

УДК 630\*181.51:582.475

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.22

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВЕГЕТАТИВНОГО ПОТОМСТВА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО, АТТЕСТОВАННЫХ ПО СТВОЛОВОЙ ИЛИ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

*В.В. Нарзыев, аспирант; ORCID: 0000-0003-1485-3381*

*Р.Н. Матвеева, д-р с.-х. наук, проф.; ORCID: 0000-0002-3476-9622*

*О.Ф. Буторова, д-р с.-х. наук, проф.; ORCID: 0000-0001-8575-7464*

*Ю.Е. Щерба, канд. с.-х. наук, доц.; ORCID: 0000-0002-8437-4274*

Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, просп. имени газеты «Красноярский рабочий», д. 31, г. Красноярск, Россия, 660037; e-mail: narvv2008@rambler.ru, butorova.olga@mail.ru, shcherba\_@mail.ru

Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) является древесной породой, отличающейся многообразием свойств. Учитывая ценность данного вида и уменьшение его запасов в связи с пожарами, гибелью от шелкопряда, незаконными рубками, необходимо сохранять и размножать лидирующие экземпляры, которые формировались в естественных условиях. Приведены результаты исследования кедра сибирского в условиях Южно-Сибирской горной лесорастительной зоны. Цель исследования – изучение изменчивости клонового потомства кедра сибирского на опытном участке. В качестве маточных были взяты плюсовые деревья, аттестованные в Новосибирской области по семенной или стволовой продуктивности. Плюсовые деревья имели высоту 16,0...30,5 м, диаметр ствола 44...78 см. Среднее количество шишек на деревьях за 10-летний период до аттестации (1967–1977 гг.) составляло 203...470 шт. Для исследования были отобраны 35 плюсовых деревьев, аттестованных в 1977 г. по стволовой (17 шт.) и семенной (18 шт.) продуктивности, сопоставлены их показатели с показателями клонового потомства при возрасте привоя 29 лет. Определены следующие биометрические показатели рамет разных клонов: высота ствола, диаметр и объем ствола и кроны, длина хвои, образование шишек независимо от аттестации плюсовых деревьев по стволовой или семенной продуктивности. Клоновый посадочный материал выращен путем прививки черенков весной 1989 г. на 6-летние сеянцы кедра сибирского. При посадке на плантацию их возраст составил 8 лет (подвой – 6 лет, привой – 2 года). В последующие годы наблюдалась изменчивость показателей клонового потомства. Установлено, что биометрические показатели и процент деревьев, образовавших шишки, не имели достоверных различий при сравнении потомств плюсовых деревьев, выделенных как по семенной, так и по стволовой продуктивности. Существенно отличалось среднее количество шишек у рамет от плюсовых деревьев по семенной продуктивности. Большая изменчивость показателей наблюдалась между клонами и раметами в клонах независимо от цели отбора при аттестации маточных деревьев. Коэффициент наследуемости маточных деревьев по высоте клонового потомства составлял 40,7 %, по диаметру ствола – 35,0 %. Были отобраны отдельные раметы, отличающиеся интенсивностью роста, семенной и экологической продуктивностью. Полученные результаты могут быть использованы при создании клоновых плантаций второго поколения повышенной генетической ценности в условиях Южно-Сибирской горной лесорастительной зоны.

**Для цитирования:** Нарзыев В.В., Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Щерба Ю.Е. Изменчивость вегетативного потомства плюсовых деревьев кедра сибирского, аттестованных по стволовой или семенной продуктивности // Лесн. журн. 2019. № 4. С. 22–33. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.22

**Ключевые слова:** кедр сибирский, плюсовое дерево, прививка, клон, рамета, изменчивость, урожайность, интенсивность роста.

### Введение

Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) является древесной породой, отличающейся многообразием ценных свойств. Его орехи (семена) используются как пищевой продукт, широко применяются также древесина, живица и др. Кроме того, кедровые насаждения выполняют почвозащитные, экологические и другие функции [1, 5, 10 и др.].

Учитывая ценность данного вида и уменьшение его запасов в связи с пожарами, гибелью от шелкопряда, незаконными рубками, необходимо сохранять и размножать лидирующие экземпляры, которые формировались в естественных условиях. С этой целью проводится аттестация плюсовых деревьев по стволовой и семенной продуктивности. Их размножение позволяет создавать плантации целевого назначения. О целесообразности создания клоновых плантаций хвойных пород имеется большое количество публикаций [2, 4, 7, 8, 11, 14, 16, 17, 20, 21, 24 и др.].

