

УДК 630\*27:630\*181.28

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.6.89

## ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ (*PINUS SIBIRICA DU TOUR*) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ

*В.А. Брынцев<sup>1</sup>, д-р с.-х. наук, проф.*

*А.А. Коженкова<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук, доц.*

<sup>1</sup>Московский государственный университет леса, ул. 1-я Институтская, д. 1, г. Мытищи-5, Московская обл., Россия, 141005; e-mail: bryntsev@mail.ru

<sup>2</sup>Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, ул. Ботаническая, д. 4, Москва, Россия, 127276; e-mail: kozhenkova\_anna@mail.ru

Целью исследований было определение наиболее перспективных районов-поставщиков семян для Московской области на основании изучения семян и саженцев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения. В задачи исследований входило: изучить всходы сосны кедровой сибирской разного географического происхождения и показатели 1- и 2-летних семян; изучить параметры роста 5- и 6-летних саженцев разных климатипов в школьном отделении; провести корреляционный анализ между показателями всходов и характеристиками 5- и 6-летних саженцев; определить лучшие по комплексу признаков климатипы в 6-летнем возрасте. Объектами исследования являлись семена и саженцы сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в возрасте от 1 до 6 лет. Семена для опыта отбирали из остатков средних проб семян зональных лесосеменных станций. Сеянцы и саженцы выращивали в лесном питомнике Правдинского лесхоза-техникума Московской области. В ходе исследования семенного потомства разного происхождения установлено, что различия между климатипами с возрастом увеличиваются. Проведенный корреляционный анализ показал слабую (от 0,01 до 0,39) связь между средним количеством семян у всходов разных климатипов и средними показателями роста (высота, диаметр у корневой шейки) сеянцев и саженцев в возрасте от 1 до 6 лет. Был рассчитан обобщенный относительный показатель успешности внедрения (роста) испытываемых климатипов (по высоте и диаметру), который позволил выделить наиболее успешные из них. Лучшие результаты по этому показателю имеют 6-летние растения из следующих лесосеменных подрайонов: 20а (Красноярский край), 18а (Алтайский край), 21а (Красноярский край), 14а (Тюменская область), 16а (Новосибирская область), 39и (Новосибирская область), 8в (Тюменская область). Наиболее высокими показателями отличались саженцы из Красноярского (лесосеменные подрайоны 20а и 21а) и Алтайского (18а) краев. Семена из этих лесосеменных подрайонов должны иметь преимущество при интродукции сосны кедровой сибирской в Московскую область.

*Ключевые слова:* интродукция, сосна кедровая сибирская, географические посевы, климатипы.

---

*Для цитирования:* Брынцев В.А., Коженкова А.А. Географическая изменчивость сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica Du Tour*) при интродукции // Лесн. журн. 2016. № 6. С. 89–97. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.6.89

*Введение*

Благодаря совокупности ценных свойств сосна кедровая сибирская культивируется в европейской части России на протяжении длительного периода. Она обладает комплексом хозяйственно-полезных свойств: устойчивостью к загрязнению воздуха, продолжительным периодом жизни, декоративностью, высокими вкусовыми качествами орехов, ценными продуктами переработки семян, шишек, хвои, живицы и др. [8]. Успешность ее выращивания за пределами ареала подтверждается образованием жизнеспособных семян в условиях интродукции [3, 5].

С учетом того, что сосна кедровая сибирская имеет широкий естественный ареал, особое значение для интродукции приобретает выбор районов-поставщиков семян. Определить их достоверно можно только на основе изучения опыта выращивания этой породы в географических посевах и культурах в условиях интродукции [2, 6, 7].

Цель исследований – определение наиболее перспективных районов-поставщиков семян для Московской области.

В задачи исследований входило: изучить всходы сосны кедровой сибирской и показатели 1- и 2-летних сеянцев; исследовать параметры роста 5- и 6-летних саженцев в школьном отделении; провести корреляционный анализ между показателями всходов и параметрами 5- и 6-летних саженцев.

*Методы и объекты исследования*

Объектами исследования являлись сеянцы и саженцы сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в возрасте от 1 до 6 лет. Семена отбирали из остатков средних проб семян зональных лесосеменных станций. Сеянцы и саженцы выращивали в лесном питомнике Правдинского лесхоза-техникума (Московская область). Создание и исследование географических посевов и посадок проводили по методике ВНИИЛМ [4].

