

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2026. № 3 (84). С. 126–135.
Buryat Agrarian Journal. 2026;3(84):126–135.

Научная статья

УДК 630.165.62

doi: 10.34655/bgsha.2026.84.3.014

Проявление скорости роста по высоте материнских деревьев *Pinus sibirica du Tour* в полусибсовом потомстве

Альбина Михайловна Пастухова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика

М.Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

albinp@yandex.ru

Аннотация. Для решения практических задач по лесовыращиванию насаждений с разным целевым назначением необходимо проведение испытания лучших генотипов в потомстве. Целью данных исследований стало изучение проявления скорости роста материнских деревьев сосны кедровой сибирской разных климатипов в полусибсовом потомстве одного года сбора. Материнские деревья произрастают на двух плантациях, расположенных в зеленой зоне г. Красноярска, и отличаются разным географическим происхождением: алтайским (урочища Атушкень, Курли, Туштуезень), бирюсинским, лениногорским, танзыбейским, черемховским, тисульским, ярцевским. Распределение материнских деревьев по группам скорости роста в разном возрасте показало, что за 24-летний период происходит снижение доли быстрорастущих растений, увеличивается процент деревьев со средней скоростью роста. Среди потомства разных климатипов данный процесс происходит неодинаково. Более плавно переход деревьев из одной группы в другую по скорости роста в высоту происходит у бирюсинского, тисульского, ярцевского климатипов и интенсивней – в танзыбейском, черемховском, лениногорском вариантах. Распределение семей по скорости роста проведено в биологическом возрасте 21 год. Для быстрорастущих составила 28,6–32,2 %, что характерно для 37-летних материнских деревьев только отдельных климатипов (тисульского, алтайского, лениногорского, танзыбейского, бирюсинского (местного)). Половина всех семей отличались средней скоростью роста. Дисперсионный анализ показал значительные различия по высоте семей. Отмечено, что доля генотипа в фенотипе по этому показателю в 21-летнем возрасте составляет 32,4–44,0 %. В целом, можно отметить, что отбор материнских деревьев, обладающих высокой комбинационной способностью, целесообразно проводить в молодом возрасте, когда проявление наследуемости по высоте еще проявляется на высоком уровне.

Ключевые слова: полусибсовое потомство, рост, наследуемость признаков, сосна кедровая сибирская.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания №FEFE-2024-0013 по заказу Министерства науки и высшего образования РФ коллективом научной лаборатории «Селекция древесных растений» по теме «Селекционно-генетические основы формирования целевых насаждений и рационального использования древесных ресурсов Красноярского края (Енисейской Сибири)».

The manifestation of the growth rate on the height of the parent trees of *Pinus sibirica* du Tour in half-sibs offspring

Albina M. Pastuhova

Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia
albinp@yandex.ru

Abstract. To solve practical problems of reforestation of plantations with different targeted purposes, it is necessary to test the best genotypes in the offspring. The purpose of this research work was to study the growth rate of parent trees of Siberian stone pine of different climatic types in half-sibs offspring belonging to the same year of collection. The mother trees grow on two plantations located in the green zone of the city of Krasnoyarsk, and differ by their geographical origins: Altai (areas of Atushken, Kurli, Tushtuezen), Biryusinsky, Leninogorsky, Tanzibeysky, Cheremkhovsky, Tisulsky, Yartsevsky. The distribution of mother trees by growth rate groups at different ages showed that over a 24-year period, the proportion of fast-growing plants has been decreasing, and the percentage of trees with an average growth rate has been increasing. This process occurs differently among the offspring of trees of different climatic types. The transition of trees from one growth rate group to another is more gradual in the Biryusinsky, Tisulsky, and Yartsevsky climatic types, and more intense in the Tanzybeysky, Cheremkhovsky, and Leninogorsky types. The distribution of families by growth rate was carried out at a biological age of 21 years old. For fast-growing families, the rate was 28.6-32.2%, which is typical for 37-year-old mother trees of only certain climatic types (Tisul, Altai, Leninogorsk, Tanzibeysky, and Biryusinsk (local)). Half of all families demonstrated an average growth rate. The analysis of variance showed significant differences in the height of the families. It was pointed that the proportion of the genotype in the phenotype for this indicator at the age of 21 is 32.4-44.0%. In general, it can be noted that it is advisable to select mother trees with high combinability at a young age, when the heritability of height is still high.

