арифметического значения; V – коэффициент варьирования; P – показатель точности.

Высокий уровень изменчивости отмечен по всем показателям, кроме диаметра и объема кроны.

Средняя высота привитых деревьев в зависимости от географического происхождения привоя и индивидуальной изменчивости варьировала от 12,4 (коми) до 15,0 м (томское). Высота деревьев в томском варианте превышала данный показатель у потомства северных популяций (якутское и коми) на 21,0 и 14,5 % соответственно (табл. 3).

Таблица 3

**Высота кедр сибирского**

Географическое происхождение	Средняя высота		Географический дифференциал, м	Номер отселектированных		Максимальная высота	
	м	% к $X_{cp}$		клона	раметы	м	% к $X_{cp}$
Алтайское	13,9	101,4	+0,2	18-2	15-8	16,6	121,2
Кемеровское	13,8	100,7	+0,1	15-3	9-3	16,4	119,7
Коми	12,4	90,5	-1,3	7-47	8-7	13,6	99,3
Свердловское	14,0	102,2	+0,3	21-1	11-3	15,7	114,6
Томское	15,0	109,5	+1,3	11-6	15-5	16,6	121,2
Тюменское	13,8	100,7	+0,1	11-3	1-12	15,8	115,3
Ханты-мансийское	14,0	102,2	+0,3	34-5	1-9	15,0	109,5
Читинское	13,6	99,3	-0,1	9-4	8-8	14,0	102,2
Якутское	13,1	95,6	-0,6	2-2	4-8	14,9	108,8

Географический дифференциал по высоте, являющийся одним из показателей успешности роста потомства при выращивании в новых условиях, изменялся от -1,3 до +1,3.

В каждом варианте отселектированы раметы, имеющие наибольшую высоту от 13,6 до 16,6 м. Из них выделяются раметы в вариантах томского и алтайского происхождений, превосходящие среднее значение на 21,2 %.

Диаметр ствола подвоя в среднем составляет 36,0 см, варьируя от 29,7 (коми) до 40,9 см (читинское), привоя – от 34,7 до 51,9 см. Различие между

диаметром ствола подвоя потомств разного географического происхождения достигает 37,7 %. Превышение диаметра ствола привоя над диаметром подвоя колеблется от 2,1 (ханты-мансийское) до 11,6 см (томское) (табл. 4).

Таблица 4

**Диаметр ствола подвоя и привоя (см) в местах срастания  
прививаемых компонентов**

Географическое происхождение	Подвой				Привой				Превышение привоя над подвоем	
	$X_{cp}$	$\pm m$	V, %	$t_{\phi}$	$X_{cp}$	$\pm m$	V, %	$t_{\phi} (t_{05} = 2,14)$	см	% к $X_{cp}$
Алтайское	34,2	2,67	27,1	1,44	40,9	2,84	24,1	1,77	6,7	98,5
Кемеровское	39,0	1,89	15,3	0,45	44,0	2,02	14,5	1,34	5,0	73,5
Коми	29,7	2,23	16,8	2,54	37,6	2,93	17,4	2,28	7,9	116,2
Свердловское	36,3	1,28	9,9	1,14	40,3	2,33	16,4	1,93	4,0	58,8
Томское	39,0	3,40	19,5	0,37	50,6	4,86	21,5	0,18	11,6	170,6
Тюменское	36,0	3,22	21,9	0,98	40,7	3,75	22,6	1,68	4,7	6,91
Ханты-мансийское	32,6	4,47	33,6	1,41	34,7	4,26	30,1	2,46	2,1	30,9
Читинское	40,9	3,81	20,9	–	51,9	5,53	23,8	–	11,0	161,8
Якутское	36,5	3,95	28,7	0,80	44,3	4,68	27,9	1,05	7,8	114,7

Уровень варьирования диаметра привоя – средний и высокий. У 10...27 % деревьев наблюдается хорошее срастание прививаемых компонентов, при котором диаметр привоя равен диаметру подвоя, например у рамет алтайского (7-11 клона 9-5), свердловского (14-9 клона 21-1 и 16-8 клона 21-1), ханты-мансийского (16-9 клона 34-2), читинского (1-17 клона 9-5) происхождений. Географическая изменчивость диаметра ствола привоя имеет средний уровень (13,2 %).

