

РЕПРОДУКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ 41-ЛЕТНИХ ПОЛУСИБОВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ (*PINUS SIBIRICA DU TOUR*) ОТ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ, АТТЕСТОВАННЫХ ПО СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

А. С. Коростелев, Ю. Е. Щерба

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31
E-mail: shcherba_@mail.ru

Аннотация. Полусибы сосны кедровой сибирской произрастают на плантации «Ермаки» в Саянском участковом лесничестве Ермаковского лесничества Красноярского края. Они являются семенным потомством плюсовых деревьев, аттестованных по семенной продуктивности в 1977 году в Колыванском лесхозе Новосибирской области: 89/53, 90/54, 99/63, 103/67, 109/73 и 110/74. Сопоставлено проявление изменчивости показателей полусибов между семьями и внутри семей. Отселектированы полусибы по наибольшему образованию макростробилов и озимы: в семье 89/53 выделены полусибы № 10-18 и № 10-11 (превышение над средним значением составило 120,3 и 78,0 %), в семье 90/54 – № 10-35 (129,2 %), 99/63 – № 10-19 (75,1 %), 103/67 – № 10-32 и № 10-27 (60,0 и 50,0 %), 109/73 – № 10-28 (115,7 %), 110/74 – № 10-16, № 10-23 и № 10-9 (114,2, 111,2 и 80,1 %). С наибольшим количеством макростробилов отселектированы полусибы: № 2-6 в семье 89/53 (превышение макростробилов составило 126,9 %), № 2-7 в семье 90/54 (54,0 %), № 2-23 в семье 99/63 (137,3 %), № 2-30 в семье 103/67 (264,3 %), № 2-24 в семье 109/73 (132,8 %), № 10-23 в семье 110/74 (71,8 %). Данные полусибы рекомендуются для их размножения для выращивания посадочного материала с повышенной семенной продуктивностью.

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, плюсовые деревья, полусибы, репродуктивное развитие, изменчивость, отбор.

Conifers of the boreal area. 2025, Vol. XLIII, No. 4, P. 26–31

REPRODUCTIVE DEVELOPMENT OF 41-YEAR-OLD HALF-STANDS OF SIBERIAN CEDAR PINE (*PINUS SIBIRICA DU TOUR*) FROM PLUS TREES SELECTED BY SEED PRODUCTIVITY

А. С. Коростелев, Ю. Е. Щерба

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: shcherba_@mail.ru

Annotation. The half-siblings of Siberian cedar pine (*Pinus sibirica Du Tour*) are grow on the "Ermaki" plantation in the Sayansky district forestry of the Ermakovskoye forestry in Krasnoyarsk region. These are the seed progeny of plus trees certified for seed productivity in 1977 in the Kolyvan forestry district of Novosibirsk region: 89/53, 90/54, 99/63, 103/67, 109/73, and 110/74. The variability of indicators of half-siblings was compared between and within families. The half-siblings were selected for the highest formation of macrostrobili and cones: in family 89/53, half-siblings No. 10-18 and No. 10-11 (the excess over the average was 120.3 % and 78.0 %), in family 90/54 – No. 10-35 (129.2 %), 99/63 – No. 10-19 (75.1 %), 106/63 – No. 10-32 and No. 10-27 (60.0 % and 50.0 %), 109/73 – No. 10-28 (115.7 %), 110/74 – No. 10-16, No. 10-23 and No. 10-9 (114.2 %, 111.2 % and 80.1 %). The half-siblings with the highest number of microstrobiles were selected: No. 2-6 in family 89/53 (the excess was 126.9%), No. 2-7 in family 90/54 (54.0 %), No. 2-23 in family 99/63 (137.3%), No. 2-30 in family 103/67 (264.3 %), No. 2-24 in family 109/73 (132.8 %), No. 10-23 in family 110/74 (71.8 %). These half-siblings are recommended for propagation to grow planting material with increased seed productivity.

Keywords: Siberian cedar pine (*Pinus sibirica Du Tour*), plus trees, half-sibling, reproductive development, variability, selection.