Для измерения посадочного материала использовали мерную металлическую линейку со значением отсчета 0,1 см и штангенциркуль ШД-1 с точностью измерений 0,1 мм. Замеры проводили осенью, после окончания вегетации. Номера лесосеменных подрайонов приведены согласно [7].

Для расчета показателя успешности роста климатипов была применена методика, разработанная М.Д. Мерзленко и П.Г. Мельником [9] на основе методики IUFRO [10]. Она позволяет дать обобщенную характеристику успешности роста климатипов по нескольким показателям (в нашем случае – по высоте и диаметру). Согласно этой методике, сначала определяется среднее по всем климатипам, потом это значение вычитается из показателя для каждого климатипа. Так находится абсолютная успешность провениенции ( $U$ ) в абсолютных единицах. Выражая ее в долях стандартного отклонения, получаем относительную успешность внедрения климатипов ( $Q$ ). Относительную успешность климатипов по разным признакам суммируем, делим на количество признаков

и имеем обобщенный относительный показатель успешности внедрения испытываемых климатипов ( $q$ ).

Статистические расчеты проведены с использованием программы Microsoft Excel.

*Результаты исследования и их обсуждение*

Данные о количестве семян и грунтовой всхожести сосны сибирской из разных областей и краев России представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Показатели всходов сосны кедровой сибирской  
разного географического происхождения**

Происхождение семян – область, край	Лесосемен- ной подрайон	Грунтовая всхожесть, %	Количество семян				
			$M$	$\delta$	$\pm m$	V	P
			шт.			%	
Тюменская	8б	51	11,2	1,00	0,20	9	1,8
Свердловская	13б	12	9,3	0,60	0,12	6	1,3
Тюменская	14а	30	10,4	1,73	0,35	17	3,3
Томская	15а	26	10,2	2,90	0,58	28	5,7
Кемеровская	15в	36	11,0	1,92	0,38	17	3,5
Новосибирская	16а	29	10,9	3,03	0,61	28	5,6
Новосибирская	16б	37	11,6	1,68	0,34	14	2,9
Красноярский	17а	22	10,9	2,03	0,41	19	3,7
Алтайский	18а	57	10,8	3,06	0,61	28	5,7
Красноярский	20а	25	10,2	2,92	0,58	29	5,7
Красноярский	20в	48	10,7	1,05	0,21	10	2,0
Красноярский	21а	29	10,7	2,46	0,49	23	4,6
Красноярский	21б	22	10,4	2,49	0,50	24	4,8
Иркутская	22а	20	10,0	1,79	0,36	18	3,6
Новосибирская	39и	37	9,8	2,72	0,54	28	5,6
Новосибирская	40и	60	10,8	3,25	0,65	30	6,0
Красноярский	41и	55	11,2	1,89	0,38	17	3,4

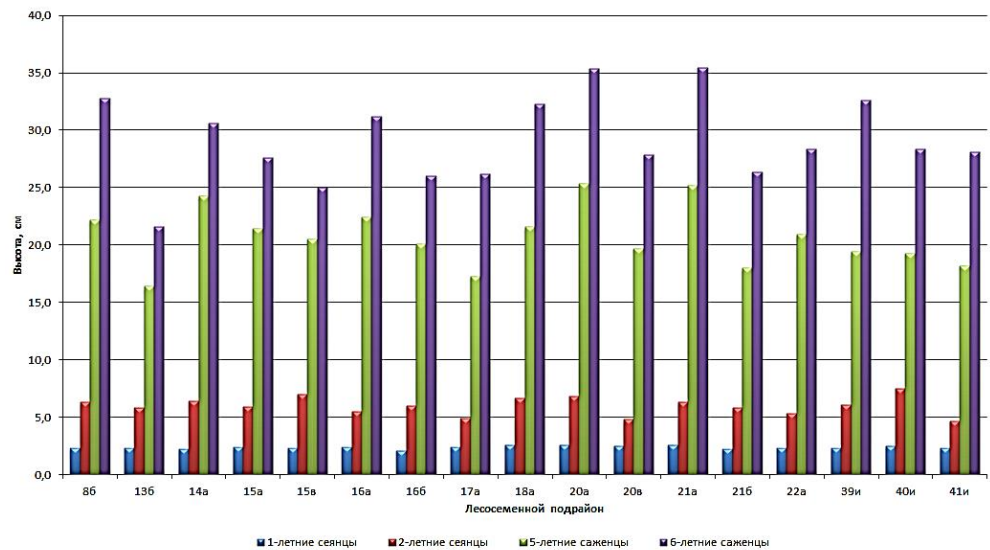
Примечание. Здесь и далее, в табл. 2,  $M$  – среднее значение показателя;  $\delta$  – среднеквадратическое отклонение;  $m$  – ошибка опыта;  $V$  – коэффициент вариации;  $P$  – показатель точности опыта.

