

Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3. С. 116–124.

Forests of Russia and economy in them. 2023. № 3. P. 116–124.

Научная статья

УДК 630.181.2: 582.475

DOI: 10.51318/FRET.2023.86.31.001

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ НАЗАРОВСКОГО И МИНИНСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СТРАТИФИКАЦИИ СЕМЯН

Светлана Валерьевна Попова

Сибирский государственный университет науки и технологий им. М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

zujlrf11@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3539-1297>

Аннотация. Сопоставлена изменчивость показателей сеянцев сосны кедровой сибирской назаровского и мининского происхождения, выросших из семян, прошедших стратификацию во влажных опилках при комнатной и пониженной температуре воздуха. Установлено, что количество семядолей и первичной хвои у всходов назаровского происхождения больше в сравнении с таковыми у мининского на 10,9 и 29,4 % соответственно. Длина семядолей и пучковой хвои в вариантах при разной температуре стратификации семян не имела достоверных различий. Двухлетние сеянцы, выросшие из семян, которые стратифицировали в холодильнике, имели наибольшее значение в варианте мининского происхождения по высоте, диаметру стволика, назаровского – по диаметру стволика. Среди сеянцев в опытных вариантах были отобраны быстрорастущие и длиннохвойные экземпляры с целью их использования в дальнейшем для проведения посадок целевого назначения. Полученные в ходе исследования данные подтвердили возможность стратификации семян во влажных опилках не только при пониженной температуре воздуха, но и в комнатных условиях при осеннем сборе семян.

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, стратификация, изменчивость, сеянцы, отбор, географическое происхождение

Для цитирования: Попова С. В. Изменчивость сеянцев сосны кедровой сибирской назаровского и мининского происхождения при разных условиях стратификации семян // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3 (86). С. 116–124. DOI: 10.51318/FRET.2023.86.31.001.

Scientific article

SEED STRATIFICATION VARIABILITY SEEDLINGS OF SIBERIAN CEDAR PINE OF NAZAROV AND MININSKY ORIGIN UNDER DIFFERENT CONDITIONS

Svetlana V. Popova

Siberian State University of Science and Technology named after M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia
zujlrf11@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3539-1297>

Abstract. The variability of the indicators of seedlings of Siberian cedar pine of Nazarov and Liskin origin, grown from seeds that have been stratified in wet sawdust at room and low air temperature, is compared. It was found that the number of cotyledons and primary needles in seedlings of Nazarov origin is 10,9 and 29,4 % higher in comparison with Mininsky, respectively. The length of cotyledons and bundle needles in the variants at different temperatures of the stratification of the seeds had no significant differences. Two-year-old seedlings grown from seeds that were stratified in the refrigerator were of the greatest importance in the variant of Mininsky origin in height, stem diameter, Nazarovsky – in stem diameter. Among the seedlings in the experimental versions, fast-growing and long-coniferous specimens were selected in order to use them in the future for carrying out target purpose plantings. The data obtained during the study confirmed the possibility of seed stratification in wet sawdust not only at low air temperature, but also in room conditions during autumn seed harvesting.

Keywords: Siberian cedar pine, stratification, variability, seedlings, selection, geographical origin

For citation: Popova S. V. Seed stratification variability seedlings of siberian cedar pine of nazarov and mininsky origin under different conditions // Forests of Russia and economy in them. 2023. № 3 (86). P. 116–124. DOI: 10.51318/FRET.2023.86.31.001.

Введение

Способам подготовки семян к посеву сосны кедровой сибирской и изменчивости показателей сеянцев уделяется большое внимание с целью разработки элементов ранней диагностики и проведения отбора экземпляров по хозяйственно ценным признакам для последующего их использования в лесокультурном производстве. Это связано с глубоким покоем семян и медленным ростом сеянцев данного вида в первые годы. Поэтому разработка новых методов подготовки семян к посеву и выращивание сеянцев являются актуальной задачей. В литературных источниках отмечено наличие периода длительного и глубокого физиологического семенного покоя у сосны кедровой сибирской. Это является биологическим приспособлением, задерживающим преждевременное прорастание семян в естественных условиях. Отмечается, что для нормального прорастания семян необходимо заверше-

ние роста зародыша, которое происходит во время длительной стратификации (Игнатенко, 1985; Крылов и др., 1983).

Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова (2006) приводят описание нескольких методов стратификации семян. Отмечают, что при любом способе стратификации основным условием является повышенная влажность субстрата (20–40 %). Перед стратификацией рекомендуют обязательное замачивание семян в течение двух или трех суток в теплой воде.

В. Н. Воробьев (1987) приводит данные об ускоренной стратификации: замачивание в теплой воде на трое суток, затем выдерживание при комнатной температуре воздуха (20–25 °С). В результате такой обработки через 10–20 дней были обнаружены первые наклонившиеся семена, которые при дальнейшей стратификации не сохранились.

Г. В. Барайшук, Е. А. Туник (2016) использовали трехмесячную стратификацию семян сосны

кедровой сибирской. Стратификацию проводили при температуре 0–4 °С с использованием крупнозернистого песка в пропорции 1:2. Наклюнувшихся и проросших семян в период их стратификации в течение трех месяцев не обнаружено.

К. В. Путенихина и др. (2016) проводили стратификацию семян в течение 3–5 мес. Первоначально семена стратифицировали в холодильнике при температуре 4–7 °С, далее их выдерживали в комнатных условиях. Субстратом при стратификации семян был прокаленный просеянный среднезернистый песок. Установлено, что лабораторная всхожесть семян при четырехмесячной стратификации составила 46,0 %. Грунтовая всхожесть после пятимесячной стратификации имела наибольшие показатели (68,3 %).

Изменчивость всходов и сеянцев сосны кедровой сибирской отмечена в научных работах. Н. П. Братилова и др. (2014) установили, что у сосны кедровой сибирской, выросшей из всходов, имеющих большее число семядолей, в дальнейшем наблюдается превышение по высоте, диаметру, фитомассе и урожайности. По данным Р. Н. Матвеевой, О. Ф. Буторовой и др. (2000, 2011), деревья сосны кедровой сибирской, выращенные из всходов с длинными семядолями, превосходят по высоте короткосемядольные. Изменчивость у всходов сеянцев данного вида проявляется по многим биометрическим показателям.

В. А. Брынцев, М. И. Храмова (2011, 2013), изучая изменчивость показателей сеянцев, выделили наиболее ценные в селекционном отношении семьи и особи в раннем возрасте. Они установили высокий уровень изменчивости сеянцев и связь между количеством семядолей и их длиной в 3–4-летнем возрасте, отмечая перспективность проведения индивидуального отбора с разработкой методов ранней диагностики.

А. М. Пастуховой (2017) установлено, что у сеянцев сосны кедровой сибирской уровень изменчивости по высоте увеличивается с возрастом, а по длине хвои остается стабильно высоким и что в возрасте до шести лет характер роста сеянцев сосны кедровой сибирской может меняться: выделяются растения, стабильно сохраняющие интенсивность роста независимо от внешних факторов.

Рекомендуется проводить отбор сеянцев по интенсивности роста и длине хвои на начальных этапах онтогенеза.

Цель, объекты и методика исследований

Целью исследований явилось изучение изменчивости показателей и проведение отбора среди двухлетних сеянцев сосны кедровой сибирской, выросших из семян, стратификация которых осуществлялась во влажных опилках при разной температуре воздуха. Шишки для опыта были собраны в насаждениях Назаровского и Мининского лесничеств осенью 2019 г. Семена были положены на стратификацию в конце февраля 2020 г. Посев семян, прошедших стратификацию в разных условиях, проведен в конце августа 2020 г. Стратификацию семян проводили двумя способами: первый – во влажных опилках при комнатной температуре воздуха (22–24 °С), второй – в холодильнике при пониженной температуре воздуха (1–4 °С). У сеянцев определяли количество, длину семядолей, первичной хвои и пучковой хвои, высоту и диаметр стволика двухлетних сеянцев. Уровень изменчивости определяли по шкале С. А. Мамаева (1973). Данные обработаны статистически с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Изменчивость показателей семядолей, первичной и пучковой хвои у сеянцев сосны кедровой сибирской опытных вариантов приведена в табл. 1.

