

**РЕПРОДУКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ПОЛУСИБОВ 38-ЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА
СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В ДЕНДРАРИИ СИБГУ ИМ. М. Ф. РЕШЕТНЕВА ***

Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. А. Шенмайер¹, А. С. Коростелев

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ¹schenmaier@yandex.ru

Аннотация. Приведены данные о репродуктивном развитии деревьев сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) 38-летнего биологического возраста, являющихся семенным потомством (полусибами) плюсовых деревьев, аттестованных в Колыванском лесхозе Новосибирской области и в Слюдянском лесхозе Иркутской области. Полусибы произрастают в дендрарии СибГУ на участке «Продолжение геошколы». Цель исследования – установить изменчивость семеношения деревьев сосны кедровой сибирской и выделить экземпляры, отличающиеся повышенной репродуктивной способностью в 2024 г. У деревьев определяли количество шишек, макро- и микростробилов. Установлено, что в зависимости от принадлежности к потомству плюсовых деревьев проявляется их изменчивость по образованию макро-и микростробилов, шишек. По 21–40 шт. шишек образовалось у 16 % деревьев, 51–60 шт. – у 3 %. Выделены экземпляры, отличающиеся большим количеством шишек и высокой пыльцевой продуктивностью, которые рекомендованы для дальнейшего вегетативного размножения и создания урожайных лесосеменных плантаций.

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, макростробилы, микростробилы, шишки, потомство плюсовых деревьев.

Conifers of the boreal area. 2025, Vol. XLIII, No. 2, P. 40–45

**REPRODUCTIVE DEVELOPMENT OF 38-YEAR-OLD SIBERIAN
CEDAR PINE SEMIS IN THE ARBORETUM OF RESHETNEV UNIVERSITY****

R. N. Matveeva, O. F. Butorova, N. A. Shenmayer*, A. S. Korostelev

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ¹schenmaier@yandex.ru

Annotation. The data on the reproductive development of Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) trees of 38-year-old biological age, which are seed progeny (semi-sibs) of plus trees certified in the Kolyvansky forestry of Novosibirsk Oblast and in the Slyudyansky forestry of the Irkutsk Oblast, are presented. Semi-sibs are planted in the arboretum of Siberian State University on the site “Geoschool continuation”. The aim of the study was to establish the variability of seed bearing for Siberian pine trees and to identify specimens with increased reproductive capacity in 2024. The number of cones, macro- and microstrobiles in trees was determined. It has been established that depending on the progeny of plus trees, their variability in the formation of macro- and microstrobiles, cones is manifested. 21–40 cones were formed in 16 % of trees, 51–60 were formed in 3 %. Specimens with a large number of cones and high pollen productivity have been identified, which are recommended for further vegetative reproduction and the creation of productive forest seed plantations.

Keywords: siberian cedar pine, macrostrobiles, microstrobiles, cones, offspring of plus trees.

* 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 study was carried out by the staff of the scientific laboratory “Breeding of woody plants” within the framework of the state assignment No. FEFE-2024-0013 commissioned by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the topic “Breeding and genetic foundations for the formation of target plantations and the rational use of wood resources in Krasnoyarsk Krai (Yenisei Siberia)”.

ВВЕДЕНИЕ

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) является ценной орехопродуктивной древесной породой, отличающейся образованием семян, содержащих комплекс полезных веществ: жиров, белков, углеводов, аминокислот, макро- и микроэлементов и др. [1; 3; 4; 7; 8; 14].

Перспективность создания лесосеменных плантаций с использованием полусибов и рамет плюсовых деревьев хвойных пород отмечали М. М. Котов [5], А. П. Царев, Н. В. Лаур [12], А. А. Белоусова и др. [2].

М. М. Котов [5] подчеркивал высокий уровень изменчивости показателей на лесосеменных плантациях, созданных полусибами плюсовых деревьев.

Е. В. Титовым [9; 10] проведены исследования по изучению полиморфизма признаков урожайности в различных высотно-поясных 60–180-летних популяциях кедровников Северо-Восточного Алтая. Была отмечена очень высокая индивидуальная изменчивость количества шишек на дереве. Выделены три категории деревьев по динамике урожайности: высокоурожайные (со стабильным семеношением), среднеурожайные (с нерегулярным семеношением) и низкоурожайные (с редкими урожаями).