Данные табл. 1 показывают, что грунтовая всхожесть семян у разных климатипов варьировала от 12 до 60 %. Среднее количество семян составляло от 9,3 до 11,6.

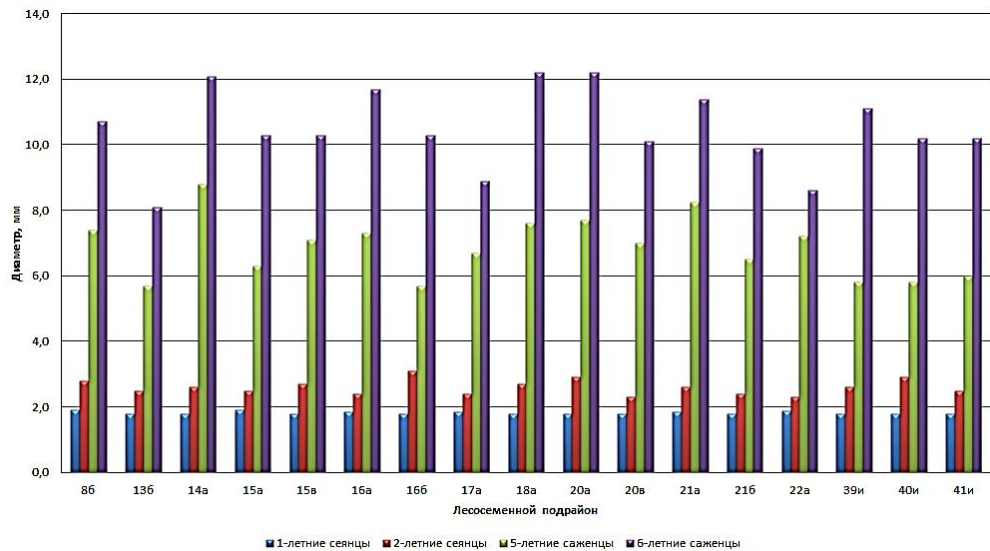
По литературным данным [1], у всходов сосны кедровой сибирской с большим числом семян отмечается в дальнейшем лучший рост по высоте, диаметру, повышенное накопление фитомассы, более раннее репродуктивное развитие и повышенная урожайность. Однако проведенный корреляционный анализ показал слабую положительную связь (коэффициент корреляции

от 0,01 до 0,39) между средним количеством семян долей у климатипов и средними показателями роста (высота, диаметр) климатипов в возрасте от 1 до 6 лет. В данном опыте не было обнаружено существенной устойчивой корреляционной связи между грунтовой всхожестью и дальнейшим ростом климатипов.

Динамика роста разных климатипов по высоте и диаметру у корневой шейки представлена на рис. 1.



*a*



*б*

Рис. 1. Высота (а) и диаметр у корневой шейки (б) 1- и 2-летних сеянцев и 5- и 6-летних саженцев разного географического происхождения

Как видно из рис. 1, различия между климатипами по высоте и диаметру с возрастом усиливаются и максимальны у 6-летних саженцев. Статистические показатели роста 6-летних саженцев разного географического происхождения приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Показатели роста 6-летних саженцев сосны кедровой сибирской  
разного географического происхождения**

Лесосеменной подрайон	Высота, см			Диаметр, мм		
	<i>M</i>	$\pm m$	V, %	<i>M</i>	$\pm m$	V, %
8б	32,8	1,80	27	10,7	0,42	19,7
13б	21,6	1,32	31	8,1	0,44	27,3
14а	30,6	1,51	25	12,1	0,42	17,4
15а	27,6	1,86	34	10,3	0,43	21,1
15в	25,0	1,17	23	10,3	0,40	19,3
16а	31,2	1,66	27	11,7	0,37	15,7
16б	26,0	1,47	28	10,3	0,49	23,7
17а	26,2	1,25	24	8,9	0,50	28,0
18а	32,3	1,47	23	12,2	0,53	21,9
20а	35,4	1,71	24	12,2	0,36	14,9
20в	27,9	1,34	24	10,1	0,44	21,7
21а	35,5	1,93	27	11,4	0,52	22,7
21б	26,4	1,36	26	9,9	0,48	24,3
22а	28,4	1,24	22	8,6	0,62	35,8
39и	32,6	1,68	26	11,1	0,35	15,9
40и	28,4	1,35	24	10,2	0,37	18,3
41и	28,1	1,23	22	10,2	0,31	15,3