Keywords: half-sibs offspring, growth, heritability of traits, Siberian stone pine.

Funding. The study was conducted under the state assignment No. FEFE-2024-0013, commissioned by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, by the team of the scientific laboratory "Breeding of Woody Plants" on the topic "Breeding and Genetic Foundations for the Formation of Targeted Plantings and Rational Use of Wood Resources in Krasnoyarsk Krai (Yenisei Siberia)".

Введение. Последние изменения в лесной кодекс направлены на увеличение доли получения улучшенных и сортовых семян. Их использование должно решать задачи рационального использования генотипов растений высокой селекционной ценности и прежде всего такие, как лесовыращивание с сокращенным периодом воспроизводства лесных ресурсов как унитарного, так и экологического значений [1]. В связи с этим возникает необходимость в повышении эффективности генетико-селекционных работ. Требуется проведение обязательного предварительного испытания потомства селекционно отобранных генотипов, гибридов, сортов,

форм. Однако данные исследования до сих пор крайне ограничены как в видовом, так и региональном плане, что тормозит развитие системы плюсовой селекции [2, 3, 4]. Более широкие исследования, включая изучение послусибсовых потомств, позволили бы интенсифицировать внедрение результатов лесной селекции в практику.

Так, данные по испытанию потомства сосны обыкновенной показывают, что превышение роста полусибсовых потомств из генетически улучшенных семян, по сравнению с контролем, могут составлять от 6 до 20 % [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Исследования Я.А. Крековой, Н.К. Чеботь-

ко [11, 12] показали, что менее половины семей испытываемых плюсовых деревьев сосны обыкновенной проявили стабильность по показателям роста в полусибсовом потомстве.

Закономерности проявления изменчивости плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской и их потомств, размноженных семенным и вегетативным путем, рассматривались Р.Н. Матвеевой и др. [13]. Ими установлено различное проявление свойств и признаков потомств плюсовых деревьев в различных экологических условиях. Для данного вида отмечено наличие высокой наследуемости у однолетних полусибсов по высоте, числу и длине семядолей [14].

Выявлено достоверное влияние генетических факторов на интенсивность дифференциации ели по скорости роста. Показана результативность ранней диагностики деревьев-лидеров в лесных культурах. Получены данные об отсутствии влияния селекционных мероприятий на уровень генетического разнообразия популяций по скорости роста. Сочетание фенотипического отбора материнских деревьев и сортировки саженцев перед высадкой на лесокультурную площадь существенно повышает скорость роста культур [15]. Прогноз роста семей плюсовых деревьев по высоте можно начинать с 20-летнего возраста, когда происходит стабилизация рангового положения. По диаметру ствола – с 30-летнего [16].

Анализ проводимых исследований по испытанию семенного потомства на примере плюсовых деревьев указывает в целом на сложность проблемы по отбору материнских деревьев, достоверно передающих свои ценные признаки потомству. Как отмечают исследователи, с возрастом могут происходить разнонаправленные изменения относительно темпов роста у полусибсовых и клоновых потомств. Например, по данным испытаний Р.Г. Шверножук и др. [17], у сосны обыкновенной до 20-25 лет в большинстве случаев нецелесообразно проведение генотипической оценки роста и вычисление раз-

личных генетико-статистических показателей, которые не устраняются повторностями опыта. Другие экспериментальные данные свидетельствуют о возрастной стабильности средних значений признаков роста у отдельных семей сосны кедровой сибирской, что позволяет в трехлетнем возрасте выявить определенные различия в норме реакции семей на различные экологические фоны и проводить первичный отбор на универсальную приспособленность по признаку потенциальной быстроты роста. Исключение потомства с пониженными показателями темпа прироста в высоту обеспечит снижение затрат на дальнейшее их испытание в культурах [18].

Целью данных исследований стало изучение проявления признаков материнских растений сосны кедровой сибирской в полусибсовом потомстве генерации 2004 г.

Объектами исследований являлись полусибсы сосны кедровой сибирской, произрастающие в опытных культурах и их материнские растения.