При изучении изменчивости урожайности сосны кедровой сибирской в разных высотных условиях произрастания Г. В. Кузнецовой [6] установлена неравномерность и высокое варьирование урожайности по годам наблюдений. Достоверно влияют на урожайность как год исследований, так и индивидуальная изменчивость деревьев. В работе R. S. Khamitov et al. [13] проведена оценка уровня индивидуальной изменчивости сосны кедровой сибирской по урожайности с учетом ее изменчивости по годам наблюдения.

Выявлено значительное влияние на урожайность года образования шишек.

На индивидуальную изменчивость, по данным Р. С. Хамитова, С. А. Баранова [11], приходится 37 % от общей вариации урожайности. Коэффициент корреляции подтверждает наличие умеренной зависимости количества шишек от индивидуальной изменчивости и от года урожая.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования является сосна кедровая сибирская 38-летнего биологического возраста, произрастающая в отделении «Продолжение геошколы» дендрария СибГУ. При создании участка использовали посадочный материал, выращенный из шишек, собранных с плюсовых деревьев, аттестованных по семенной и стволовой продуктивности в Колыванском лесхозе Новосибирской области и Слюдянском лесхозе Иркутской области. Схема посадки на участке 4×4 м. Оценку репродуктивной способности деревьев проводили в начале июля в период образования микростробилов. У обследованных экземпляров определяли количество шишек, макро- и микростробилов. Выделяли деревья по проценту превышения показателей в сравнении со средними значениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Приведены данные по семеношению сосны кедровой сибирской – потомство плюсовых деревьев с учетом образования шишек в 2024 г. Количество шишек на дереве варьировало от 1 до 57 шт. Наибольшее их превышение над средним значением на 50–375 % имели отдельные полусибы плюсовых деревьев (табл. 1, 2).

Таблица 1
Количество шишек у 38-летних полусибов плюсовых деревьев

Место произрастания плюсовых деревьев	Номер плюсового дерева	Номер полусиба (ряд, место)	Количество шишек	
			шт.	% к $X_{\text{ср}}$
Полуибы плюсовых деревьев по стволовой продуктивности				
Новосибирская область, Колыванский лесхоз	13/13	80-2	1	11,9
		82-3	14	166,7
	143/107	70-11	10	119,0
		70-13	10	119,0
		72-16	9	107,1
		76-12	3	35,7
Иркутская область, Слюдянский лесхоз	56/20	85-16	3	35,7
	60/24	80-11	8	95,2
		82-7	18	214,3
		87-13	8	95,2
Среднее значение			8,4	100,0
Полусибы плюсовых деревьев по семенной продуктивности				
Новосибирская область, Колыванский лесхоз	83/47	79-11	33	259,8
	98/62	72-11	29	228,3
		73-13	28	220,5
		79-2	1	7,9
		79-8	6	47,2
		80-3	5	39,4
		81-4	3	23,6
		85-22	10	78,7
	99/63	72-12	8	63,0

Окончание табл. 1

Место произрастания плюсовых деревьев	Номер плюсового дерева	Номер полусиба (ряд, место)	Количество шишек	
			шт.	% к X_{cp}
Новосибирская область, Колыванский лесхоз	99/63	72-15	6	44,2
	100/64	80-10	4	31,5
		81-12	1	7,9
		83-1	5	39,4
	102/66	83-8	6	44,2
		83-9	9	70,9
		86-8	3	23,6
		78-9	5	39,4
		79-6	3	23,6
	106/70	80-9	22	173,2
		81-8	22	173,2
		85-19	18	141,7
		84-15	7	55,1
		86-5	5	39,4
	92/56	74-12	8	63,0
		77-19	57	448,8
		84-9	6	44,2
		86-19	30	236,2
	148/112	79-20	16	126,0
Среднее значение			12,7	100,0

Наибольшее превышение по количеству шишек над средним значением (на 348,8 %) было у полусиба № 77-19 плюсового дерева 92/56. У полусиба № 86-19 плюсового дерева 92/56, у полусиба 79-11 плюсового дерева 83/47, у полусибов 73-13 и 72-11 плюсового дерева 98/62; полусиба 80-9, 81-8 плюсового дерева 106/70; полусиба 82-7 плюсового дерева 60/24 превышение составило 73,2–159,8 %. В 2022 году высокий урожай отмечался также у деревьев № 81-8, 72-11, 73-13, 82-7 (по 22–85 шт. шишек).