Отмечено наибольшее количество семядолей и первичной хвои у сеянцев назаровского происхождения в сравнении с таковым у мининского. У сеянцев в сравниваемых вариантах уровень изменчивости по количеству семядолей средний, первичной хвои средний и высокий, длине семядолей низкий и средний, длине пучковой хвои от низкого до высокого.

Изменчивость высоты и диаметра стволика двухлетних сеянцев сосны кедровой сибирской назаровского и мининского происхождения, стратификация семян которых проводилась при разной температуре воздуха, приведена в табл. 2.

Таблица 1
Table 1Изменчивость ассимиляционного аппарата сеянцев
Variability of the assimilation apparatus of seedlings

Происхождение Origin	Температура воздуха, °С Air temperature, °С	max	min	<i>X_{ср.}</i>	$\pm\delta$	$\pm m$	<i>V</i> , %	<i>P</i> , %	t_{ϕ} при $t_{05} = 2,02$	Уровень изменчивости The level of variability
Количество семядолей, шт. Number of cotyledons, pcs.										
Назаровское Nazarovskoe	22–24	14	8	11,2	1,61	0,36	14,2	3,2	–	Средний Average
	1–4	14	7	10,5	1,88	0,42	17,9	4,0	1,27	Средний Average
	Среднее значение Average value			10,9	–	–	–	–	–	–
Мининское Mininskoe	22–24	14	6	10,5	2,14	0,48	20,4	4,6	–	Средний Average
	1–4	15	8	9,4	1,88	0,42	20,0	4,5	1,73	Средний Average
	Среднее значение Average value			10,0	–	–	–	–	–	–
Количество первичной хвои, шт. Number of primary needles, pcs.										
Назаровское Nazarovskoe	22–24	11	6	8,1	1,34	0,30	16,5	3,7	1,79	Средний Average
	1–4	16	5	9,4	2,95	0,66	31,4	7,0	–	Высокий High
	Среднее значение Average value			8,8	–	–	–	–	–	–
Мининское Mininskoe	22–24	12	4	7,2	2,14	0,48	29,8	6,7	–	Высокий High
	1–4	11	3	6,3	2,14	0,48	34,0	7,6	1,33	Высокий High
	Среднее значение Average value			6,8	–	–	–	–	–	–
Длина семядолей, см Length of cotyledons, cm										
Назаровское Nazarovskoe	22–24	3,9	2,5	3,2	0,38	0,08	11,7	2,6	–	Низкий Low
	1–4	3,6	2,6	3,0	0,27	0,06	8,9	2,0	1,94	Низкий Low
	Среднее значение Average value			3,1	–	–	–	–	–	–
Мининское Mininskoe	22–24	3,9	2,5	3,0	0,38	0,08	12,5	2,8	–	Низкий Low
	1–4	3,8	1,7	2,7	0,56	0,13	20,9	4,7	1,98	Средний Average
	Среднее значение Average value			2,9	–	–	–	–	–	–

Окончание табл. 1
The end of table 1

Происхождение Origin	Температура воздуха, °С Air temperature, °С	max	min	Хср.	±δ	±m	V, %	P, %	t _φ при t ₀₅ = 2,02	Уровень изменчивости The level of variability
Назаровское Nazarovskoe	22–24	5,7	3,7	4,3	0,54	0,12	12,5	2,8	1,49	Низкий Low
	1–4	5,8	3,1	4,6	0,72	0,16	15,7	3,5	–	Средний Average
	Среднее значение Average value			4,5	–	–	–	–	–	–
Мининское Mininskoe	22–24	5,8	2,8	4,7	0,80	0,18	17,1	3,8	–	Средний Average
	1–4	6,7	2,6	4,6	1,10	0,25	23,9	5,3	0,33	Высокий High
	Среднее значение Average value			4,7	–	–	–	–	–	–