ВВЕДЕНИЕ

Важной проблемой современного лесокультурного производства является решение вопросов генетики, селекции и семеноводства основных лесообразующих

видов, включая сосну кедровую сибирскую [15]. Сосна кедровая сибирская является древесной породой, образующей кедровые орехи, отличающиеся высокой питательной ценностью [1; 2; 3; 9; 12; 16; 18; 19]. В их

состав входят белки, жиры, углеводы, микроэлементы, нуклеиновые кислоты, витамины и другие биологически активные вещества [8; 13]. Проявление индивидуальной изменчивости данного вида и целесообразность проведения отбора отдельных экземпляров по семенной, стволовой, экологической продуктивности для выращивания посадочного материала и проведения посадок целевого назначения отмечается в публикациях многих авторов [4–7; 10; 11; 14; 20]. Так, Е. В. Титов пишет, что необходимо использовать высокопродуктивный отселектированный материал [17].

Целью наших исследований явилось отселектировать в семьях плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской полусибы, отличающиеся в 41-летнем возрасте повышенным образованием озими, макростробилов и микростробилов, произрастающих на плантации в Ермаковском лесничестве Красноярского края.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований были полусибы плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской, произрастающие на первой секции плантации «Ермаки». Схема посадки 8×8 м. Полусибы являются потомством плюсовых деревьев, произрастающих в Колыванском лесхозе Новосибирской области. При аттестации (1977 г.) они имели возраст от 110 до 140 лет, среднее многолетнее количество шишек на деревьях 259–470 шт., среднюю длину шишек на дереве от 6,2 до 8,3 см [11]. Весной 2024 года были сопоставлены показатели 41-летних полусибов, вступивших в репродуктивную стадию развития от следующих плюсовых деревьев: 89/53, 90/54, 99/63, 103/67, 109/73 и 110/74. Установ-

лено проявление изменчивости полусибов по образованию макро-, микростробилов и формированию озими.

Отселектированы экземпляры раннего репродуктивного развития по семенной (количество макростробилов и озими) и пыльцевой (количество микростробилов) продуктивности. Количественные показатели определяли методом перечета, используя бинокль. Уровень изменчивости устанавливали по шкале С. А. Мамаева [11]. Обработку данных проводили с использованием программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Плюсовые деревья, использованные для сбора шишек, были аттестованы по семенной продуктивности в 1977 г. и имели следующие показатели (табл. 1).

Среди материнских плюсовых деревьев наибольшим количеством шишек и удельной энергией семеноношения отличались деревья 90/54 и 109/73.

В потомстве плюсовых деревьев по наибольшему количеству макростробилов и озими выделяются полусибы плюсовых деревьев 90/54, 103/67 и 89/53 (табл. 2).

Среднее количество озими на дереве в семьях варьировало от 3,9 до 7,0 шт., достигая наибольшего показателя в семье полусибов плюсового дерева 103/67. Превышение составило 37,2 % в сравнении со средним значением по опыту.

Пыльцевая продуктивность в семьях с учетом количества микростробилов на дереве варьирует от 1051,6 шт. до 1422,2 шт. Наибольшее значение отмечено в семьях плюсовых деревьев 99/63 и 89/53 (табл. 3).

Таблица 1
Показатели урожайности плюсовых деревьев

Номер семьи плюсового дерева	Среднемноголетнее количество шишек на дереве		Удельная энергия семеноношения		Длина шишек	
	шт.	% к Хср.	шт./см	% к Хср.	см	% к Хср.
89/53	328	91,2	6,3	95,4	6,5	95,6
90/54	470	130,6	10,2	154	6,5	95,6
99/63	259	70,3	4,7	71,2	6,4	94,1
103/67	302	83,9	6,0	90,9	8,3	122,0
109/73	441	122,6	6,9	104,5	7,2	105,9
110/74	359	99,8	5,3	80,3	6,2	91,2
Среднее значение по опыту	359,8	100,0	6,6	100,0	6,8	100,0