В Австрии прививочные плантации кедр европейского существуют с конца 50-х годов прошлого века [19]. В Корее выращивают клоны кедр корейского прививкой и черенкованием [22]. Лесные плантации успешно создаются во многих странах (Китай, Швеция, Финляндия, США), в основном для получения древесины [3]. A.D. Yanchuk et al. [26] анализировали изменчивость запаса древесины на клоновой плантации ели ситхинской в Канаде. В. Li, S. McKeand, R. Weir [23] рекомендовали на лесосеменных плантациях сосны ладанной проводить отбраковку отстающих в росте клонов для повышения на 12 % запаса древесины. S. Goto et al. [18] установлены достоверные различия, достигающие в некоторых случаях почти 100-кратной величины, у семян деревьев разных клонов сосны Тунберга.

Перспективным направлением считается создание лесосеменных плантаций повышенной генетической ценности. Для этого в первую очередь используют привитой посадочный материал, заготовленный с маточных деревьев, отселектированных по конкретным показателям. Клоновые лесосеменные плантации, в частности кедр сибирского, закладывают привитым посадочным материалом или прививкой на подвой сосны обыкновенной или кедр сибирского. Е.В. Титов [12] отмечает, что перспективным является плантационное лесовыращивание пород для получения недревесной продукции – орехов. А.П. Царев и др. [13] пишут, что прививочным плантациям отводится особая роль в реализации мероприятий по ускоренному размножению наиболее ценных экземпляров сосны кедровой сибирской.

Отмечаются преимущества и недостатки плантаций вегетативного происхождения, которые раньше вступают в стадию семеношения. У некоторых экземпляров наблюдается несовместимость прививаемых компонентов, что требует проведения гомопластических прививок и тщательного подбора привоя и подвоя. Особое внимание необходимо уделять деревьям, с которых заготавливаются черенки, так как вегетативное потомство от них является генетически однородным [6, 15].

Цель исследования – изучение изменчивости клонового потомства кедр сибирского. В качестве маточных были взяты плюсовые деревья, аттестованные в Новосибирской области по семенной и стволовой продуктивности.

Исследования являются актуальными в связи с проведением оценки маточных деревьев кедр сибирского по клоновому потомству и использованием лучших экземпляров для размножения и выращивания селекционного

посадочного материала при создании целевых плантаций, ориентированных на повышенные урожаи кедрового ореха или ускоренное получение древесины в условиях Южно-Сибирской горной лесорастительной зоны [9].

Селекционная оценка плюсовых деревьев по показателям роста и репродуктивного развития 29-летнего привоя разных клонов проведена впервые.

#### *Объекты и методы исследования*

Для исследования отобраны 35 плюсовых деревьев, аттестованных в 1977 г. по стволовой (17 шт.) и семенной (18 шт.) продуктивности, сопоставлены их показатели с показателями клонового потомства при возрасте привоя 29 лет. Измерялись следующие биометрические показатели рамет разных клонов: высота и диаметр ствола, диаметр кроны, длина хвои; определялись объем ствола и кроны, образование шишек в вариантах, где плюсовые деревья были аттестованы по стволовой или семенной продуктивности. Биометрические показатели плюсовых деревьев брали из паспортов, составленных при их аттестации.

У клонов плюсовых деревьев методом сплошного перечета устанавливали количество шишек в кроне дерева с 2013 по 2017 г. Длину хвои измеряли на текущем приросте боковых побегов мутовки, расположенной на высоте 1,3 м с южной стороны дерева (по 5 шт.). По стволовой продуктивности измерено 188 рамет от плюсовых деревьев, по семенной – 217 рамет. Количество рамет в каждом клоне варьировало от 8 до 16 шт. В среднем представленность рамет – 11,5 шт.

Объем ствола потомства определяли по следующей формуле:

$$V_{\text{ств}} = gHF,$$

где  $g$  – площадь поперечного сечения ствола на высоте 1,3 м,  $\text{м}^2$ ;  $H$  – высота дерева, м;  $F$  – видовое число,  $F = 0,5$ .

Объем кроны устанавливали по формуле А.В. Тюрина:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\pi D^2 L}{8},$$

где  $D$  – диаметр кроны, м;  $L$  – протяженность кроны, м.

Рассчитывали коэффициент наследуемости маточных деревьев по высоте и диаметру ствола вегетативного потомства:

$$H^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_{ph}^2},$$

где  $\sigma_g^2$  – генотипическая дисперсия;  $\sigma_{ph}^2$  – фенотипическая дисперсия.

Объектами исследований являлись раматы клонов плюсовых деревьев, аттестованных по семенной или стволовой продуктивности. Маточные деревья произрастали на территории Колыванского лесхоза Новосибирской области. Плантация была создана посадкой привитых растений в Саянском участковом лесничестве Ермаковского лесничества Красноярского края. Расстояние между посадочными местами –  $8 \times 8$  м. Климат района исследований резко континентальный (в январе средняя температура воздуха составляет  $-22,7$  °С, в июле –  $+14$  °С). Почва серая лесная. Условия для выращивания кедра сибирского благоприятные.