Для того, что бы определить лучшие районы-поставщики семян для интродукции сосны кедровой сибирской в Московскую область, были рассчитаны показатели успешности внедрения (роста по высоте и диаметру) испытываемых климатипов кедр сибирского в 6-летнем возрасте (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели успешности роста климатипов кедр сибирского в 6-летнем возрасте**

Происхождение семян – область, край	Лесосемен- ной подрайон	По высоте			По диаметру			<i>q</i>
		<i>H</i>	$U_h$	$Q_h$	<i>D</i>	$U_d$	$Q_d$	
		см			мм			
Тюменская	8б	32,8	3,6	1,0	10,7	0,2	0,2	0,6
Свердловская	13б	21,6	-7,6	-2,0	8,1	-2,4	-2,0	-2,0
Тюменская	14а	30,6	1,4	0,4	12,1	1,6	1,3	0,9
Томская	15а	27,6	-1,6	-0,4	10,3	-0,2	-0,2	-0,3
Кемеровская	15в	25,0	-4,2	-1,1	10,3	-0,2	-0,2	-0,6
Новосибирская	16а	31,2	2,0	0,5	11,7	1,2	1,0	0,8

Окончание табл. 3

Происхождение семян – область, край	Лесосеменной подрайон	По высоте			По диаметру			q
		H	U <sub>h</sub>	Q <sub>h</sub>	D	U <sub>d</sub>	Q <sub>d</sub>	
		см			мм			
Новосибирская	16б	26,0	-3,2	-0,8	10,3	-0,2	-0,2	-0,5
Красноярский	17а	26,2	-3,0	-0,8	8,9	-1,6	-1,3	-1,0
Алтайский	18а	32,3	3,1	0,8	12,2	1,7	1,4	1,1
Красноярский	20а	35,4	6,2	1,7	12,2	1,7	1,4	1,5
Красноярский	20в	27,9	-1,3	-0,3	10,1	-0,4	-0,3	-0,3
Красноярский	21а	35,5	6,3	1,7	11,4	0,9	0,7	1,2
Красноярский	21б	26,4	-2,8	-0,7	9,9	-0,6	-0,5	-0,6
Иркутская	22а	28,4	-0,8	-0,2	8,6	-1,9	-1,6	-0,9
Новосибирская	39и	32,6	3,4	0,9	11,1	0,6	0,5	0,7
Новосибирская	40и	28,4	-0,8	-0,2	10,2	-0,3	-0,2	-0,2
Красноярский	41и	28,1	-1,1	-0,3	10,2	-0,3	-0,2	-0,3

Результаты расчетов показателей относительной успешности внедрения климатипов по высоте и диаметру свидетельствуют о весьма неоднозначной адаптации разных климатипов в условиях Московской области.

Эффективность при интродукции климатипов наглядно видна в сравнении на рис. 2, где приведен обобщенный по высоте и диаметру относительный показатель успешности внедрения испытываемых климатипов.