Опытные культуры были созданы в 2010 г. посадкой семенного потомства сосны кедровой сибирской, выращенного из семян, собранных в плантационных культурах зеленой зоны г. Красноярска [19]. Материнские растения отличаются разным географическим происхождением: алтайским (урочища Атушкень, Курли, Туштуезень), бирюсинским, лениногорским, танзыбейским, черемховским, тисульским, ярцевским (табл. 1). От них было выращено полусибсовое потомство урожая 2004 г.

Оценку уровня изменчивости проводили по шкале С.А. Мамаева: < 12 % – низкий; 13-20 – средний; 21-40 – высокий; > 40 % – очень высокий [20].

Измерение высот материнских растений проводилось в разные годы роста и охватило 674 дерева. Число изучаемого полусибсового потомства составило 323 растения из 63 семей. Коэффициент наследуемости в узком смысле определяли по коэффициенту регрессии потомков и родителей:

Таблица 1 – Характеристика места сбора семян популяций сосны кедровой сибирской при создании плантационных культур

Происхождение	Место сбора семян			
	республика (край, область)	широта	долгота	высота над уровнем моря, м
1	2	3	4	5
Плантация «Известковая»				
Алтайский, ур. Курли (Ку)	Алтай	51°50 ¹	86°54 ¹	700
Бирюсинский (Би)	Красноярский	56°00 ¹	92°30 ¹	300
Танзыбейский (Та)	Красноярский	53°30 ¹	92°25 ¹	500
Черемховский (Че)	Иркутская	53°00 ¹	102°36 ¹	960
Плантация «Метеостанция»				
Атушкенское (секция 5)	Алтай	51°45 ¹	86°40 ¹	700
Лениногорское (секция 4)	Казахстан	50°12 ¹	85°33 ¹	1700
Тисульское (секция 9)	Кемеровская	55°50 ¹	88°24 ¹	800
Ярцевское (секция 6)	Красноярский	61°00 ¹	90°00 ¹	100
Бирюсинское (секция 8)	Красноярский	56°00 ¹	92°40 ¹	500

$h^2=2 \cdot B$, где

B – коэффициент регрессии потомков и родителей [21].

Материнские растения и их полусибсовое потомство было распределено на группы, отличающиеся разной скоростью роста. В качестве критерия выделения групп по скорости роста было взято отношение высоты материнского дерева и их семей к средней величине по вариантам опыта, выраженное в процентах. Это позволило нам сравнить, какие происходят возрастные изменения у материнских деревьев и их семей, снивелировав таким образом влияние внешних факторов.

К средней группе по скорости роста отнесены группы с отношением к среднему от 90,1 до 109,9 %. Отношение к среднему более 110 % и, наоборот, в меньшую сторону от 90,0 % и менее соответствует принятому в селекции критерию отбора быстро- и медленнорастущих генотипов. Сравнение распределения материнских деревьев проводилось в двух возрастах – 37 и 61 год, что соответствует разным группам возраста (молодняки и средневозрастные) и фазам развития плантационных культур.

Результаты исследований. Проведенные исследования показали, что в 37-летнем возрасте вариативность по высоте была выше, чем в 61-летнем. Мож-

но отметить, что доля быстрорастущих деревьев с превышением среднего значения на 130 % и более с возрастом уменьшилась. Количество деревьев со средней скоростью роста изменилось слабо: у бирюсинского климатипа на плантации «Метеостанция» – с 62,5 до 63,4 %; у тисульского – с 57,2 до 64,2 %; у ярцевского – с 54,7 до 62,6 % и, напротив, резко увеличилась у алтайских вариантов (с 42,3 до 67,3 % и с 63,6 до 81,7 % соответственно); у лениногорского – с 45 до 60,9%; танзыбейского – с 68,8 до 95,7 %; черемховского – с 76,5 до 92,0 %; бирюсинского – с 53,8 до 86,6 %. С возрастом произошло смещение и части материнских деревьев из группы медленнорастущих в среднюю (рис. 1, 2).

Проведено сравнение распределения семей по скорости роста в фазе интенсивного роста, когда наблюдается максимальный размер прироста центрального побега. Учитывая, что полусибсовое потомство получено от свободного опыления материнских растений, сосредоточенных на двух плантациях «Известковая» и «Метеостанция», распределение семей было проведено без учета принадлежности к климатипу материнских деревьев.