Показатели развития кроны особо значимы в экологическом плане. Диаметр кроны обычно пропорционален высоте и определяется взаимодействием генотип–среда [14]. Диаметр и протяженность кроны кедр сибирского разного географического происхождения приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Размеры кроны привитых деревьев кедр сибирского на плантации**

Географическое происхождение	Диаметр, м				Протяженность, м			
	$X_{cp}$	$\pm m$	V, %	$t_{\phi}$	$X_{cp}$	$\pm m$	V, %	$t_{\phi}$
Алтайское	6,9	0,39	19,5	1,21	12,3	0,52	14,5	1,25
Кемеровское	6,9	0,25	11,4	1,41	12,5	0,35	8,8	1,14
Коми	6,2	0,37	13,4	2,47	10,7	0,47	9,9	3,38
Свердловское	6,8	0,27	11,3	1,58	12,5	0,60	13,5	0,93
Томское	7,6	0,43	12,7	–	13,3	0,61	10,3	–
Тюменское	7,0	0,21	7,4	1,25	12,1	0,77	15,6	1,22
Ханты-мансийское	6,4	0,52	19,9	1,78	12,8	0,64	12,3	0,57
Читинское	7,3	0,75	23,0	0,35	12,1	0,41	7,6	1,63
Якутское	7,2	0,51	18,8	0,60	11,6	0,79	16,7	1,70

Крона большего диаметра сформировалась у клонов томского происхождения. Достоверно отстают по развитию кроны деревья в варианте коми

( $t_{\phi} > t_{05}$ ). Кроны деревьев алтайского, кемеровского, читинского, свердловского, тюменского, ханты-мансийского, якутского происхождений не имеют существенных различий при 5 %-м уровне значимости ( $t_{\phi} < t_{05}$ ). Коэффициент географической изменчивости равен 18,8 %. По диаметру кроны (8,6...9,6 м) выделены раметы алтайского (4-5 клона 29-4), томского (1-12 клона 11-3), читинского (15-12 клона 9-9), якутского (17-9 клона 2-9) происхождений. Учитывая, что деревья размещены по схеме 4×4 м, видно, что в данном возрасте произошло смыкание крон.

Отмечается, что протяженность кроны – более стабильный показатель, который в меньшей степени реагирует на факторы среды и является адаптивным при лимитировании климатических факторов [14]. Из приведенных данных видно, что протяженность живой кроны больше у томских, читинских, ханты-мансийских, кемеровских, алтайских, свердловских экземпляров, что подтверждается статистически. Встречаемость деревьев с протяженностью кроны в долях 0,7–0,8 составила 2 %; 0,8–0,9 – 51 %; 0,9–0,95 – 47 %. Большая протяженность кроны прослеживается в потомстве томской и ханты-мансийской популяций.

Объем кроны варьирует в больших пределах – от 161,44 (коми) до 301,52 м<sup>3</sup> (томский). Превышение над средним значением в томском варианте составляет 30,4 %.

Установлена тесная связь между диаметром ствола привоя и кроны ( $r = 0,855$ ), а также диаметром ствола и объемом кроны (0,827), значительная – между диаметром ствола и протяженностью кроны (0,520). Уравнения связи имеют следующий вид:

между диаметром ствола ( $x$ ) и кроны ( $y$ )

$$y = -0,0051x^2 + 0,468x - 3,240 \quad (R^2 = 0,752);$$

между диаметром ствола ( $x$ ) и протяженностью кроны ( $y$ )

$$y = -0,023x^2 + 1,768x - 20,803 \quad (R^2 = 0,428);$$

между диаметром ствола ( $x$ ) и объемом кроны ( $y$ ):

$$y = -0,622x^2 + 52,770x - 856,580 \quad (R^2 = 0,731).$$

Средняя длина хвои у деревьев разного географического происхождения колеблется от 9,1 до 10,7 см. Хвоей меньших размеров отличались деревья бурятского и тюменского происхождений. Длинную хвою (12,2...14,5 см) имеют единичные экземпляры томского, читинского, алтайского и кемеровского вариантов.