Клоновый посадочный материал выращен путем прививки черенков весной 1989 г. на 6-летние сеянцы кедра сибирского. К моменту посадки на плантацию их возраст составил 8 лет (подвой – 6 лет, привой – 2 года). Наблюдения за ростом и репродуктивным развитием клонов проведены при возрасте привоя 29 лет.

Для статистической обработки результатов исследования использовали программы Microsoft Office.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Высота плюсовых деревьев, аттестованных по стволочной продуктивности, была на 10 % больше средних показателей деревьев кедра сибирского, произрастающих в соответствующих выделах Кандауровского и Орско-Симанского лесничеств, диаметр ствола – выше на 30 % и более. Некоторые деревья, отобранные по семенной продуктивности, кроме высокой урожайности имели превышение по высоте и диаметру ствола (табл. 1).

Таблица 1

#### **Биометрические показатели плюсовых деревьев**

Номер плюсового дерева	Высота		Диаметр ствола		Номер плюсового дерева	Высота		Диаметр ствола	
	м	% к $X_{cp}$	см	% к $X_{cp}$		м	% к $X_{cp}$	см	% к $X_{cp}$
<i>Отобраны по стволочной продуктивности</i>									
13/13	25	125	60	150	31/31	26	113	72	164
17/17	26	114	62	140	33/33	26	113	60	132
18/18	26,5	115	62	140	37/37	27	117	60	150
20/20	26	114	62	140	112/76	30,5	115	78	150
21/21	28	122	76	172	113/77	29	109	72	138
22/22	26	114	70	158	128/92	28	110	60	143
29/26	24	114	60	187	141/105	28	112	64	152
30/30	25	119	52	162	146/110	27	110	70	167
					147/111	27	110	68	162
<i>Отобраны по семенной продуктивности</i>									
88/52	20	91	58	125	99/63	20	111	54	104
89/53	19	105	52	100	100/64	17	94	44	84
90/54	18	100	46	88	101/65	16	89	42	81
91/55	19	105	72	138	104/68	20	111	56	105
92/56	19	105	72	138	106/70	20	111	56	105
94/58	23	128	72	138	107/71	20	111	51	98
96/60	19	105	46	89	108/72	23	128	58	112
97/61	19	105	62	120	110/74	21	116	67	129
98/62	19	105	65	125	111/75	21	116	52	100

Примечание:  $X_{cp}$  – среднее значение показателя в опыте.

Так, клоновое потомство плюсового дерева 94/58, аттестованного по семенной продуктивности, имело высоту на 28,0 % больше среднего значения, диаметр ствола – на 38,0 %. Превышение только по высоте было у клонов 99/63, 104/68, 106/70, 107/71, 108/72, 110/74; по диаметру ствола – у 91/55, 92/56.

Среднее количество шишек на маточных (плюсовых) деревьях за 10-летний период до аттестации (1967–1977 гг.) составило 203...470 шт., многолетняя удельная энергия семеношения варьировала от 4,4 до

10,2 шт./см. Длина шишек 6,2...8,5 см. Наибольшее количество шишек и удельная энергия семеношения были у плюсовых деревьев 90/54, 100/64, 89/53. Крупные шишки отмечены у плюсовых деревьев 100/64 и 88/52.

Наблюдения за ростом и семеношением клонового потомства показали, что высота и диаметр ствола, диаметр и объем кроны, длина хвои, процент деревьев, образовавших шишки за 5-летний период (2013–2017 гг.), не имеют достоверных различий при сравнении потомств плюсовых деревьев, выделенных как по стволу, так и по семенной продуктивности (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели клонового потомства деревьев,  
аттестованных по стволу или семенной продуктивности**

Принцип отбора маточных деревьев по продуктивности	Высота ствола, м	Диаметр		Объем, м <sup>3</sup>		Длина хвои, см	Количество урожайных деревьев, %
		ствола, см	кроны, м	ствола	кроны		
Стволовая	6,1±0,35	16,4±1,38	3,0±0,24	0,064	20,48	10,9±0,52	24,5
Семенная	6,0±0,36	16,0±1,33	2,9±0,20	0,060	18,47	10,8±0,46	23,0
Среднее	6,0±0,35	16,2±1,36	3,0±0,22	0,062	20,13	10,8±0,47	23,7

Фенотипическая изменчивость показателей независимо от цели отбора при аттестации маточных деревьев наблюдается среди потомства кедров сибирского, что позволило отселектировать клоны, отличающиеся интенсивностью роста (табл. 3).

Таблица 3

**Клоны, отселектированные по интенсивности роста**

Принцип отбора маточных деревьев по продуктивности	Номер клона	Высота ствола		Диаметр ствола		Объем ствола	
		м	% к X <sub>ср</sub>	см	% к X <sub>ср</sub>	м <sup>3</sup>	% к X <sub>ср</sub>
Стволовая	17/17	6,6	110,0	16,8	103,7	0,0731	117,9
Семенная	97/61	6,5	108,3	18,7	115,4	0,0894	144,2

По развитию кроны выделяются потомства 3 деревьев из 17, аттестованных по стволу, и 1 дерево из 18, аттестованных по семенной (табл. 4).