Сравнивая количество шишек у полусибов плюсовых деревьев, отобранных по стволовой продуктивности, видно, что их показатель меньше по сравнению с вариантами по семенной продуктивности.

Распределение деревьев по количеству шишек показало, что у большинства деревьев (71 %) сформировалось по 1–10 шт. шишек; у 16 % деревьев – по 21–40 шишек. Три процента деревьев имели по 51–60 шт. (рис. 1).

Отличаются полусибы и по количеству шишек в пучке (табл. 2).

Согласно литературным данным, максимальное количество шишек в пучке у сосны кедровой сибирской начинает проявляться с первых лет семеношения. У 38-летних деревьев этот показатель варьирует

до 4 шт. (полусиб 79-11 плюсового дерева 83/47 и № 77-19 плюсового дерева 92/56).

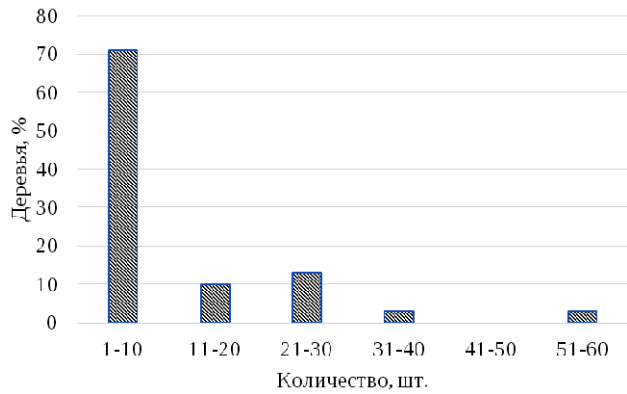


Рис. 1. Распределение деревьев по количеству шишек

На некоторых деревьях в 2024 г. сформировались макростробилы. Их количество на дереве варьировало от 2 до 22 шт. Наибольшее количество макростробилов (15–22 шт.) отмечено у деревьев 77-19, 72-11, 72-15, 79-6, 74-12 (табл. 3).

Таблица 2
Максимальное количество шишек в пучке

Номер плюсового дерева	Номер полусиба	Максимальное количество шишек в пучке		Номер плюсового дерева	Номер полусиба	Максимальное количество шишек в пучке	
		шт.	% к X_{cp}			шт.	% к X_{cp}
13/13	82-3	2	86,9	106-70	79-6	2	86,9
	80-2	1	43,0		78-9	2	86,9
83/47	79-11	4	173,9	110/74	86-5	2	86,9
98/62	85-22	1	43,5		84-15	1	43,5
	81-4	1	43,5	56/20	85-16	1	43,5

Окончание табл. 2

Номер плюсового дерева	Номер полусиба	Максимальное количество шишек в пучке		Номер плюсового дерева	Номер полусиба	Максимальное количество шишек в пучке	
		шт.	% к X_{cp}			шт.	% к X_{cp}
98/62	79-2	2	86,9	60/24	87-13	3	130,4
	80-3	2	86,9		82-7	3	130,4
	79-8	3	130,4		80-11	3	130,4
	73-13	2	86,9	92/56	86-19	3	130,4
	72-11	2	86,9		84-9	2	86,9
100/64	81-12	1	43,5		77-19	4	173,9
	80-10	3	130,4		74-12	3	130,4
102/66	86-8	2	86,9	99/63	72-12	2	86,9
	83-1	2	86,9		72-15	3	130,4
	83-8	3	130,4		70-11	3	130,4
	83-9	2	86,9	143/107	70-13	2	86,9
106/70	85-19	2	86,9		72-16	2	86,9
	81-8	3	130,4		76-12	1	43,5
	80-9	3	130,4	148/112	79-20	3	130,4
Среднее значение						2,3	100,0