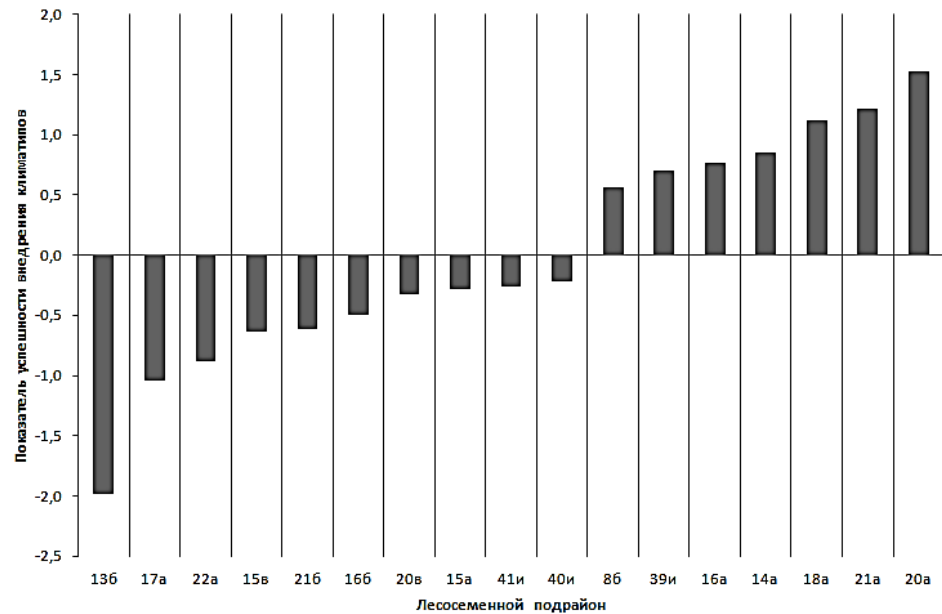


Рис. 2. Показатель успешности внедрения испытываемых климатипов кедров сибирского в 6-летнем возрасте

*Заключение*

Низкие значения показателя успешности внедрения имеют климатипы из следующих лесосеменных подрайонов: 17а, 20и, 41и, 21б (Красноярский край), 22а (Иркутская область), 15а (Томская область), 13б (Свердловская область), 15в (Кемеровская область), 16б и 40и (Новосибирская область).

Лучшие результаты по обобщенному показателю успешности в 6-летнем возрасте имеют климатипы из лесосеменных подрайонов: 20а (Красноярский край), 18а (Алтайский край), 21а (Красноярский край), 14а (Тюменская область), 16а (Новосибирская область), 39и (Новосибирская область), 8в (Тюменская область). При этом обобщенный показатель успешности внедрения климатипов у лесосеменного подрайона 20а (Красноярский край) составил полуторократную величину, а у лесосеменных подрайонов 21а (Красноярский край) и 18а (Алтайский край) он был больше единицы. Семена из этих лесосеменных подрайонов должны иметь преимущество при интродукции сосны кедровой сибирской в Московскую область.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Братилова Н.П. Влияние числа семядолей на рост 25-летнего кедра сибирского в плантационных культурах // Лесн. журн. 2007. № 6. С. 56–60. (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Брынцев В.А., Коженкова А.А. Рост и развитие сеянцев кедра сибирского разных климатипов при интродукции // Лесохоз. информ. 1992. № 4. С. 17–20.
3. Брынцев В.А., Храмова М.И. Изменчивость семенного потомства сосны кедровой сибирской при интродукции // Лесн. журн. 2013. № 6(336). С. 38–49. (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Изучение имеющихся и создание новых географических культур. Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. 52 с.
5. Коженкова А.А. Способы размножения пятихвойных сосен для целей лесовыращивания в зоне смешанных лесов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1987. 18 с.
6. Коженкова А.А., Брынцев В.А. Использование эмпирических кривых для изучения динамики сезонного роста пятихвойных сосен при интродукции // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 1999. № 4. С. 33–37.
7. Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 368 с.
8. Матвеева Р.Н., Бутерова О.Ф., Братилова Н.П. Королева тайги. Красноярск: СибГТУ, 2003. 144 с.
9. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Итог тридцати вегетаций в географических культурах ели Сергиево-Посадского опытного лесхоза // Вопросы лесоведения и лесоводства: науч. тр. МГУЛ. 1995. Вып. 274. С. 64–77.
10. Giertych M. Summary of results of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments // *Silvae Genetica*, 1979, 28(4). pp. 136–152.

Поступила 07.06.16

UDC 630\*27:630\*181.28

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.6.89

### Geographic Variation of Siberian Stone Pine (*Pinus Sibirica* du Tour) at the Introduction

V.A. Bryntsev<sup>1</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

A.A. Kozhenkova<sup>2</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

<sup>1</sup>Moscow State Forest University, 1st Institutskaya ul., 1, Mytishchi-5, Moscow region, 141005, Russian Federation; e-mail: bryntsev@mail.ru

<sup>2</sup>N.V. Tsytzin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Botanicheskaya ul., 4, Moscow, 127276, Russian Federation; e-mail: kozhenkova\_anna@mail.ru