Таблица 2
Образование макростробилов и озими у полусибов в семьях плюсовых деревьев

Номер семьи плюсового дерева	Макростробилы			Озимь			Итого, шт.	
	max, шт.	Хср., шт.	% к Хср. по опыту	max, шт.	Хср., шт.	% к Хср. по опыту	Хср. по варианту	% к Хср. по опыту
89/53	35	18,0	108,4	23	5,6	109,8	23,6	108,8
90/54	37	18,2	109,6	18	5,8	113,7	24,0	110,6
99/63	30	18,0	108,4	18	4,2	82,3	22,2	102,3
103/67	27	16,9	101,8	13	7,0	137,2	23,9	110,1
109/73	30	16,4	98,8	21	4,0	78,4	20,4	94,0
110/74	29	12,2	73,5	16	3,9	76,5	16,1	74,2
Среднее значение по опыту	—	16,6	100,0	—	5,1	100,0	21,7	100,0

Превышение микростробилов на дереве у 41-летнего семенного потомства в семье плюсового дерева 99/63 было на 16,8 % и в семье 89/53 на 12,9 % в сравнении со средним значением по опыту. Количество ветвей с микростробилами превосходило у полуусибов в семьях 103/67 и 99/63.

Наибольшее количество микростробилов на ветви и на дереве было у полуусибов в семьях 99/63 и 89/53.

Таблица 3
Образование микростробилов у полуусибов в семьях плюсовых деревьев

Номер семьи плюсового дерева	Ветвей с микростробилами		Микростробилов			
	шт.	% к Хср.	на ветви		на дереве	
			шт.	% к Хср.	шт.	% к Хср.
89/53	44,5	90,6	30,9	124,6	1375	112,9
90/54	44,7	91,0	23,7	95,6	1059,4	87,0
99/63	54,7	111,4	26,0	104,8	1422,2	116,8
103/67	54,8	111,6	21,1	85,1	1156,3	95,0
109/73	47,8	97,4	22,0	88,7	1051,6	86,4
110/74	48,1	98,0	24,8	100	1192,9	98,0
Среднее значение по опыту	49,1	100	24,8	100	1217,7	100

Таблица 4
Изменчивость полуусибов по репродуктивному развитию

Показатель	Количество, шт.						
	max	min	Xср.	±m	±O	V, %	P, %
Макростробилы и озимь на дереве, шт.	52	2	21,1	1,93	13,24	52,8	9,2
Микростробилы на ветви, шт.	65	8	25,5	1,79	12,15	47,7	7,0

Таблица 5
Отселектированные полуусибы по семеноношению

Номер		Макростробилов		Озими		Итого	
семьи	полусиба	шт.	% к Хср.	шт.	% к Хср.	шт.	% к Хср.
89/53	2-6	24	133,3	0	0,0	24	101,7
	10-11	35	194,4	7	125,0	42	178,0
	10-18	29	161,1	23	410,7	52	220,3
	10-34	24	133,3	3	53,5	27	144,4
Среднее значение		18	100,0	5,6	100,0	23,6	100,0
90/54	2-21	20	109,9	8	137,9	28	116,7
	10-12	26	142,8	0	0,0	26	116,7
	10-21	20	109,9	8	137,9	28	116,7
	10-35	37	203,3	18	310,3	55	229,2
Среднее значение		18,2	100,0	5,8	100,0	24,0	100,0
99/63	10-26	30	166,7	0	0,0	30	135,1
	10-6	25	138,9	1	23,8	26	117,1
	10-13	30	166,7	0	0,0	30	135,1
	10-19	21	116,7	18	428,6	39	175,7
Среднее значение		28	155,6	0	0,0	28	126,1
103/67	10-26	30	166,7	0	0,0	30	135,1
	10-6	25	138,9	1	23,8	26	117,1
	10-13	30	166,7	0	0,0	30	135,1
	10-19	21	116,7	18	428,6	39	175,7
Среднее значение		28	155,6	0	0,0	28	126,1
109/73	10-14	24	142,0	3	42,8	27	113,0
	10-20	27	159,8	0	0,0	27	113,0
	10-27	26	153,8	10	142,8	36	150,6
	10-32	25	147,9	13	185,7	38	160,0
Среднее значение		25	147,9	7	100,0	23,9	100,0
109/73	10-8	30	182,9	0	0,0	30	147,0
	10-15	28	170,1	1	25,0	29	142,2
	10-22	22	134,1	6	150,0	28	130,3
	10-28	23	140,2	21	525,0	44	215,7