Как видно из представленных данных, доля быстрорастущих семей составила 28,6-32,2 %, что у материнских деревьев

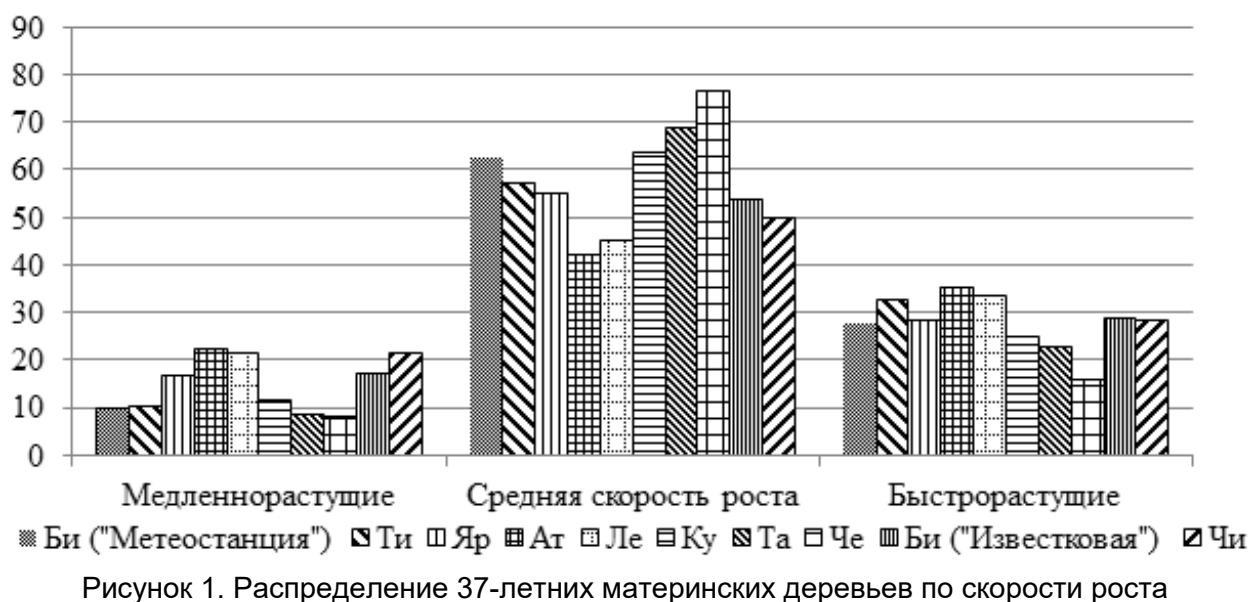


Рисунок 2. Распределение 61-летних материнских деревьев по группам роста

наблюдалось в 37-летнем возрасте только у нескольких климатипов. Доля медленнорастущих семей схожа с распреде-

лением у материнских деревьев в 37-летнем возрасте (рис. 3).



Рисунок 3. Распределение семей по скорости роста, %

Только четыре материнских дерева, имевших в 37-летнем возрасте превышение по высоте на 10-19 %, передали свою скорость роста в полусибсовом потомстве; с превышением в 20 % и более – два дерева. У полусибов наблюдалось и противоположное сочетание генов. Так, у пяти материнских деревьев, отличавшихся медленным ростом, семенное по-

томство, напротив, стало быстрорастущим, превышающим среднюю высоту на 10 % и более. Наибольшая вариабельность в комбинации генов отмечена у материнских деревьев со средней скоростью роста: восемь семей отмечены как быстрорастущие; одиннадцать – с медленным ростом (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели материнских деревьев и их семей