The goal of research is the determination of the most promising areas-suppliers of seeds for the Moscow region on the basis of the study of seedlings and saplings of Siberian stone pine of different geographical origin. The research objectives are: to study the shoots of Siberian stone pine of different geographical origin and indicators of the 1- and 2-year-old seedlings; to explore the growth parameters of the 5- and 6-year-old seedlings of different climatypes in the school department; to conduct the correlation analysis between the indicators of germination and features of the 5- and 6-year-old seedlings; to determine the best climatypes at the age of 6 years according to the complex of indicators. The objects of the study are the seedlings and saplings of Siberian stone pine of different geographical origin at the ages from 1 to 6. Seeds for the experience have been taken from the remains of the average seed samples of the zonal forest seed stations. Seedlings and saplings have been grown in a nursery forest of the Pravdinsk Forestry College, the Moscow region. In the study of the seed progeny of different origin we have revealed the increase of differences between the climatypes with age. The correlation analysis has shown a weak (0.01...0.39) relationship between the average number of cotyledons of seedlings of different climatypes and the average growth indicators (height, diameter at the root collar) of seedlings and saplings at the ages from 1 to 6. We have calculated the generalized introduction (growth) success ratio of the test climatypes (according to the height and diameter), which has allowed identifying the most successful types. The best results on this age indicator have the 6-year-old plants of the following forest seed subareas: 20a (Krasnoyarsk Territory), 18a (Altai Territory), 21a (Krasnoyarsk Territory), 14a (Tyumen region), 16a (Novosibirsk region), 39и (Novosibirsk region), 8в (Tyumen region). Seedlings from the Krasnoyarsk (forest seed subareas 20a and 21a) and Altai (18a) Territories have the highest rates. Seeds of these forest seed subareas should have an advantage in the introduction of Siberian stone pine in the Moscow region.

*Keywords:* introduction, Siberian stone pine, geographic sowing, climatype.

#### REFERENCES

1. Bratilova N.P. Vliyanie chisla semyadoley na rost 25-letnego kedra sibirskogo v plantatsionnykh kul'turakh [Influence of Cotyledon Number on Growth of 25-year Siberian Cedar in Plantation Cultures]. *Lesnoy zhurnal*, 2007, no. 6, pp. 56–60.

---

*For citation:* Bryntsev V.A., Kozhenkova A.A. Geographic Variation of Siberian Stone Pine (*Pinus sibirica* Du Tour) at the Introduction, *Lesnoy zhurnal*, 2016, no. 6, pp. 89–97. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.6.89



2. Bryntsev V.A., Kozhenkova A.A. Rost i razvitie seyantsev kedra sibirskogo raznykh klimatipov pri introduktsii [Growth and Development of the Siberian Stone Pine Seedlings of Various Climatetypes at the Introduction]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 1992, no. 4, pp. 17–20.

3. Bryntsev V.A., Khranova M.I. Izmenchivost' semennogo potomstva sosny kedrovoy sibirskoy pri introduktsii [Variability of Seed Progeny of Siberian Pine at Introduction]. *Lesnoy zhurnal*, 2013, no. 6, pp. 38–49.

4. *Izuchenie imeyushchikhsya i sozдание novykh geograficheskikh kul'tur* [The Study of Existing and Creation of New Geographical Cultures]. Pushkino, 1972. 52 p.

5. Kozhenkova A.A. *Sposoby razmnozheniya pyatikhvoynykh sosen dlya tseley lesovyrashchivaniya v zone smeshannykh lesov*: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [Methods of Propagation of Penta- Coniferous Pines for Forest Cultivation in the Mixed Forest Zone: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs.]. Moscow, 1987. 18 p.

6. Kozhenkova A.A., Bryntsev V.A. Ispol'zovanie empiricheskikh krivykh dlya izucheniya dinamiki sezonnogo rosta pyatikhvoynykh sosen pri introduktsii [The Use of Empirical Curves to Study the Dynamics of Seasonal Growth of Penta- Coniferous Pines at the Introduction]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik* [Moscow State Forest University Bulletin – Lesnoy Vestnik], 1999, no. 4, pp. 33–37.

7. *Lesosemennoe rayonirovanie osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod v SSSR* [Seed Zoning of the Main Forest-Forming Species in the USSR]. Moscow, 1982. 368 p.

8. Matveeva R.N., Buterova O.F., Bratilova N.P. *Koroleva taygi* [The Queen of the Taiga]. Krasnoyarsk, 2003. 144 p.

9. Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. Itog tridtsati vegetatsiy v geograficheskikh kul'turakh eli Sergievo-Posadskogo opytного leskhoza [The Result of Thirty Vegetations in Geographical Cultures of Spruce in the Sergiev Posad Experimental Forestry]. *Voprosy lesovedeniya i lesovodstva* [The Issues of Sylviculture and Forest Science], 1995, no. 274, pp. 64–77.

10. Giertych M. Summary of Results of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Height Growth in IUFRO Provenance Experiments. *Silvae Genetica*, 1979, vol. 28, no. 4, pp. 136–152.

Received on June 07, 2016