Таблица 4

**Клоны, отселектированные по развитию кроны**

Принцип отбора маточных деревьев по продуктивности	Номер клона	Диаметр кроны		Объем кроны		Длина хвои	
		м	% к X <sub>ср</sub>	м <sup>3</sup>	% к X <sub>ср</sub>	см	% к X <sub>ср</sub>
Стволовая	17/17	3,5	116,7	33,99	147,8	11,5	106,5
	141/105	3,5	116,7	33,75	146,7	11,7	108,3
	147/111	3,4	113,3	31,09	135,2	11,8	109,2
Семенная	104/68	3,3	110,0	28,35	123,3	11,6	107,4

Сопоставлен процент урожайных рамет в каждом клоне за период с 2013 по 2017 г., выделены клоны, у которых процент рамет, образовавших шишки, превысил среднее значение на 30 % и более (рис. 1).



Рис. 1. Клоны, отселектированные по количеству рамет, образовавших шишки (на горизонтальной оси – номера клонов)

Fig. 1. Clones selected by the amount of ramets formed cones (horizontal axis – the numbers of clones)

Была сопоставлена урожайность маточных деревьев и клонового потомства (рис. 2).

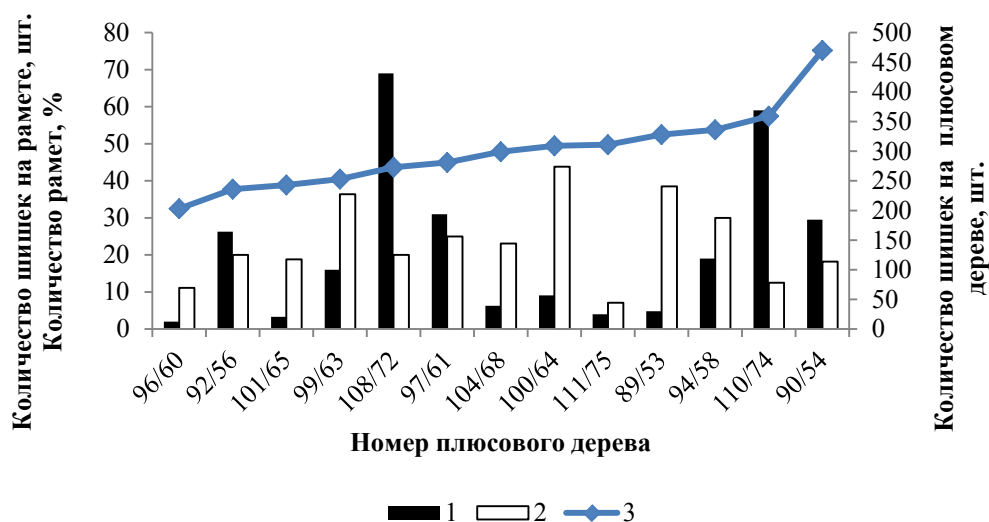


Рис. 2. Формирование шишек на плюсовых деревьях и раметах: 1 – среднее количество шишек на урожайных раметах клона; 2 – процент урожайных рамет в клоне; 3 – среднее многолетнее количество шишек на плюсовом дереве

Fig. 2. Cones formation on plus trees and ramets: 1 – average amount of cones on yielding ramets of a clone; 2 – yielding ramets in a clone, %; 3 – average multiyear amount of cones on a plus tree

Коэффициент корреляции между урожайностью маточных деревьев и клонового потомства составил 0,247, что указывает на слабую связь.

Значительные различия показателей семян и шишек между клонами сосны и несущественные внутри клона отмечали J. Xu et al. [25]. К такому же выводу пришел Z. Zhuowen [27], изучая генеративное развитие рамет разных клонов куннингамии ланцетной, отметив отсутствие достоверных различий между ракетами одного клона. Наши исследования показали большую изменчивость показателей рамет внутри клона, что позволило отсеleccionировать отдельные экземпляры, которые имели показатели, превышающие средние значения.

Максимальное количество шишек на ракетах от маточных деревьев, аттестованных по стволовой продуктивности, составило 50 шт. (клон 33/33, ракета 5-15). Образование шишек на данной рамете отмечено в 2016 г. (42 шт.) и в 2017 г. (8 шт.). У потомства маточных деревьев, аттестованных по семенной продуктивности, максимальное количество шишек (82 шт.) было на рамете 4-24 клона 107/71 (2016 г. – 71 шт., 2017 г. – 11 шт.). В некоторых клонах урожайность рамет еще не наступила.