Таблица 2
Table 2

Изменчивость показателей роста двухлетних сеянцев
Variability of growth indicators of two-year-old seedlings

Происхождение Origin	Температура воздуха, °С Air temperature, °С	max	min	Хср.	±δ	±m	V, %	P, %	t _φ при t ₀₅ = 2,02	Уровень изменчивости The level of variability
Назаровское Nazarovskoe	22–24	10,2	7,6	8,6	0,70	0,16	8,1	1,8	1,62	Низкий Low
	1–4	12,5	6,9	9,2	1,50	0,34	16,3	3,6	–	Средний Average
	Среднее значение Average value			8,9	–	–	–	–	–	–
Мининское Mininskoe	22–24	10,4	5,3	8,0	1,37	0,31	17,1	3,8	3,43	Средний Average
	1–4	14,3	7,2	9,8	1,90	0,43	19,4	4,3	–	Средний Average
	Среднее значение Average value			8,9	–	–	–	–	–	–
Диаметр стволика, мм Stem diameter, mm										
Назаровское Nazarovskoe	22–24	2,2	1,6	2,0	0,16	0,04	8,0	1,8	3,34	Низкий Low
	1–4	2,7	1,9	2,2	0,21	0,05	9,7	2,2	–	Низкий Low
	Среднее значение Average value			2,1	–	–	–	–	–	–

Окончание табл. 2
The end of table 2

Происхождение Origin	Температура воздуха, °С Air temperature, °С	max	min	Хср.	±δ	±m	V, %	P, %	t _φ при t ₀₅ = 2,02	Уровень изменчивости The level of variability
Мининское Mininskoe	22–24	2,6	1,5	2,1	0,29	0,07	14,0	3,1	4,48	Средний Average
	1–4	3,3	1,8	2,6	0,40	0,09	15,5	3,5	–	Средний Average
	Среднее значение Average value				2,4	–	–	–	–	–

Наибольшие показатели у двухлетних сеянцев по высоте и диаметру стволика были при стратификации семян в холодильнике как в варианте назаровского, так и мининского происхождения.

Среди двухлетних сеянцев разного географического происхождения были отобраны отдельные экземпляры, имеющие наибольшую высоту (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Отобранные экземпляры по высоте
Selected instances by height

Происхождение Origin	Температура воздуха при стратификации семян, °С Air temperature during seed stratification, °С	Номер сеянца Seedling number	Высота Height		Температура воздуха при стратификации семян, °С Air temperature during seed stratification, °С	Номер сеянца Seedling number	Высота Height	
			см	%			см	%
Мининское Mininskoe	22–24	52–1	9,2	110,8	1–4	58–1	14,3	145,9
		52–3	10,4	125,3		58–2	11,2	114,3
		52–7	9,8	118,1		58–7	10,8	110,2
		52–10	9,5	114,5		58–11	11,8	120,4
	Среднее значение Average value		8,3	100,0	Среднее значение Average value		9,8	100,0
Назаровское Nazarovskoe	22–24	51–2	10,0	116,3	1–4	54–8	10,7	116,3
		51–9	10,2	118,6		54–12	10,7	116,3
						54–13	12,5	135,9
	54–15	11,3	122,8					
Среднее значение Average value		8,6	100,0	Среднее значение Average value		9,2	100,0	

Установлено, что среди сеянцев мининского происхождения наибольшее превышение по высоте было у экземпляров № 58-1, № 58-20 при стратификации в холодильнике, № 52-3 в комнатных условиях. Среди сеянцев назаровского про-

исхождения превосходили по высоте экземпляры № 54-13, № 54-15 в холодильнике, № 51-2 и № 51-9 при стратификации в комнатных условиях.

Отобраны длиннохвойные экземпляры (табл. 4).