Номер семьи	Высота семьи, м	Высота материнского дерева, м	Отношение к среднему значению, %		
			семьи	материнские деревья в возрасте, лет	
				61	37
1	2	3	4	5	6
Та-4	3,8	15,7	119,1	99,8	90,5
Та-19	3,44	15,5	107,7	98,5	102,1
Та-24	3,52	16,5	110,4	104,9	110,9
Та-67	2,05	16,9	64,3	107,4	101,4
Та-76	2,43	16,5	76,2	104,9	110,9
Ку-6	3,0	16,4	94,0	102,2	98,4
Ку-13	2,68	13,1	84,0	81,6	101,3
Ку-19	3,74	16,6	117,3	103,4	112,8
Ку-37	2,92	14,0	91,5	87,2	99,8
Ку-39	4,1	15,8	128,5	98,4	95,5
Ку-40	2,48	15,9	77,7	99,1	107,0
Ку-83	2,64	13,5	82,9	84,1	104,1
Ку-101	3,44	14,8	107,7	92,2	89,7
Ку-117	3,51	15,9	110,1	99,1	105,6
Ку-128	3,07	16,7	95,5	104,0	104,1
Ку-135	2,75	16,9	86,2	105,3	88,2
Ку-140	2,48	17,9	77,0	111,5	112,8
Ку-114	3,8	-	119,1	-	109,9
Ку-151	1,65	18,7	51,7	116,5	70,9
Ку-155	2,91	16,4	89,8	102,2	101,3
Би-6	2,96	17,3	92,8	110,5	122,4
Би-38	3,10	17,2	97,2	109,8	98,2
Би-44	2,85	16,3	89,3	104,1	98,2
Би-54	3,54	16,4	111,0	104,7	121,0
Би-57	3,95	14,0	123,8	89,4	93,4
Би-59	4,21	14,4	132,0	92,0	80,4
Че-6	1,75	14,5	54,9	89,9	93,3
Че-54	2,93	14,5	91,9	89,9	98,8
Че-57	3,21	17,7	100,6	109,8	112,3
Че-58	4,56	16,1	142,9	99,8	105,5
4-24	2,28	12,4	83,5	94,9	97,5
4-55	3,30	10,2	120,8	78,1	88,2
4-76	2,29	13,1	83,8	100,3	60,3
4-89	2,93	13,8	107,1	105,6	91,9
4-127	2,80	14,2	102,5	108,7	104,9
5-9	2,40	12,4	87,9	87,0	81,1
5-35	3,28	14,3	120,2	100,3	85,1
5-47	1,92	13,0	70,2	91,2	85,9
5-48	2,75	14,0	100,7	98,2	76,4
5-58	2,6	11,5	95,2	80,6	55,9
5-79	3,86	11,4	141,4	79,9	103,2
5-94	1,20	16,1	43,9	112,9	111,1
5-143	3,38	14,6	123,5	102,4	95,3
6-13	3,38	13,0	123,4	103,5	88,1

6-23	3,15	13,5	114,7	107,5	120,2
6-51	2,35	14,7	86,0	117,1	102,6
6-54	2,06	13,7	75,4	109,1	132,6
6-98	3,13	10,1	114,4	80,4	-
8-6	3,37	13,6	123,2	114,5	117,9
8-10	2,93	10,2	107,4	72,1	75,0
8-25	2,43	14,9	88,8	105,3	96,4
8-33	3,53	16,8	129,1	18,8	111,3
8-80	2,85	11,9	104,3	87,1	-
8-84	3,25	11,2	119,0	82,0	82,1

Проведенный дисперсионный анализ показал, что на долю генотипа в общей фенотипической дисперсии приходится

32,4-44,0 % (табл. 3). К 21 году существенно возрастает влияние на проявление генотипов внешних условий.

Таблица 3 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа высоты семей

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Плантация «Известковая»						
Между группами	78,96589	32	2,467684	3,640149	5,07E-08	1,521931
Внутри групп	100,3303	148	0,677907			
Итого	179,2962	180				
Плантация «Метеостанция»						
Между группами	33,57916	26	1,291506	1,678832	0,038166	1,617644
Внутри групп	70,00525	91	0,769288			
Итого	103,5844	117				

Известно, что наследование происходит как через рекомбинацию генов, так и их аддитивное действие. Проведённый расчет коэффициента наследуемости по высоте материнских деревьев в моло-

дом возрасте (37 лет) и их семей показал, что на долю аддитивного действия генов приходится около 22-88 % всех генетических взаимодействий (табл. 4).

Таблица 4 – Значение коэффициента наследуемости в узком смысле

Возраст материнских деревьев	Плантация	
	Известковая	Метеостанция
37 лет	-0,617	-0,220

Нужно отметить, что полученные значения имеют отрицательный знак, что можно объяснить как разной реакцией потомства на внешнюю среду, так и возникновением сильных эффектов от родительских генов и увеличением влияния других генетических эффектов, помимо аддитивного. Возможно причиной «отрицательной» наследуемости на примере сосны обыкновенной может быть несов-

падение условий мест произрастания материнских деревьев и их потомства [11]. На необходимость изучения материнских эффектов и их влияние на лесные плантации указывают исследования и зарубежных авторов [22, 23, 24].