Среднее количество шишек за период с 2013 по 2017 г. в клоновом потомстве деревьев, отобранных по стволовой продуктивности, составило 10,2 шт., по семенной – 18,8 шт. Превышение – 84,3 %. За этот период единичные ракеты образовывали шишки в течение 2 и даже 3 лет (табл. 6).

Таблица 6

**Раметы, отсеleccionированные по урожайности**

Принцип отбора маточных деревьев по продуктивности	Номер клона	Номер ракеты	Количество шишек		Количество урожайных лет за период с 2013 по 2017 г.	
			шт.	% к $X_{cp}$		
Стволовая	22/22	6-30	22	151,7	2	
	33/33	5-15	50	344,8	2	
	37/37	6-4	20	137,9	2	
	141/105	14-21	21	144,8	1	
		14-30	20	137,9	1	
	146/110	22-24	27	186,2	1	
		14-22	24	165,5	1	
	147/111	6-9	24	165,5	1	
	Семенная	88/52	3-28	23	158,6	2
		90/54	3-29	52	358,6	2
		92/56	3-30	27	186,2	2
			3-21	38	262,1	1
		94/58	3-31	39	269,0	2
		97/61	12-26	68	469,0	2
35-18			20	137,9	1	
99/63		4-31	46	317,2	3	
100/64		11-23	34	234,5	2	
106/70		19-23	38	262,1	1	
107/71	4-24	82	565,5	2		
	4-33	24	165,5	2		
	108/72	4-34	72	496,6	1	
	4-25	66	455,2	2		
110/74	12-22	59	406,9	2		
Среднее			14,5	100,0		

В клоновом потомстве выделяются отдельные раметы, отличающиеся максимальным количеством шишек за исследуемый период. Некоторые раметы, независимо от принципа отбора при аттестации маточных деревьев, сформировали в несколько раз больше шишек, чем среднее значение.

Определен коэффициент наследуемости маточных деревьев в широком смысле (см. с. 24): по высоте ( $H^2 = 40,7\%$ ) и диаметру ( $H^2 = 35,0\%$ ) ствола клонового потомства в возрасте привоя 29 лет.

#### Выводы

1. Плюсовые деревья кедров сибирского, отобранные по одному из показателей (по семенной или стволовой продуктивности), генетически могут быть ценными и по другому показателю, что определяется по клоновому потомству.

2. Отмечается большая изменчивость показателей роста и репродуктивного развития не только между клонами, но и между раметами внутри клонов. Подтверждается, что при одинаковом генотипе фенотип растений изменяется в зависимости от многих факторов: условий произрастания, развития корневой системы подвоя, влияния срастания привоя с подвоем и др.

3. В условиях Южно-Сибирской горной лесорастительной зоны целесообразно при создании лесосеменных плантаций повышенной генетической ценности и прививочных плантаций целевого назначения использовать для заготовки черенков раметы отдельных клонов, отличающиеся лучшими показателями по интенсивности роста, урожайности или экологической продуктивности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бех И.А. Кедровники Южного Приобья. Новосибирск: Наука, 1974. 212 с.
2. Гиргидов Д.Я., Долголиков В.И. Отбор плюсовых маточных деревьев и вегетативное размножение хвойных пород при создании лесосеменных плантаций. Л.: ЛенНИИЛХ, 1962. 32 с.
3. Желдак В.И. Лесные плантации в системе лесоводства // Вестн. Поволж. гос. технол. ун-та. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 3(35). С. 5–25. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.5
4. Зеленьяк А.К., Морозова Е.В., Иоус А.П. Особенности вегетативного размножения лиственницы сибирской для создания лесосеменных плантаций // Успехи современного естествознания. 2016. № 11-1. С. 38–42.
5. Игнатенко М.М. Сибирский кедр (биология, интродукция, культура). М.: Наука, 1988. 160 с.
6. Матвеева Р.Н., Братилова Н.П., Кубрина С.М. Изменчивость сосны кедровой сибирской по аккумуляции микроэлементов в хвое и семенах: моногр. Красноярск: СибГТУ, 2009. 96 с.
7. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Щерба Ю.Е. Семенное и вегетативное размножение отселектированных деревьев сосны кедровой сибирской. Красноярск: СибГТУ, 2016. 206 с.
8. Нарзязев В.В., Мартынов В.С. Клонирование: классические традиции передовых технологий // Молодежь и наука XXI века: XVII Междунар. форум студентов, аспирантов и молодых ученых. Актуальные проблемы философии и социологии: материалы Всерос. науч.-практич. конф., Красноярск, 14 апр. 2016 г. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2016. С. 47–54.