Таблица 4
Table 4Отселектированные экземпляры по длине хвои
Selected specimens along the length of the needles

Происхождение Origin	Температура воздуха при стратификации семян, °С Air temperature during seed stratification, °С	Номер сеянца Seedling number	Длина Length		Температура воздуха при стратификации семян, °С Air temperature during seed stratification, °С	Номер сеянца Seedling number	Длина Length	
			см	%			см	%
Мининское Mininskoe	22–24	52–1	5,8	128,9	1–4	58–1	6,2	134,8
		52–2	5,3	117,8		58–5	5,5	119,6
		52–3	5,1	113,3		58–7	5,5	119,6
		52–4	5,4	120,0		58–12	5,2	113,0
		52–7	5,6	124,4		58–13	5,2	113,0
		52–12	5,0	111,1		58–14	6,1	132,6
		52–13	5,2	115,6		58–20	6,7	145,7
		52–14	5,1	113,3				
		52–16	5,5	122,2				
		52–19	5,2	115,6				
		52–20	5,0	111,1				
	Среднее значение Average value		4,5	100,0	Среднее значение Average value		4,6	100,0
Назаровское Nazarovskoe	22–24	51–2	5,7	132,6	1–4	54–1	5,3	115,2
						54–6	5,8	126,1
						54–7	5,6	121,7
		51–5	5,7	132,6		54–11	5,2	113,0
						54–13	5,3	115,2
						54–14	5,3	115,2
						54–15	5,2	113,0
			Среднее значение Average value			4,3	100,0	Среднее значение Average value

Среди сеянцев мининского происхождения превышение на 20,0–28,9 % над средним значением было у экземпляров № 52-1, № 52-7, № 52-16, № 52-4 при стратификации семян в комнатных условиях. При стратификации семян в холодильнике превышение составило на 32,6–45,7 % у сеянцев № 58-20, № 58-1, № 58-14. У сеянцев назаровского происхождения наибольшие значения по длине хвои имели экземпляры № 51-2 и № 51-5, № 54-6 и № 54-7 (на 26,1–32,6 %).

Выводы

В результате проведенных исследований было установлено проявление изменчивости сеянцев сосны кедровой сибирской мининского и назаровского происхождения, выросших из семян, стратификация которых проходила во влажных опилках при разной температуре воздуха. Наибольшие показатели по количеству семян и первичной хвои были у сеянцев назаровского происхождения в сравнении с таковыми у мининского.

Низкий и средний уровень изменчивости у двухлетних сеянцев сосны кедровой сибирской отмечен по высоте и диаметру стволика как в варианте назаровского, так и мининского происхождения. Отмечено, что наибольшее количество быстрорастущих сеянцев было в варианте

мининского происхождения. Данные исследования подтвердили возможность стратификации семян во влажных опилках не только при пониженной температуре воздуха, но и в комнатных условиях при осеннем сборе семян.

Список источников

- Барайщук Г. В., Туник Е. А. Выращивание сеянцев сосны сибирской кедровой в условиях Омской области // Состояние и перспективы развития садоводства в Сибири : матер. II Нац. науч.-практич. конф., посвящ. 85-летию плодового сада Омского ГАУ им. проф. А. Д. Кизюрина. Омск, 2016. С.171–175.
- Братилова Н. П., Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Биология и формовое разнообразие сосны кедровой сибирской // Эко-Потенциал. 2014. № 1 (5). С. 120–127.
- Брынцев В. А., Храмова М. И. Изменчивость семенного потомства сосны кедровой сибирской при интродукции // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2013. № 6 (336). С. 38–49.
- Брынцев В. А., Храмова М. И. Индивидуальная и семейственная изменчивость сеянцев сосны кедровой сибирской, выращенных из семян интродукционной популяции // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. 2011. № 5. С. 4–10.
- Внутри-, межсемейная и географическая изменчивость сеянцев кедра сибирского / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, А. М. Пастухова, Е. Ю. Соколова, Ю. Е. Щерба. Львів : РВВ НЛТУ України, 2011. Вип. 9. С. 96–99.
- Воробьев В. Н. Стратификация кедра в бетонированных промерзающих траншеях // Лесное хозяйство. 1987. № 2. С. 39–41.
- Игнатенко М. М. Прорастание и хранение семян кедра сибирского // Биология семян интродуцированных растений. М. : Наука, 1985. С. 84–87.
- Крылов Г. В., Таланцев Н. К., Козакова Н. Ф. Кедр. М. : Лесн. пром-сть, 1983. 216 с.
- Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1973. 284 с.
- Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Генетика, селекция, семеноводство кедра сибирского. Красноярск : СибГТУ, 2000. 243 с.
- Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Агротехника выращивания кедра сибирского в питомниках // Хвойные бореальные зоны. 2006. №1. С. 37–43.
- Пастухова А. М. Перспективность отбора полусибов кедра сибирского по интенсивности роста в раннем возрасте // Лесной журнал. 2017. № 5. С. 73–81.
- Путенихина К. В., Шигапов З. Х., Путенихин В. П. Всхожесть семян кедра сибирского при интродукции в Башкирском Предуралье // Лесоведение. 2016. № 2. С. 107–114.