Уровень изменчивости количества макростробилов, озими и микростробилов на 41-летних деревьях, образовавших репродуктивные органы, очень высокий (табл. 4).

В каждой семье были отселектированы полуусибы, сформировавшие наибольшее количество макростробилов и озими (табл. 5).

Окончание таблицы 5

Номер		Макростробилов		Озими		Итого	
семьи	полусиба	шт.	% к Хср.	шт.	% к Хср.	шт.	% к Хср.
Среднее значение		16,4	100,0	4	100,0	20,4	100,0
110/74	10-9	23	188,5	0	0,0	23	180,1
	10-16	18	147,5	2	51,3	20	214,2
	10-23	18	147,5	16	410,2	34	211,2
	10-29	21	172,1	8	205,1	29	180,1
Среднее значение		12,2	100,0	3,9	100,0	16,1	100,0

Были отселектированы экземпляры раннего образования макростробилов (в 41-летнем возрасте). Так, в семье плюсового дерева 89/53 полусиб 10-18 образовал 23 шт. макростробилов в 40 лет и 29 шт. на следующий год (в 41-летнем возрасте).

Полусиб 10-18, отселектированный по образованию макростробилов и озими, приведен на рис. 1.

Отселектированные полусибы по образованию микростробилов приведены в табл. 6.

Среди отселектированных деревьев с наибольшим значением по количеству микростробилов занимают полусибы № 2-30 в семье плюсового дерева 103/67, № 2-6 – 89/53 и № 2-29 – 99/63 (рис. 2).



Рис. 1. Полусиб 10-18 семья 89/53

Таблица 6
Полусибы, образовавшие наибольшее количество микростробилов

Номер		Микростробилы	
семьи	полусиба	шт.	% к Хср.
89/53	2-6	3120	226,9
	2-13	1705	124,0
Средние значения по варианту		1375	100,0
90/54	2-7	2652	250,3
	10-21	1220	115,2
	10-35	1632	154,0
Средние значения по варианту		1059,4	100,0
99/63	2-29	3375	237,3
	10-6	1920	135,0
	10-13	2340	164,6
	10-10	1740	122,3
Средние значения по варианту		1422,2	100,0
103/67	2-30	4212	364,3

Окончание таблицы 6

Номер		Микростробилы	
семьи	полусиба	шт.	% к Хср.
Средние значение по варианту		1156,3	100,0
109/73	2-17	2013	191,3
	2-24	2448	232,8
	10-22	1159	110,2
	10-28	1275	121,2
Средние значение по варианту		1051	100,0
110/74	2-18	1920	160,9
	10-9	1704	142,8
	10-16	1584	132,8
	10-23	2050	171,8
Средние значение по варианту		1192	100,0