9. Приказ Минприроды от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации». М.: М-во природ. ресурсов и экологии РФ, 2018. 20 с.
10. Тутов Е.В. Кедр. Царь сибирской тайги. М.: Колос, 2007. 175 с.
11. Тутов Е.В. Формирование кроны у прививок кедра европейского в Республике Коми // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Красноярск: СибГТУ, 2012. С. 105–109.
12. Тутов Е.В., Горобец А.И. Плантационное выращивание кедровых сосен и прутьевидной ивы на селекционной основе // Лесн. журн. 2010. № 3. С. 40–45. (Изв. высш. учеб. заведений).
13. Царев А.П., Погиба С.П., Лаур Н.В. Селекция лесных и декоративных древесных растений: учеб. М.: МГУЛ, 2014. 552 с.
14. Шейкина О.В., Гладков Ю.Ф. Оценка селекционного потенциала клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Науч. журн. КубГАУ (электрон. науч. журн.). 2013. № 93(09). С. 257–272. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/41.pdf> (дата обращения: 05.03.19).
15. Шлончак Г.А., Шлончак А.В., Шинкаренко А.И. Создание семенных плантаций сосны привитыми и корнесобственными саженцами // Лесоводство и агролесомелиорация: респ. межведомств. науч. сб. № 81. Киев: Урожай, 1990. С. 34–38.
16. Щерба Ю.Е., Матвеева Р.Н. Особенности роста сортов-клонов кедра сибирского // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы второй междунар. науч.-техн. конф., С-Петербург, 24–26 мая 2017 г. СПб.: СПбГЛТУ, 2017. Т. 1. С. 178–180.
17. Bilir N., Kang K.-S., Ozturk H. Fertility Variation and Gene Diversity in Clonal Seed Orchards of *Pinus brutia*, *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* in Turkey // *Silvae Genetica*. 2002. Vol. 51, iss. 2-3. Pp. 112–115.
18. Goto S., Miyahara F., Ide Y. Identification of the Male Parents of Half-Sib Progeny from Japanese Black Pine (*Pinus thunbergii* Parl.) Clonal Seed Orchard Using RAPD Markers // *Breeding Science*. 2002. Vol. 52. Pp. 71–77. DOI: 10.1270/jsbbs.52.71
19. Holser K. Drei Sabrzehnte Erfahrungen mit Zirbenpfpfungen // *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* [Austrian Journal of Forest Science]. 1989. B. 106, N. 2. S. 79–88.
20. Hu D.-H., Wu B.-L., Ruan Z.-C., Li J.-L., Yao B.-J., Zhu B.-Z. The Number of Plants in a Single Clone and on One Plot Necessary to Verify the Features of Growth and Wood Density of Clones of *Cunninghamia lanceolata* // *Linye kexue yanjiu* [Forest Res.]. 2002. Vol. 15, no. 2. Pp. 212–218.
21. Kang K.-S. Clonal and Annual Variation of Flower Production and Composition of Gamete Gene Pool in a Clonal Seed Orchard of *Pinus densiflora* // *Canadian Journal of Forest Research*. 2000. Vol. 30, no. 8. Pp. 1275–1280. DOI: 10.1139/x00-060
22. Kang K.-S., Choi W.-Y., Han S.-U., Kim C.-S. Effective Number and Seed Production in a Clonal Seed Orchard of *Pinus koraiensis* // *Forest Genetics*. 2004. Vol. 11(3-4). Pp. 277–280.
23. Li B., McKeand S., Weir R. Impact of Forest Genetics on Sustainable Forestry – Results from Two Cycles of Loblolly Pine Breeding in the U.S. // *Journal of Sustainable Forestry*. 1999. Vol. 10, iss. 1-2. Pp. 79–85. DOI: 10.1300/J091v10n01\_09
24. Sivacioglu A., Ayan S., Çelik D.A. Clonal Variation in Growth, Flowering and Cone Production in a Seed Orchard of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey // *African Journal of Biotechnology*. 2009. Vol. 8(17). Pp. 4084–4093. DOI: 10.5897/AJB09.424
25. Xu J., Wang Z., Chen Y., Qiu J. Analysis of Genetic Indicators, Features of Seeds and Cones, as Well as Productivity of Cones of Clones Growing in the *Pinus massoniana* Seed Nursery // *Linye kexue* [Sci. silv. sin.]. 2004. Vol. 40, no. 4. Pp. 201–205.
26. Yanchuk A.D., Bishir J., Russell J.H., Polsson K.R. Variation in Volume Production through Clonal Deployment: Results from a Simulation Model to Minimize Risk for Both a Currently Known and Unknown Future Pest // *Silvae genetica*. 2006. Vol. 55, iss. 1-6. Pp. 25–37. DOI: 10.1515/sg-2006-0005

27. Zhuowen Z. Differences in Flowering Characteristic among Clones of *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook // *Silvae genetica*. 2002. Vol. 51, iss. 5-6. Pp. 206–210.