### *Заключение*

Наблюдения за ростом кедрового сибирского на подвое сосны обыкновенной подтвердили проявление географической и индивидуальной изменчивости показателей в зависимости от заготовки черенков с маточных деревьев, произрастающих в популяциях, отличающихся местом произрастания (по широте – на 12°, долготы – на 64°, высоте над уровнем моря – на 900 м). Наибольшие высоту, диаметр, объем кроны в 36-летнем возрасте имели раметы томского происхождения. Наименьшие показатели были у деревьев из республик Коми и Саха. С учетом того, что гибель привитых деревьев при гетеропластических прививках происходит из-за неодинаковой интенсивности роста привоя и подвоя по диаметру ствола, отобраны деревья без образования наплывов в местах срастания прививаемых компонентов. Наибольшее количество таких

деревьев (10...27 %) было в вариантах алтайского, свердловского, тюменского, ханты-мансийского и читинского происхождений.

Установлено, что между показателями привитых деревьев существует тесная (диаметр ствола привоя и кроны, диаметр ствола и объем кроны) и значительная (диаметр ствола и протяженность кроны) связь. Это можно использовать при оценке и отборе рамет для последующего размножения.

Проведенные многолетние исследования позволили установить перспективность создания клоновых плантаций кедра сибирского на подросте сосны обыкновенной для ускоренной заготовки черенков с отобраных экземпляров и создания плантаций следующих поколений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Братилова Н.П., Калинин А.В., Крот Т.Л. Сравнительный анализ ростовых и адаптационных способностей кедровых сосен в условиях юга Средней Сибири // Материалы междунар. конф. «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (23–24 октября 2003 г.). Красноярск: СибГТУ, 2003. № 6. С. 13–15. [Bratilova N.P., Kalinin A.V., Krot T.L. Comparative Analysis of Growth and Adaptation Abilities of Cedar Pines in the South of Central Siberia. *Proceedings of the International Conference "Gardening, Seed Growing, Introduction of Woody Plants" (October 23–24, 2003)*. Krasnoyarsk, SibSTU Publ., 2003, no. 6, pp. 13–15].
2. Дроздов И.И., Дроздов Ю.И. Лесная интродукция. М.: МГУЛ, 2000. 135 с. [Drozdov I.I., Drozdov Yu.I. *Forest Introduction*. Moscow, MGUL Publ., 2000. 135 p.]
3. Ирошников А.И. Географические культуры хвойных в Южной Сибири // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. С. 4–110. [Iroshnikov A.I. Provenance Trials of Conifers in Southern Siberia. *Provenance Trials and Plantations of Conifers in Siberia*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1977, pp. 4–110].
4. Колегова Н.Ф. Семенные прививочные плантации // Лесн. хоз-во. 1974. № 11. С. 50–52. [Kolegova N.F. Grafting Seed Plantations. *Lesnoye khozyaystvo*, 1974, no. 11, pp. 50–52].
5. Крылов Г.В., Таланцев Н.К., Козакова Н.Ф. Кедр. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 216 с. [Krylov G.V., Talantsev N.K., Kozakova N.F. *Cedar*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1983. 216 p.]
6. Кузнецова Г.В. Опыт создания клоновой плантации кедровых сосен в Красноярской лесостепи // Хвойные бореальной зоны. 2007. XXIV. № 2-3. С. 217–224. [Kuznetsova G.V. The Experience of Creating Clonal Seed Orchards of Cedar Pines in Krasnoyarsk Forest-Steppe. *Hvojnyye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2007, vol. XXIV, no. 2-3, pp. 217–224].
7. Кузнецова Г.В., Дарикова Ю.А., Савва Ю.В., Ваганов Е.А., Грачев А.М. Прививки кедровых сосен как объект исследований // Хвойные бореальной зоны. 2010. XXVII. № 3-4. С. 312–316. [Kuznetsova G.V., Darikova Yu.A., Savva Yu.V., Vaganov E.A., Grachev A.M. Graft of Cedar Pines as an Object of Research. *Hvojnyye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2010, vol. XXVII, no. 3-4, pp. 312–316].
8. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1972. 282 с. [Mamayev S.A. *Forms of Intraspecific Variability of Woody Plants (On the Example of Pinaceae in the Urals)*. Moscow, Nauka Publ., 1972. 282 p.]
9. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Коллекция клонов, полусибов, разных морфологических форм кедров сибирского на плантации СибГТУ (юг Средней Сибири). Красноярск: СибГТУ, 2012. 47 с. [Matveeva R.N., Butorova O.F. *A Collection of Clones, Halfsibs and Different Morphological Forms of Siberian Pine on the Plantation of SibSTU (The South of Central Siberia)*. Krasnoyarsk, SibSTU Publ., 2012. 47 p.]

10. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Ревин А.В. Рост клонов кедрового сибирского в условиях юга Средней Сибири. Красноярск: СибГТУ, 2011. 128 с. [Matveeva R.N., Butorova O.F., Revin A.V. *Growth of Siberian Pine Clones in the South of Central Siberia*. Krasnoyarsk, SibSTU Publ., 2011. 128 p.].

11. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Щерба Ю.Е. Семенное и вегетативное размножение отобраных деревьев сосны кедровой сибирской. Красноярск: СибГТУ, 2016. 206 с. [Matveeva R.N., Butorova O.F., Shcherba I.E. *Seed and Vegetative Propagation of Selected Siberian Pine Trees*. Krasnoyarsk, SibSTU Publ., 2016. 206 p.].

12. Матвеева Р.Н., Милютин Л.И., Буторова О.Ф., Братилова Н.П. Отбор деревьев кедрового сибирского высокой репродуктивной способности на географической лесосеменной плантации // Изв. вузов. Лесн. журн. 2017. № 2. С. 9–17. [Matveeva R.N., Milyutin L.I., Butorova O.F., Bratilova N.P. Selection of High Reproductive Siberian Cedar Trees in the Geographic Seed Plantation. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2017, no. 2, pp. 9–17]. DOI: [10.17238/issn0536-1036.2017.2.9](https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.2.9), URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/e32/matveeva.pdf>

13. Митрофанов С.В. Влияние способа прививки кедрового сибирского на рост и приживаемость привоя // Лесн. хоз-во. 2013. № 2. С. 120–122. [Mitrofanov S.V. The Influence of Siberian Pine Grafting Method on Growth and Survival of Scion. *Lesnoye khozyaystvo*, 2013, no. 2, pp. 120–122].

14. Новикова Т.Н. Изменчивость показателей развития кроны у потомств сибирских климатипов сосны обыкновенной // Изв. вузов. Лесн. журн. 2013. № 4. С. 22–29. [Novikova T.N. Feature Variability of Crown Development in Progenies of Siberian Scots Pine Climatypes. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2013, no. 4, pp. 22–29]. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/cdf/lkh3.pdf>

15. Перечень лесорастительных зон Российской Федерации. М.: М-во природных ресурсов и экологии РФ, 2018. 20 с. [*The List of Forest Areas of the Russian Federation*. Moscow, Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation, 2018. 20 p.].

16. Проказин Е.П. Новый метод прививки хвойных для создания семенных участков // Лесн. хоз-во. 1960. № 5. С. 22–28. [Prokazin E.P. A New Method of Grafting Conifers to Create Seed Plots. *Lesnoye khozyaystvo*, 1960, no. 5, pp. 22–28].

17. Путенихина К.В. Изменчивость генеративных органов кедрового сибирского при интродукции в Башкирском Предуралье: селекционные возможности // Материалы 4-го Междунар. совещ. по сохранению лесных генетических ресурсов Сибири, Барнаул, Россия, 24–29 августа 2015 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2015. С. 146–148. [Putenikhina K.V. Variability of Generative Organs in Siberian Stone Pine under the Conditions of Introduction in Bashkir Cis-Urals: Possibilities for Selection. *Proceedings of the 4th International Conference on Conservation of Forest Genetic Resources in Siberia, Barnaul, Russia, August 24–29, 2015*. Krasnoyarsk, IL SB RAS Publ., 2015, pp. 146–148].

18. Титов Е.В. Генетико-селекционные основы подбора клонов кедрового сибирского при плантационном ореховодстве // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Красноярск: СибГТУ, 1998. Т. 1. С. 21–23. [Titov E.V. Genetic and Selection Basics for Clones Selection in Cultivation of Siberian Pine Nuts. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rasteniy*, 1998, vol. 1, pp. 21–23].