Таблица 3
Количество шишек и макростробиллов на дереве

Номер плюсового дерева	Номер полусиба (ряд, место)	Макростробиллы, шт.	Шишки и макростробиллы	
			шт.	% к X_{cp}
13/13	80-2	2	3	12,0
83/47	79-11	2	35	139,4
98/62	80-3	11	16	63,7
	72-11	18	47	187,3
102/66	83-8	5	11	43,8
106/70	80-9	5	27	107,6
	79-6	16	19	75,7
	78-9	10	15	59,8
92/56	77-19	22	79	314,7
	74-12	15	23	91,6
99/63	72-12	9	17	67,7
	72-15	18	24	95,6
143/107	70-11	3	13	51,8
	70-13	12	22	87,6
Средние значения		10,6	25,1	100,0

По образованию макростробиллов изменчивость проявляется: от 7 % (количество макростробиллов 22–24 шт.) до 21 % (2–4 шт.) (рис. 2).

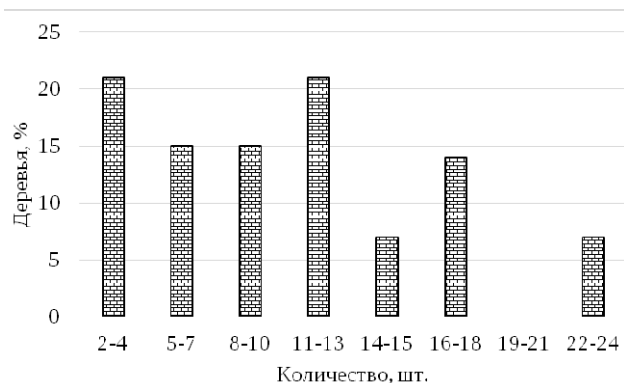


Рис. 2. Распределение деревьев по количеству макростробиллов

Микростробиллы образовались у 48 % экземпляров семенного потомства плюсовых деревьев. Их количество на дереве варьировало от 3 до 1541 шт. (табл. 4).

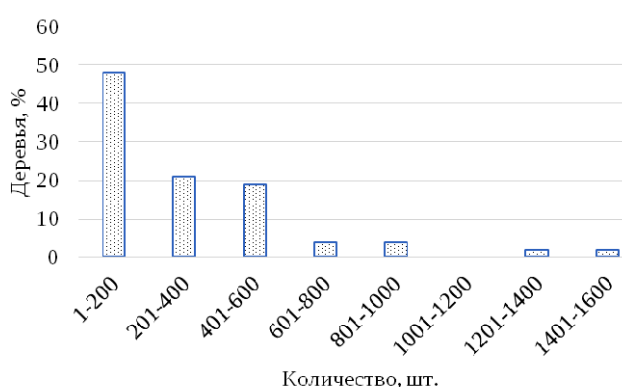


Рис. 3. Распределение деревьев по количеству микростробиллов

Наибольшее количество микростробилов отмечено у деревьев 77-19, 72-11, 73-13, 86-11, 84-12, 85-22, 72-12, 85-19, 86-9.

У большинства деревьев (48 %) образовалось по 1–200 микростробилов; по 201–600 микростробилов было у 40 % деревьев. Интенсивное мужское цветение

наблюдалось у 12 % деревьев (по 601–1600 микростробилов) (см. рис. 3).

Деревья семьи № 77-19 (плюсового дерева 92/56) и семья 72-11 (98/62) имели наибольшее количество шишек (57 и 29 шт., соответственно), макростробилов (22 и 18 шт.) и микростробилов (1541 и 1352 шт.).