References

- Baraishchuk G. V., Tunik E. A. Cultivation of seedlings of Siberian cedar pine in the conditions of the Omsk region. The state and future of horticulture in Siberia : papers from the second national scientific and practical conference honoring the 85th anniversary of the Professor A. D. Kizyurin Fruit Garden at Omsk State University. Omsk, 2016. P. 171–175. (In Russ.)
- Bratilova N. P., Matveeva R. N., Butorova O. F. Biology and form diversity of Siberian cedar pine. Eco-Potential. 2014. № 1(5). P. 120–127. (In Russ.)

- Bryntsev V. A., Khramova M. I.* Individual and familial variability of Siberian pine seedlings grown from seeds of introduced population // *Bulletin of Moscow State Forest University. Forest Bulletin*. 2011. № 5. P. 4–10. (In Russ.)
- Bryntsev V. A., Khramova M. I.* Variability of seed progeny of Siberian pine during introduction. *Bulletin of Higher Educational Institutions // Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*. 2013. № 6 (336). P. 38–49. (In Russ.)
- Ignatenko M. M.* Germination and storage of Siberian cedar seeds // *Biology of seeds of introduced plants*. Moscow : Nauka, 1985. P. 84–87.
- Intra-, inter-family and geographic variability of Siberian cedar seedlings / *R. N. Matveeva, O. F. Butorova, A. M. Pastukhova, E. Y. Sokolova, Y. E. Shcherba*. Lviv : Research and Development Department of the National Forestry University of Ukraine. 2011. Issue 9. P. 96–99.
- Krylov G. V., Talantsev N. K., Kozakova N. F.* Cedar. Moscow : Forest Industry (Lesnaya Promyshlennost), 1983. 216 p.
- Mamaev S. A.* Forms of intraspecific variability in woody plants. Moscow : Nauka, 1973. 284 p.
- Matveeva R. N., Butorova O. F.* Agrotechnics of growing Siberian cedar in nurseries // *Conifers of the boreal area*. 2006. № 1. P. 37–43. (In Russ.)
- Matveeva R. N., Butorova O. F.* Genetics, breeding, seed production of Siberian cedar. Krasnoyarsk : SibSTU, 2000. 243 p.
- Pastukhova A. M.* Prospectivity of the selection of Siberian cedar half-sibs on the intensity of growth at an early age. *Forest Journal*. 2017. № 5. P. 73–81. (In Russ.)
- Putenikhin K. V., Shigapov Z. H., Putenikhin V. P.* Germination of Siberian cedar seeds in the introduction to the Bashkir Urals // *Forest Science*. 2016. № 2. P. 107–114. (In Russ.)
- Vorobyev V. N.* Stratification of cedar in concreted freezing trenches // *Forestry*. 1987. № 2. P. 39–41. (In Russ.)

Информация об авторах

С. В. Попова – аспирант.

Information about authors

S. V. Popova – postgraduate student.

*Статья поступила в редакцию 25.04.2023; принята к публикации 19.06.2023.
The article was submitted 25.04.2023; accepted for publication 19.06.2023.*