Поступила 05.03.19

UDC 630\*181.51:582.475

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.22

### Variability of Vegetative Progeny of Siberian Pine Plus Trees Certified for Stem or Seed Productivity

V.V. Narzyaev, Postgraduate Student; ORCID: [0000-0003-1485-3381](https://orcid.org/0000-0003-1485-3381)

R.N. Matveeva, Doctor of Agriculture, Prof.; ORCID: [0000-0002-3476-9622](https://orcid.org/0000-0002-3476-9622)

O.F. Butorova, Doctor of Agriculture, Prof.; ORCID: [0000-0001-8575-7464](https://orcid.org/0000-0001-8575-7464)

Yu.E. Shcherba, Candidate of Agriculture, Assoc. Prof.; ORCID: [0000-0002-8437-4274](https://orcid.org/0000-0002-8437-4274)

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

e-mail: narvv2008@rambler.ru, butorova.olga@mail.ru, shcherba\_@mail.ru

Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) is a tree species differences by the diversity of valuable properties. Considering its value and reduction of its growing stock due to forest fires, death from silkworm and illegal logging, it is necessary to preserve and multiply the leading species, which were formed in vivo. The results of studying the Siberian pine in the conditions of the Southern Siberian mountainous forest site zone are presented. The research purpose is the study of variability of Siberian pine progeny on the trial plot. Plus trees certified in Novosibirsk region for seed and stem productivity were taken as parent trees. Plus trees had a height of 16.0–30.5 m and trunk diameter of 44–78 cm. The average number of cones on trees for a 10-year period before certification (1967–1977) was 203–470 pcs. Plus trees (35) certified in 1977 for stem (17 trees) and seed productivity (18 trees) were selected for the study. Their parameters were compared with the clone progeny at the scion's age of 29 years. The following biometric parameters of ramets of different clones were determined: height of stem, diameter and volume of stem and crown; length of needles; cones formation regardless of plus trees certification for stem or seed productivity. Clonal planting material was grown by grafting of Siberian pine to the 6-year-old seedlings in spring of 1989. The seedling' age was 8 years (scion – 6 years, rootstock – 2 years) when they were planted on a plantation. In subsequent years, variability of clone progeny parameters was observed. It was found that the biometric parameters and percentage of trees that formed cones had no significant differences in comparison of progeny of plus trees certified for both seed and stem productivity. The average number of cones in ramets of plus trees was significantly different by seed productivity. A large variability of parameters was observed among the clones and ramets in clones regardless of the purpose of selection in certification of parent trees. The heritability coefficient of parent trees was 40.7 % in height of clonal progeny, and 35.0 % in stem diameter. The individual ramets differ by growth intensity, seed and environmental productivity were selected. The obtained results can be used in the creation of the second generation clone plantations of increased genetic value in the conditions of the Southern Siberian mountainous forest site zone.

**For citation:** Narzyaev V.V., Matveeva R.N., Butorova O.F., Shcherba Yu.E. Variability of Vegetative Progeny of Siberian Pine Plus Trees Certified for Stem or Seed Productivity. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2019, no. 4, pp. 22–33. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.22

**Keywords:** Siberian pine, plus tree, graft, clone, ramet, variability, yielding ability, growth intensity.

## REFERENCES

1. Bekh I.A. *Cedar Forests of Southern Priobye*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1974. 212 p.
2. Girgidov D.Ya., Dolgolikov V.I. *Selection of Plus Parent Trees and Vegetative Propagation of Conifers in the Creation of Seed Plantations*. Leningrad, LenNIILKh Publ., 1962. 32 p.
3. Zheldak V.I. Forest Plantations in Forestry System. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management], 2017, no. 3(35), pp. 5–25. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.5
4. Zelenyak A.K., Morozova E.V., Iozus A.P. Features of Vegetative Propagation (Cloning) of Siberian Larch for Creation Seed Orchards. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2016, iss. 11, part 1, pp. 38–42.
5. Ignatenko M.M. *Siberian Pine (Biology, Introduction, Culture)*. Moscow, Nauka Publ., 1988. 160 p.
6. Matveeva R.N., Bratilova N.P., Kubrina S.M. *The Variability of Siberian Pine by Accumulation of Trace Elements in Needles and Seeds*: Monography. Krasnoyarsk, SibGTU Publ., 2009. 96 p.
7. Matveeva R.N., Butorova O.F., Shcherba Yu.E. *Seed and Vegetative Reproduction from Selective Siberian Pine Trees*. Krasnoyarsk, SibGTU Publ., 2016. 206 p.
8. Narzyaev V.V., Martynov V.S. The Classical Tradition and Advanced Technology of Cloning. *Youth and Science of the 21<sup>st</sup> Century: The 17<sup>th</sup> Int. Forum of Students, Postgraduate Students and Young Scientists. Current Issues of Philosophy and Sociology: Proceedings of All-Russian Sci.-Pract. Conf., Krasnoyarsk, April 14, 2016*. Krasnoyarsk, KSPU named after V.P. Astafiev Publ., 2016, pp. 47–54.
9. *The Order of the Ministry of Natural Resources dated 18.08.2014 no. 367 "On the Approval of the List of Forest Site Zones of the Russian Federation and the List of Forest Regions of the Russian Federation"*. Moscow, Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, 2018. 20 p.
10. Titov E.V. *Cedar. The Tsar of the Siberian Taiga*. Moscow, Kolos Publ., 2007. 152 p.
11. Titov E.V. Crown Formation in Grafts of European Cedar in the Republic of Komi. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rasteniy*, 2012, pp. 105–109.
12. Titov E.V., Gorobets A.I. Plantation Cultivation of Cedar Pine and Common Osier on Selection Basis. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2010, no. 3, pp. 40–45.
13. Tsarev A.P., Pogiba S.P., Laur N.V. *Selection of Forest and Decorative Woody Plants*. Moscow, MSTU Publ., 2014. 552 p.
14. Sheikina O.V., Gladkov Yu.F. Assessment of the Breeding Potential of Plus Scotch Pine Tree Clones. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of KubSAU], 2013, no. 93(09), pp. 257–272. Available at: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/41.pdf> (accessed 05.03.19).
15. Shlonchak G.A., Shlonchak A.V., Shinkarenko A.I. Creation of Pine Seed Plantations by Graft and Rooting Seedlings. *Forestry and Silvicultural Reclamation: Republican Interagency Academic Collection no. 81*. Kiev, Urozhay Publ., 1990, pp. 34–38.
16. Shcherba Yu.E., Matveeva R.N. Growth Features of Clonal Varieties of Siberian Pine. *Forests of Russia: Politics, Industry, Science and Education*. Saint Petersburg, SPbGLTU Publ., 2017, vol. 1, pp. 178–180.
17. Bilir N., Kang K.-S., Ozturk H. Fertility Variation and Gene Diversity in Clonal Seed Orchards of *Pinus brutia*, *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* in Turkey. *Silvae Genetica*, 2002, vol. 51, iss. 2-3, pp. 112–115.