Таблица 4
Образование микростробилов у семенного потомства плюсовых деревьев

Номер плюсового дерева	Номер полусиба (ряд, место)	Количество микростробилов		Номер плюсового дерева	Номер полусиба (ряд, место)	Количество микростробилов	
		шт.	% к X_{cp}			шт.	% к X_{cp}
13/13	82-3	68	21,6	106/70	81-9	44	13,9
83/47	79-11	25	7,9		81-10	3	0,9
98/62	85-22	613	194,6		78-3	364	115,6
	81-4	325	103,2		78-9	137	43,5
	79-4	324	102,9	110/74	86-5	448	142,2
	79-8	120	38,1		85-12	216	68,6
	73-13	882	280,0		84-12	684	217,1
	72-11	1352	429,2	56/20	87-10	64	20,3
100/64	79-10	209	66,3		85-16	28	8,9
	81-13	6	1,9	60/24	87-13	136	43,2
102/66	86-9	533	169,2		82-7	338	107,3
	86-10	59	18,7		82-8	94	29,8
	86-11	806	255,9		80-4	98	31,1
	84-4	189	60,0		80-11	495	157,1
	84-2	403	127,9	92/56	86-19	270	85,7
	83-1	400	126,9		84-9	100	31,7
	83-6	508	161,3		77-19	1541	489,2
	83-7	160	50,8	99/63	72-12	551	174,9
	83-8	59	18,7		72-15	105	33,3
	83-9	230	73,0	143/107	70-13	44	13,9
106/70	84-10	52	16,5		72-16	189	60,0
	84-11	16	5,1		75-11	460	146,0
	85-19	543	172,4		76-12	84	26,7
	81-8	462	146,7	148/112	79-20	279	88,6
Среднее значение						315	100,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что в зависимости от принадлежности к потомству плюсовых деревьев проявляется их изменчивость по репродуктивному развитию: образованию макро- и микростробилов, шишек. По 21–40 шт. шишек было у 16 % деревьев, 51–60 шт. – у 3 %. Количество микростробилов варьировало от 3 до 1541 шт. Выделены экземпляры, отличающиеся большим количеством шишек и высокой пыльцевой продуктивностью. Данные экземпляры будут использованы для создания целевых плантаций на повышенную семенную продуктивность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Бабиц Н. А., Соколов Н. Н., Бахтин А. А. Бесценный дар тайги. Архангельск : АГТУ, 1996. 224 с.

2. Белоусова А. А. Испытание семенного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной в условиях таежной зоны // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispytanie-semennogo-potomstva-plyusovyh-dereviev-sosny-obyknovennoy-v-usloviyah-taezhnoy-zony> (дата обращения: 03.11.2022).

3. Бех И. А., Кривец С.А., Бисирова Э. М. Кедр – жемчужина Сибири. Томск : Печатная мануфактура, 2009. 50 с.

4. Географическая изменчивость показателей роста и репродуктивного развития сосны кедровой сибирской / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, М. В. Гришлова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2024. № 6(402). С. 9–19. DOI 10.37482/0536-1036-2024-6-9-19. EDN HEDBKX.

5. Котов М. М. Организация лесосеменной базы. М. : Лесн. пром-сть, 1982. 136 с.

6. Кузнецова Г. В. Изменчивость показателей шишек и семян кедра сибирского в популяциях Западного Саяна // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2022. Т. 25. С. 58–60. EDN AFUQVA.

7. Содержание микроэлементов в семенах и хвое сосны кедра сибирского разного географического происхождения / Р. Н. Матвеева, Н. П. Братилова,

С. М. Кубрина, Ю. Е. Щерба // Лесоведение. 2019. № 6. С. 567–572. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41151931>.

8. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Исследования по выращиванию сосны кедровой сибирской за многолетний период // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XL, № 5. С. 374–380.

9. Титов Е. В. Орехопродуктивные кедровые плантации и лесосады. Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. 267 с. ISBN 978-5-7994-0927-2. EDN XQFKDZ.

10. Титов Е. В. Разнокачественность высокогорных гибридов кедров сибирского // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2023. Т. 26. С. 169–173. EDN RJRVYX.

11. Хамитов Р. С., Баранов С. А. Индивидуальная изменчивость урожайности семян сосны кедровой сибирской в условиях интродукции // Хвойные бореальной зоны. 2019. XXXVII, № 6. С. 443–447.