Заключение. Проведенные исследования показали, что отбор перспективного полусибсового потомства деревьев сосны кедровой сибирской при естествен-

ной гибридизации разных климатипов целесообразно проводить до 21-летнего возраста, в котором усиливается влияние внешней среды на рост в высоту.

Оценку общей комбинационной способности материнских деревьев лучше проводить в молодом возрасте, когда можно оценить влияние генотипа на рост в высоту в общем фенотипе. Среди полу-

сибсового потомства материнских деревьев разных климатипов можно отметить различные проявления генетических эффектов от взаимодействия генов родителей, которые могут проявляться и через усиленное взаимодействие с внешней средой, и через взаимодействие генов родителей, и иные генетические эффекты.

Список источников

1. Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Комплексная оценка ели европейской для создания лесосеменных плантаций повышенной генетической ценности // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. экология. Природопользование. 2016. №1(29). С. 20-29. EDN: VTNVKZ.
2. Сохранение и рациональное использование лесов на селекционно-генетической основе / А. Ковалевич, В. Падутов, О. Баранов и др. // Наука и инновации. 2022. № 4 (230). С. 12–17. EDN: MNITSG.
3. Современное состояние селекции и семеноводства хвойных пород / Б.В. Раевский, Р.В. Игнатенко, Е.В. Новиченок, В.М. Прокопюк, К.К. Куклина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2022. № 6. С. 9–37. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-6-9-37. EDN: AVEGXG.
4. Царев А.П., Лаур Н.В., Царев В.А., Царева Р.П. Современное состояние лесной селекции в Российской Федерации: тренд последних десятилетий // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 6(384). С. 38–55. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-38-55. EDN: JAUUAS.
5. Бессчетнова Н.Н. Оценка эффективности отбора плюсовых деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах в Нижегородской области // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2009. № 2. С. 31-36. EDN: KNPMXL.
6. Егоров М.Н. Испытание потомств как одна из ключевых проблем в генетике и селекции древесных пород (на примере *Pinus sylvestris* L.) // Лесной вестник. 2002;(5):37-45. EDN: HVMOSZ.
7. Ефимов Ю.П. Итоги многолетнего испытания материнских деревьев сосны обыкновенной по семенному потомству // Генетическая оценка исходного материала в лесной селекции. Воронеж: НИИЛ-ГиС, 2000. С. 33-43. EDN: UBBOFN.
8. Мордась А.А., Раевский Б.В., Акимова Е.В. Рост и развитие полусибсовых потомств сосны обыкновенной на ранних этапах онтогенеза // Научные основы селекции древесных растений Севера. Петрозаводск, 1998. С. 43–50.
9. Рогозин М.В. Программа селекции сосны и ели по прямым и коррелирующим признакам в Пермском крае // Лесохозяйственная информация : электрон. сетевой журн. 2018. № 2. С. 85–95. EDN: XQFWJV.
10. Видякин А.И. Эффективность плюсовой селекции древесных растений // Хвойные бореальной зоны. 2010. Том 27, № 1-2. С. 18-24. EDN: NEJQAR.
11. Крекова Я.А., Чеботько Н.К. Исследования потомства плюсовых деревьев *Pinus sylvestris* L. в испытательных культурах первой генерации // Природообустройство, 2023. № 3. С. 130–136. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-130-136. EDN: CVKKGX.
12. Крекова Я.А., Чеботько Н.К. Результаты испытания семенного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Северном Казахстане // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2025. Т. 29. № 3. С. 17–26. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-3-17-26. EDN: BJNJXW.
13. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Водин А.В. Изменчивость плюсовых деревьев кедра сибирского и их потомств в условиях юга Средней Сибири. Красноярск: СибГТУ, 1999. 128 с.
14. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Соколова Е.Ю. Отбор деревьев сосны кедровой сибирской по фенотипу и общей комбинационной способности. Красноярск: СибГТУ, 2015. 200 с.
15. Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Генетическая обусловленность скорости роста ели европейской в культуре // Лесоведение. 2007. № 1. С. 42-48. EDN: HZBTGL.
16. Жигунов А.В., Бондаренко А.С. Возраст оценки генетических свойств деревьев ели европейской в испытательных культурах // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 5. С. 65–81. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.5.65. EDN: FESSAV.
17. Шеверножук Р.Г., Королева Н.Б., Бытченко Н.В. Рост полусибсовых потомств сосны обыкновенной в испытательных культурах // Генетическая оценка исходного материала в лесной селекции: сб. науч. тр. Воронеж: НИИЛГиС, 2000. С. 50-59. EDN: TSKSOZ.
18. Данченко А.М., Кабанов С.А. Оценка роста полусибсового потомства сосны кедровой сибирской в открытом грунте и теплице // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. 24. № 2-3. С. 174-178. EDN: JUIKCZ.
19. Пастухова А.М. Оценка полиморфности по росту полусибсового потомства сосны кедровой си-