19. Титов Е.В. Плантационное выращивание кедровых сосен. Воронеж: ВГЛТА, 2004. 165 с. [Titov E.V. *Cultivation of Cedar Pine Plantations*. Voronezh, VGLTA Publ., 2004. 165 p.].

20. Хохрин А.В. Опыт прививки кедрового сибирского на Урале // Лесн. хоз-во. 1957. № 3. С. 70–71. [Khokhrin A.V. The Experience of Cedar Grafting in the Urals. *Lesnoye khozyaystvo*, 1957, no. 3, pp. 70–71].

21. Царев А.П., Лаур Н.В. Перспективные направления селекции и репродукции лесных древесных растений // Изв. вузов. Лесн. журн. 2013. № 2. С. 36–44. [Tsarev A.P., Laur N.V. Promising Trends of Breeding and Reproduction of Woody Plants. *Lesnoy Zhurnal*

[Russian Forestry Journal], 2013, no. 2, pp. 36–44]. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/11f/lh3.pdf>

22. Щерба Ю.Е., Гришлова М.В. Показатели однолетних гомопластических и гетеропластических прививок кедровых сосен // Хвойные бореальной зоны. 2015. Т. XXXIII, № 5-6. С. 248–252. [Shcherba I.E., Grishlova M.V. Indicators of Annual Homoplastic and Heteroplastic Grafting of Cedar Pines. *Hvojnye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2015, vol. XXXIII, no. 5-6, pp. 248–252].

23. Blada I., Popescu F. Swiss Stone Pine Provenance Experiment in Romania: II Variation in Growth and Branching Traits to Age 14. *Silvae Genetica*, 2007, vol. 56, iss. 1-6, pp. 148–158. DOI: [10.1515/sg-2007-0023](https://doi.org/10.1515/sg-2007-0023)

24. Hertel H., Schneck V. Genetic and Phenotypical Variation of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Populations Due to Seed Origin and Environmental Conditions at Experimental Sites. *Forest Genetics*, 1999, vol. 6, iss. 2, pp. 65–72.

25. Jansons Ā., Baumanis I. Growth Dynamics of Scots Pine Geographical Provenances in Latvia. *Baltic Forestry*, 2005, vol. 11, no. 2(21), pp. 29–37.

26. Jayawickrama K.J.S., Jett J.B., McKeand S.E. Rootstock Effects in Grafted Conifers: A Review. *New Forests*, 1991, vol. 5, iss. 2, pp. 157–173. DOI: [10.1007/bf00029306](https://doi.org/10.1007/bf00029306)

27. Kuss M. Die-Back of Grafts in the Clonal Seed Orchards of Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziensis* [Mirb.] Franco) in Poland and Attempts at Producing Seedlings of this Species by Autovegetative Propagation. *Dendrobiology*, 2002, vol. 47 Supplement, pp. 93–100.

28. Medina Perez A.M., White T.L., Huber D.A., Martin T.A. Graft Survival and Promotion of Female and Male Strobili by Topgrafting in a Third-Cycle Slash Pine (*Pinus elliotii* var. *elliottii*) Breeding Program. *Canadian Journal of Forest Research*, 2007, vol. 37, iss. 7, pp. 1244–1252. DOI: [10.1139/X07-004](https://doi.org/10.1139/X07-004)

29. Sato T., Touhei T. Geographic Variation of Pine Needles Features in *Pinus parvifolia* in the Kanto Region. *Toyama-shi Kagaku Bunka Sentā kenkyū hōkoku*. [Bulletin of the Toyama Science Museum], 2005, vol. 28, pp. 81–89. (In Japanese)

30. Schmidting R.C., Ronald C. Rootstock Influences Flowering, Growth, and Survival of Loblolly Pine Grafts. *Forest Science*, 1983, vol. 29, iss. 1, pp. 117–124.