12. Царев А. П., Лаур Н. В. Селекционно-генетическая оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2009. № 1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/seleksionno-geneticheskaya-otsenka-plyusovyh-dereviev-sosny-obyknovennoy-1>.

13. Khamitov R. S. et al. Variability of Siberian stone pine seed yield in introduction plantations in the Vologda region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2022. Т. 979. № 1. С. 012010. DOI 10.1088/1755-1315/979/1/012010.

14. Velisevich S., Popov A. Evaluation of cone and seed quality of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) for plus-tree selection // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2022. Т. 46. № 5. С. 717–729. URL: <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3037>.

REFERENCES

1. Babich N. A., Sokolov N. N., Bahtin A. A. Bescennyj dar tajgi. Arhangel'sk : AGTU, 1996. 224 s.

2. Belousova A. A. Ispytanie semennogo potomstva plyusovyh derev'ev sosny obyknovennoj v usloviyah taezhnoj zony // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2016. № 1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispytanie-semennogo-potomstva-plyusovyh-dereviev-sosny-obyknovennoy-v-usloviyah-taezhnoj-zony> (data obrashcheniya: 03.11.2022).

3. Bekh I. A., Krivec S.A., Bisirova E. M. Kedr – zhemchuzhina Sibiri. Tomsk: Pechatnaya manufaktura, 2009. 50 s.

4. Bratilova N. P., Matveeva R. N., Butorova O. F., Grishlova M. V. Geograficheskaya izmenchivost' pokazatelej

rosta i reproduktivnogo razvitiya sosny kedrovoj sibirskoj // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal. 2024. № 6(402). С. 9–19. DOI 10.37482/0536-1036-2024-6-9-19. EDN HEDBKX.

5. Kotov M. M. Organizaciya lesosemennoj bazy. M. : Lesn. prom-st', 1982. 136 s.

6. Kuznecova G. V. Izmenchivost' pokazatelej shishek i semyan kedra sibirskogo v populyacijah Zapadnogo Sayana // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukcija drevesnyh rastenij. 2022. Т. 25. С. 58–60. EDN AFUQVA.

7. Soderzhanie mikroelementov v semenah i hvoe sosny kedra sibirskogo raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya / R. N. Matveeva, N. P. Bratilova, S. M. Kubrina, Yu. E. Shcherba // Lesovedenie. 2019. № 6. С. 567–572. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41151931>.

8. Matveeva R. N., Butorova O. F. Issledovaniya po vyrashchivaniyu sosny kedrovoj sibirskoj za mnogoletnij period // Hvojnye boreal'noj zony. 2022. Т. XL, № 5. С. 374–380.

9. Titov E. V. Orekhoproductivnye kedrovye plantacii i lesosady. Voronezh : Voronezhskij gosudarstvennyj lesotekhnicheskij universitet im. G. F. Morozova, 2021. 267 s. ISBN 978-5-7994-0927-2. EDN XQFKDZ.

10. Titov E. V. Raznokachestvennost' vysokogornyh gibridov kedra sibirskogo // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukcija drevesnyh rastenij. 2023. Т. 26. С. 169–173. EDN RJRVYX.

11. Hamitov R. S., Baranov S. A. Individual'naya izmenchivost' urozhajnosti semyan sosny kedrovoj sibirskoj v usloviyah introdukcii // Hvojnye boreal'noj zony. 2019. HHHVII, № 6. С. 443–447.

12. Carev A. P., Laur N. V. Selekcionno-geneticheskaya ocenka plyusovyh derev'ev sosny obyknovennoj // Vestnik MGUL – Lesnoj vestnik. 2009. № 1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/seleksionno-geneticheskaya-otsenka-plyusovyh-dereviev-sosny-obyknovennoy-1>.

13. Khamitov R. S. et al. Variability of Siberian stone pine seed yield in introduction plantations in the Vologda region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. Т. 979. № 1. С. 012010. DOI 10.1088/1755-1315/979/1/012010.

14. Velisevich S., Popov A. Evaluation of cone and seed quality of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) for plus-tree selection // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2022. Т. 46, № 5. С. 717–729. URL: <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3037>.

© Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Шенмайер Н. А., Коростелев А. С., 2025