бирской 19-летнего биологического возраста // Аграрная наука. 2024. № 12. С. 133-139. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-389-12-133-139. EDN: DWLRZO.

20. Мамаев С.Л. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1972. 283 с.

21. Котов М. М. Генетика и селекция. Йошкар-Орла: МарГУ, 1997. Ч. 2. 108 с.

22. Advances and Promises of Epigenetics for Forest Trees / Amaral J, Ribeyre Z, Vigneaud J. [et al.] // Forests. 11(9). 976. DOI: 10.3390/f11090976.

23. Epigenetics in Forest Trees: State of the Art and Potential Implications for Breeding and Management in a Context of Climate Change / Mamadou Dia Sow, Isabel Allona, Christophe Ambroise [et al.]; // Advances in Botanical Research. In book: Plant Epigenetics Coming of Age for Breeding Applications. Vol. 88. 2018. Pp. 387-453. DOI:10.1016/bs.abr.2018.09.003.

24. Марна Вивас, Michael J. Wingfield, Bernard Slippers. Maternal effects should be considered in the establishment of forestry plantations // Forest Ecology and Management. 2020. Volume 460. 117909. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.117909.

References

1. Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Complex genotype estimation of Norway spruce for seed plantations with increased genetic value. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature management*. 2016;1(29):20-29 (In Russ.).

2. Kovalevich A., Padutov V., Baranov O. [et al.] Conservation and rational use of forests on a selection and genetic basis. *The Science and Innovations*. 2022;4(230):12-17 (In Russ.).

3. Raevsky B.V., Ignatenko R.V., Novichonok E.V., Prokopiuk V.M., Kuklina K.K. The Current State of Conifer Species Breeding and Seed Production. *Russian Forestry Journal*. 2022;6:9–37 (In Russ.). DOI: 10.37482/0536-1036-2022-6-9-37.

4. Tsarev A.P., Laur N.V., Tsarev V.A., Tsareva R.P. The Current State of Forest Breeding in the Russian Federation: The Trend of Recent Decades. *Russian Forestry Journal*. 2021;6:38–55 (In Russ.). DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-38-55.

5. Besschetnova N.N. Estimation of efficiency of selection of the plus trees of a scots pine in test cultures in the Nizhniy Novgorod area. *Forestry Bulletin*. 2009; 2:31-36 (In Russ.).

6. Egorov M.N. Testing of offspring as one of the key problems in genetics and breeding of woody plants (on the example of *Pinus sylvestris* L.). *Forestry Bulletin*. 2002;(5):37-45 (In Russ.).

7. Efimov Yu.P. Results of long-term testing of mother trees of Scots pine by seed offspring // Genetics, selection, seed production and breeding of wood species in the forest-steppe. Voronezh: NIILGiS, 2000. Pp. 33-43 (In Russ.).

8. Mordas A.A., Raevsky B.V. and Akimova E.V. Growth and Development of Semi-Sibling Offspring of Scots Pine in the Early Stages of Ontogenesis // Scientific Foundations of Breeding Woody Plants in the North. Petrozavodsk, 1998, pp. 43–50 (In Russ.).

9. Rogozin M.V. The New Generation Forest Selection Program. *Forestry Information*. 2018;2:85-95 (In Russ.).

10. Vdyakin A.I. Efficiency of plus selection of trees. *Conifers of the boreal area*. 2026;1(XLIV):21–27 (In Russ.) DOI: 10.64430/1993-0135-2026-1-21-27.