31. Sharma R.K., Mason E.G., Sorensson C.T. Productivity of Radiata Pine (*Pinus radiata* D. Don.) Clones in Monoclonal and Clonal Mixture Plots at Age 12 Years. *Forest Ecology and Management*, 2008, vol. 255, iss. 1, pp. 140–148. DOI: [10.1016/j.foreco.2007.08.033](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.08.033)

32. Șofletea N., Budeanu M., Pârnuță G. Provenance Variation in Radial Increment and Wood Characteristics Revealed by 30 Years Old Norway Spruce Comparative Trials. *Silvae Genetica*, 2012, vol. 61, iss. 1-6, pp. 170–178. DOI: [10.1515/sg-2012-0022](https://doi.org/10.1515/sg-2012-0022)

33. Thomson A.M., Parker W.H. Boreal Forest Provenance Tests Used to Predict Optimal Growth and Response to Climate Change. 1. Jack Pine. *Canadian Journal of Forest Research*, 2008, vol. 38, iss. 1, pp. 157–170. DOI: [10.1139/X07-122](https://doi.org/10.1139/X07-122)

34. Wright S. Variability within and among Natural Populations. Vol. 4. *Evolution and Genetics of Populations*. Chicago, University of Chicago Press, 1978. 580 p.

35. You W., Dong J., Lu A., Yun L., Huang G. Selection of Provenance Trials of *Pinus banksiana* Introduced from North America to Liaoning Province. *Dongbei linye daxue xuebao* [Journal of North-East Forestry University], 2006, vol. 34, iss. 1, pp. 9–11. (In Japanese)

## GROWTH INDICES OF SIBERIAN PINE OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN GRAFTED ON A SCOTS PINE ROOTSTOCK

*R.N. Matveeva, Doctor of Agriculture, Prof.;* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3476-9622>

*O.F. Butorova, Doctor of Agriculture, Prof.;* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8575-7464>

*N.P. Bratilova*, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [AAF-3074-2019](https://orcid.org/0000-0002-2918-9690),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2918-9690>

*I.E. Shcherba*, Candidate of Agriculture, Assoc. Prof.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8437-4274>

*V.V. Komarnitsky*, Postgraduate Student

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, prosp. imeny gazety  
“Krasnoyarskiy rabochiy”, 31, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation;

e-mail: matveevrn@yandex.ru, butorova.olga@mail.ru, nbratilova@yandex.ru,

shcherba\_@mail.ru, komarnitskiy.vitaliy@mail.ru

Forests dominated by Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) occupy about 40 mln ha in Russia. They fulfill soil- and water-protective roles, produce oxygen, and are the source of valuable nuts, wood, and other materials. The 36-year-old grafted trees of Siberian pine growing on a hybrid seed plantation in the suburban area of Krasnoyarsk region were the study object. A comparison of growth indices of 36-year-old ramets of Siberian pine of different geographical origin was the research purpose. Graftings were made on the Scots pine young growth in 1982. Grafting stocks were cut from plants grown from seeds harvested in 1960 in populations of different geographical origin. The location of the initial populations differs in latitude by 12°, longitude by 64° and altitude by 900 m above sea level. It has been found that the average height of 36-year-old grafted trees depending on geographical origin varies between 12.4 and 15.0 m; the trunk diameter – 29.7 and 40.9 cm; and the crown diameter – 6.4 and 7.6 m. Clones of Tomsk origin are characterized by the best growth. Clones of the northern populations (Komi and Sakha Republics) are characterized by the lowest height. The average diameter of scion exceeds the diameter of rootstock by 6.4–39.7 % depending on the graft geographical origin. Good graft intergrowth (the scion diameter is equal to the rootstock diameter) is observed in 10–27 % of trees. A relationship was found between the grafted trees: close, between trunk and crown diameter ( $r = 0.855$ ); trunk diameter and crown volume (0.827); significant, between trunk diameter and crown length (0.520). It has been established that both the geographical origin and the clone belonging of scion influence on the growth intensity of the grafted trees and intergrowth of the grafted components. The obtained results can be used in creation of clonal plantations of the second generation.

**For citation:** Matveeva R.N., Butorova O.F., Bratilova N.P., Shcherba I.E., Komarnitsky V.V. Growth Indices of Siberian Pine of Different Geographical Origin Grafted on a Scots Pine Rootstock. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2020, no. 2, pp. 9–19. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-2-9-19

**Keywords:** Siberian pine, plantation, geographical origin, graft, population, rootstock, scion, clone, ramet, variability.

Поступила 05.03.19 / Received on March 5, 2019

---