Полусиб 2-30 семья 103/67



Полусиб 2-6 семья 89/53



Полусиб 2-29 семья 99/63

Рис. 2. Отселектированные полусибы по наибольшему количеству микростробилов

Отселектированные деревья рекомендуются для дальнейшего вегетативного размножения и использования их потомства при создании плантаций раннего репродуктивного развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Бабич Н. А., Соколов Н. Н., Бахтин А. А. Бесценный дар тайги. Архангельск : АГТУ, 1996. 224 с.
2. Пастухова А. М. Перспективность отбора полусибов кедра сибирского по интенсивности роста в раннем возрасте // Лесной журнал. 2017. № 5. С. 73–81.
3. Бех И. А., Данченко А. М., Кибиш И. В. Сосна кедровая сибирская (сибирское чудо-дерево). Томск : ТГУ, 2004. 160 с.
4. Братилова Н. П., Пастухова А. М. Изменчивость 21–25-летнего возраста сосны кедровой сибирской в плантационных культурах по семеношению // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири. Томск : ТГУ, 2007, С. 32–35.
5. Изменчивость кедровых сосен разного географического происхождения на опытных участках в пригородной зоне Красноярска / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, М. В. Гришлова, О. Ф. Буторова. Красноярск : СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2024. 188 с.
6. Горошкевич С. Н. Селекция кедра сибирского как орехоплодной породы // Лесное хозяйство. 2000. № 4. С. 25–27.
7. Горошкевич, С. Н. Динамика роста и плодоношения кедра сибирского. Уровень и характер изменчивости признаков // Экология. 2008. № 3. С. 181–188.
8. Каретников П. В., Дмитриченко М. М. О содержании некоторых микроэлементов в кедровых орехах // Вопросы питания. 1966. Т. 25, № 5. С. 79–80.
9. Комарницкий В. В., Щерба Ю. Е. Изменчивость показателей сосны кедровой сибирской разного географического происхождения во втором поколении // Хвойные бореальные зоны. 2021. Т. 39, № 6. С. 451–456.
10. Крылов Г. В., Таланцев Н. К., Казакова Н. Ф. Кедр. Москва : Лесная промышленность, 1983. 216 с.
11. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале. М. : Наука, 1972. 348 с.
12. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Братилова Н. П. Полезные свойства и методы размножения кедра сибирского. Красноярск : СибГТУ, 2003. 154 с.
13. Матвеева Р. Н., Братилова Н. П., Кубрина С. М. Изменчивость сосны кедровой сибирской по аккумуляции микроэлементов в хвое и семенах. Красноярск : СибГТУ, 2009. 96 с.

14. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Нарзяев В. В. Особенности роста, семеношения 30–35-летних рамет и полусибов плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской (юг Средней Сибири). Красноярск : СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2021. 208 с.
15. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Комарницкий В. В. Изменчивость показателей сосны кедровой сибирской во втором поколении на плантации «ЛЭП-2». Красноярск : СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2024. 208 с.
16. Титов Е. В. Кедр. Царь сибирской тайги. Санкт-Петербург : Диля, 2020. 288 с.
17. Титов Е. В. Орехопродуктивные кедровые плантации и лесосады. Воронеж : ВГТУ, 2021. 264 с.
18. Титов Е. В. Возрастная хронологическая изменчивость показателей плодоношения клонов кедра сибирского // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. 39, № 1. С. 39–44.
19. Щерба Ю. Е., Копченко Д. Е., Поплюйкова М. В. Изменчивость 36-летних полусибов плюсовых деревьев кедра сибирского по продуктивному развитию на плантации «Ермаки» // Плодоводство, семеноводство и интродукция древесных растений. Красноярск : СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2020. Т. 23. С. 157–160.
20. Zhuk E., Goroshkevich S. Groth and reproduction in *Pinus sibirica* ecotypes from Western Siberica in a common garden experiment // New Forests. 2018. Vol. 49, № 2. P. 159–172.
- REFERENCES**
- Babich N. A., Sokolov N. N., Bahtin A. A. Bescennyj dar tajgi. Arhangel'sk : AGTU, 1996. 224 s.
 - Pastuhova A. M. Perspektivnost' otbora polusibov keda sibirskogo po intensivnosti rosta v rannem vozraste // Lesnoj zhurnal. 2017. № 5. S. 73–81.
 - Bekh I. A., Danchenko A. M., Kibish I. V. Sosna kedrovaya sibirskaya (sibirskoe chudo derevo). Tomsk : TGU, 2004. 160 s.
 - Bratilova N. P., Pastuhova A. M. Izmenchivost' 21–25-letnego vozrasta sosny kedrovoj sibirskoj v plantacionnyh kul'turah po semenosheniyu // Lesnoe hozyajstvo i zelenoe stroitel'stvo v Zapadnoj Sibiri. Tomsk : TGU, 2007, S. 32–35.
 - Izmenchivost' kedrovych sosen raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya na opytnyh uchastkah v prigorodnej zone Krasnoyarska / N. P. Bratilova, R. N. Matveeva, M. V. Grishlova, O. F. Butorova. Krasnoyarsk : SibGU im. M. F. Reshetneva, 2024. 188 s.
 - Goroshkevich S. N. Selekciya keda sibirskogo kak orekhoplodnoj porody // Lesnoe hozyajstvo. 2000. № 4. S. 25–27.
 - Goroshkevich S. N. Dinamika rosta i plodonosheniya keda sibirskogo. Uroven' i harakter izmenchivosti priznakov // Ekologiya. 2008. № 3. S. 181–188.
 - Karetnikov P. V., Dmitrichenko M. M. O soderzhanii nekotoryh mikroelementov v kedrovyyh orekhah // Voprosy pitanija. 1966. T. 25, № 5. S. 79–80.
 - Komarnickij V. V., Shcherba Yu. E. Izmenchivost' pokazatelej sosny kedrovoj sibirskoj raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya vo vtorom pokolenii // Hvojnye boreal'nye zony. 2021. T. 39, № 6. S. 451–456.
 - Krylov G. V., Talancev N. K., Kazakova N. F. Kedr. Moskva : Lesnaya promyshlennost', 1983. 216 s.
 - Mamaev S. A. Formy vnutrividovoj izmenchivosti drevesnyh rastenij (na primere semejstva Pinaceae na Urale. M. : Nauka, 1972. 348 s.
 - Matveeva R. N., Butorova O. F., Bratilova N. P. Poleznye svojstva i metody razmnozheniya keda sibirskogo. Krasnoyarsk : SibGTU, 2003. 154 s.
 - Matveeva R. N., Bratilova N. P., Kubrina S. M. Izmenchivost' sosny kedrovoj sibirskoj po akkumulyacii mikroelementov v hvoe i semenah. Krasnoyarsk : SibGTU, 2009. 96 s.
 - Matveeva R. N., Butorova O. F., Narzyaev V. V. Osobennosti rosta, semenosheniya 30–35-letnih ramet i polusibov plusovyh derev'ev sosny kedrovoj sibirskoj (yug Srednej Sibiri). Krasnoyarsk : SibGU im. M. F. Reshetneva, 2021. 208 s.
 - Matveeva R. N., Butorova O. F., Komarnickij V. V. Izmenchivost' pokazatelej sosny kedrovoj sibirskoj vo vtorom pokolenii na plantacii «LEP-2». Krasnoyarsk : SibGU im. M. F. Reshetneva, 2024. 208 s.
 - Titov E. V. Kedr. Car' sibirskoj tajgi. Sankt-Peterburg : Dilya, 2020. 288s.
 - Titov E. V. Orekhoproduktivnye kedrovye plantacii i lesosady. Voronezh : VGTU, 2021. 264 s.
 - Titov E. V. Vozrastnaya hronologicheskaya izmenchivost' pokazatelej plodonosheniya klonov keda sibirskogo // Hvojnye boreal'noj zony. 2021. T. 39, № 1. S. 39–44.
 - Shcherba Yu. E., Kopchenko D. E., Poplyujkova M. V. Izmenchivost' 36-letnih polusibov plusovyh derev'ev keda sibirskogo po reproduktivnomu razvitiyu na plantacii «Ermaki» // Plodovodstvo, semenovodstvo i introdukciya drevesnyh rastenij. Krasnoyarsk : SibGU im. M. F. Reshetneva, 2020. T. 23. S. 157–160.
 - Zhuk E., Goroshkevich S. Groth and reproduction in *Pinus sibirica* ecotypes from Western Siberica in a common garden experiment // New Forests, 2018. Vol. 49, № 2. P. 159–172.

© Коростелев А. С., Щерба Ю. Е., 2025