11. Krekova Ya.A., Chebotko N.K. Studies of the offspring of plus trees *Pinus sylvestris* L. in test cultures of the first generation. *Prirodoobustrojstvo*. 2023;(3):130-136 (In Russ.).

12. Krekova Ya.A., Chebotko N.K. Test results of half-sibs plus Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees in Northern Kazakhstan. *Lesnoy vestnik. Forestry Bulletin*. 2025;29(3):17–26 (In Russ.). DOI: 10.18698/2542-1468-2025-3-17-26.

13. Matveeva R.N., Butorova O.F., and Vodin A.V. Variability of Siberian Cedar Plus Trees and Their Offspring in the Conditions of Southern Central Siberia. Krasnoyarsk: SibGTU, 1999. 128 p. (In Russ.).

14. Matveeva R.N., Butorova O.F., Sokolova E.Yu. Selection of Siberian Cedar Pine Trees by Phenotype and General Combinatorial Ability. Krasnoyarsk: SibGTU, 2015. 200 p. (In Russ.).

15. Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Genetic Determinants of the Growth Rate of the European Spruce in Culture. *Forest Science*. 2007;1:42-48 (In Russ.).

16. Zhigunov A.V., Bondarenko A.S. Age of Assessment for the Norway Spruce Genetic Properties in Progeny Tests. *Russian Forestry Journal*. 2018;5:65–81 (In Russ.). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.5.65.

17. Shevernozhuk R.G., Koroleva N.B. and Bytchenko N.V. Growth of Half-Sibling Offspring of Scots Pine in Test Cultures // Genetic Evaluation of Source Material in Forest Breeding: Collection of Scientific Papers. Voronezh: NIILGiS, 2000, pp. 50-59 (In Russ.).

18. Danchenko A.M., Kabanov S.A. Estimation of the growth of semi-sib offspring of the Siberian cedar pine in open ground and a greenhouse // Conifers of the Boreal Zone. 2007. Vol. XXIV. No. 2-3. Pp. 174-178 (In Russ.).

19. Pastukhova A.M. Assessment of polymorphism by growth of half-sibs *Pinus sibirica* Du Tour offspring

of 19-year-old biological age. *Agrarian science*. 2024;389(12):133–139 (In Russ.). DOI: 10.32634/0869-8155-2024-389-12-133-139.

20. Mamaev S.L. Forms of Intraspecific Variability in Woody Plants (Based on Pinaceae in the Urals). Moscow: Nauka, 1972. 283 p. (In Russ.).

21. Kotov M.M. Genetics and breeding. Yoshkar-Orla: MarGU, 1997. Part 2. 108 p. (In Russ.).

22. Amaral J., Ribeyre Z., Vigneaud J. [et al]. Advances and Promises of Epigenetics for Forest Trees. *Forests*. 2020;11(9):976. DOI: 10.3390/f11090976.

23. Mamadou Dia Sow, Isabel Allona, Christophe Ambroise [et al]. Epigenetics in Forest Trees: State of the Art and Potential Implications for Breeding and Management in a Context of Climate Change. Editor(s): Marie Mirouze, Etienne Bucher, Philippe Gallusci. Advances in Botanical Research. In book: Plant Epigenetics Coming of Age for Breeding Applications. Vol. 88. 2018. Pp. 387-453. DOI:10.1016/bs.abr.2018.09.003.

24. Магна Vivas, Michael J. Wingfield, Bernard Slippers, Maternal effects should be considered in the establishment of forestry plantations. *Forest Ecology and Management*. 2020;Vol.460.117909. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.117909.

Информация об авторе

Альбина Михайловна Пастухова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры селекции и озеленения, старший научный сотрудник научной лаборатории Селекции древесных растений, Сибирский государственный университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнева.

Information about the author

Albina M. Pastukhova – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Breeding and Landscaping; Senior Researcher, Research Laboratory for Woody Plant Breeding, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev.

Статья поступила в редакцию 08.05.2026; одобрена после рецензирования 05.06.2026; принята к публикации 09.06.2026.

The article was submitted 08.05.2026; approved after reviewing 05.06.2026; accepted for publication 09.06.2026.