18. Goto S., Miyahara F., Ide Y. Identification of the Male Parents of Half-Sib Progeny from Japanese Black Pine (*Pinus thunbergii* Parl.) Clonal Seed Orchard Using RAPD Markers. *Breeding Science*, 2002, vol. 52, pp. 71–77. DOI: 10.1270/jsbbs.52.71
19. Holser K. Drei Sabrzehnte Erfahrungen mit Zirbenpfropfungen. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* [Austrian Journal of Forest Science], 1989, B. 106, N. 2, S. 79–88.
20. Hu D.-H., Wu B.-L., Ruan Z.-C., Li J.-L., Yao B.-J, Zhu B.-Z. The Number of Plants in a Single Clone and on One Plot Necessary to Verify the Features of Growth and Wood Density of Clones of *Cunninghamia lanceolata*. *Linye kexue yanjiu* [Forest Res.], 2002, vol. 15, no. 2, pp. 212–218.
21. Kang K.-S. Clonal and Annual Variation of Flower Production and Composition of Gamete Gene Pool in a Clonal Seed Orchard of *Pinus densiflora*. *Canadian Journal of Forest Research*, 2000, vol. 30, no. 8, pp. 1275–1280. DOI: 10.1139/x00-060
22. Kang K.-S., Choi W.-Y., Han S.-U., Kim C.-S. Effective Number and Seed Production in a Clonal Seed Orchard of *Pinus koraiensis*. *Forest Genetics*, 2004, vol. 11(3-4), pp. 277–280.
23. Li B., McKeand S., Weir R. Impact of Forest Genetics on Sustainable Forestry – Results from Two Cycles of Loblolly Pine Breeding in the U.S. *Journal of Sustainable Forestry*, 1999, vol. 10, iss. 1-2, pp. 79–85. DOI: 10.1300/J091v10n01\_09
24. Sivacıoğlu A., Ayan S., Çelik D.A. Clonal Variation in Growth, Flowering and Cone Production in a Seed Orchard of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 2009, vol. 8(17), pp. 4084–4093. DOI: 10.5897/AJB09.424
25. Xu J., Wang Z., Chen Y., Qiu J. Analysis of Genetic Indicators, Features of Seeds and Cones, as Well as Productivity of Cones of Clones Growing in the *Pinus massoniana* Seed Nursery. *Linye kexue* [Sci. silv. sin.], 2004, vol. 40, no. 4, pp. 201–205.
26. Yanchuk A.D., Bishir J., Russell J.H., Polsson K.R. Variation in Volume Production through Clonal Deployment: Results from a Simulation Model to Minimize Risk for Both a Currently Known and Unknown Future Pest. *Silvae genetica*, 2006, vol. 55, iss. 1-6, pp. 25–37. DOI: 10.1515/sg-2006-0005
27. Zhuowen Z. Differences in Flowering Characteristic among Clones of *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. *Silvae genetica*, 2002, vol. 51, iss. 5-6, pp. 206–210.

Received on March 05, 2019

---