

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ 1–7-ЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ ОТ РАМЕТ ПЛЮСОВОГО ДЕРЕВА 100/64, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА УЧАСТКЕ «ГСП»

Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова\*, С. В. Попова, 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: butorova.olga@mail.ru

**Аннотация.** Большое внимание уделяется созданию плантационных культур целевого назначения, в том числе сосны кедровой сибирской на урожайность и стволовую продуктивность. В связи с этим актуальны исследования, направленные на изучение полиморфизма хвойных видов, проведение отбора ценных экземпляров для размножения и выращивания сортового посадочного материала. Цель исследований: изучить изменчивость и отселектировать сеянцы сосны кедровой сибирской от рамет плюсового дерева № 100/64, произрастающих на гибридно-семенной плантации (ГСП) кафедры селекции и озеленения СибГУ им. М. Ф. Решетнева, расположенной на территории Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза. Маточное плюсовое дерево, произрастающее в Колыванском лесничестве Новосибирской области, было аттестовано по семенной продуктивности в 1977 году и размножено прививкой в 1988 году. Для изучения изменчивости семенного потомства были отселектированы в 2017 году урожайные раметы № 7-18 и 22-17. У сеянцев измеряли биометрические показатели (высоту, текущий прирост побега, диаметр стволика, длину первичной, пучковой хвои, семядолей), определяли количество первичной хвои, семядолей. Установлено достоверное различие между раментами по длине семядолей, высоте сеянцев, текущему приросту побега, длине первичной, пучковой хвои. Между высотой, диаметром стволика, приростом и длиной хвои наблюдается значительная связь как в 5-летнем, так и в 7-летнем возрасте. Отселектированы сеянцы по интенсивности роста и длине хвои. Выделенные растения рекомендуется использовать для создания лесосеменных плантаций.

**Ключевые слова:** сосна кедровая сибирская, плюсовое дерево, рамета, сеянцы, изменчивость, корреляция, отбор.

*Conifers of the boreal area. 2025, Vol. XLIII, No. 3, P. 37–43*

## VARIABILITY OF 1–7-YEAR-OLD SEEDLINGS OF SIBERIAN PINE FROM THE PLUS TREE 100/64 RAMETS GROWING ON THE SITE “GSP”

R. N. Matveeva, O. F. Butorova\*, S. V. Popova, Y. E. Shcherba

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: butorova.olga@mail.ru

**Annotation.** Much attention is paid to the creation of plantation crops for special purposes, including Siberian pine for yield and stem productivity. In this regard, research aimed at studying the polymorphism of coniferous species, selecting valuable specimens for reproduction and cultivation of varietal planting material is relevant. The aim of the research was to study the variability and select seedlings of Siberian pine from the ramets of the plus tree No 100/64 growing on a hybrid-seed plantation (GSP) of the Department of Breeding and Landscaping of the Siberian State University named after M. F. Reshetnev, located on the territory of the Karaulny forestry of the Educational and Experimental Forestry. The mother plus tree, growing in the Kolyvansky forestry of the Novosibirsk region, was certified for seed productivity in 1977 and propagated by grafting in 1988. To study the variability of seed progeny, yield ramets No 7-18 and 22-17 were selected in 2017. In seedlings, biometric indicators were measured (height, current shoot growth, trunk diameter, length of primary, tufted needles, cotyledons), the number of primary needles and cotyledons was determined. A significant difference between ramets in the length of cotyledons, the height of seedlings, the current growth of the shoot, and the length of primary needles has been established. There is a significant relationship between the height, trunk diameter, growth and length of needles both at 5 and 7 years of age. Seedlings were selected according to the intensity of growth and the length of needles. The selected plants are recommended for the creation of forest seed plantations.

**Keywords:** Siberian pine, plus tree, rameta, seedlings, variability, correlation, selection.

## ВВЕДЕНИЕ

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) – это уникальная орехоплодная древесная порода, являющаяся основным лесообразующим видом Сибири. Она характеризуется высоким уровнем полиморфизма. Большое внимание уделяется созданию плантационных культур целевого назначения на урожайность и стволовую продуктивность [9; 13; 14; 20 и др.].

По вопросу выращивания селекционного посадочного материала сосны кедровой сибирской имеются работы многих авторов [5; 6; 11; 16; 21; 22; 23; 26; 27 и др.].

В связи с этим актуальны исследования, направленные на изучение полиморфизма хвойных видов, проведение отбора ценных форм для размножения и выращивания сортового посадочного материала [10; 15; 25; 28 и др.]. Для этих целей целесообразно использовать посадочный материал с ценными генетико-селекционными свойствами. Проявление генетических признаков плюсовых деревьев и их клонов в конкретных условиях произрастания определяется путем изучения семенного потомства [2–4; 14; 19 и др.]. Поэтому особое внимание уделяется применению методов ранней диагностики [7; 8; 18; 19; 24 и др.].

**Цель исследований:** изучить изменчивость сеянцев сосны кедровой сибирской от рамет плюсового дерева № 100/64, произрастающих на гибридно-семенной плантации (ГСП) кафедры селекции и озеленения СибГУ им. М. Ф. Решетнева, расположенной на территории Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования явилось семенное потомство рамет плюсового дерева, произрастающего в Колыванском лесничестве Новосибирской области, аттестованного по семенной продуктивности в 1977 году и размноженного прививкой в 1988 году. Раметы были посажены на гибридно-семенной плантации (ГСП) в Караульном лесничестве Учебно-опытного лесхоза СибГУ. Проанализирована изменчивость 1–7-летнего семенного потомства отселектированных в 2017 году урожайных рамет № 7-18 и 22-17.

У сеянцев измеряли высоту, текущий прирост побега, диаметр стволика, длину первичной, пучковой хвои, семядолей, определяли количество первичной, пучковой хвои, семядолей. Уровень изменчивости показателей оценивали по шкале С. А. Мамаева [17]. Достоверность различий устанавливали по *t*-критерию. Данные обрабатывали статистически с использованием программ Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Однолетние сеянцы в семьях рамет № 7-18 и 22-17 имели среднюю высоту  $4,2 \pm 0,39$  см и  $5,2 \pm 0,40$  см при высоком и очень высоком уровнях варьирования. По высоте, количеству первичной хвои и длине семядолей однолетние сеянцы раметы № 22-17 отличались более высокими значениями, превышая растения в варианте № 7-18 по высоте на 23,8 %, количеству первичной хвои – на 23,5 %, длине семядолей – на 19,2 %, но достоверное различие подтверждается только по длине семядолей.

В двухлетнем возрасте сеянцы раметы № 22-17 имели большую высоту, текущий прирост побега, длину хвои, чем сеянцы раметы № 7-18 (рис. 1).

Средняя высота двухлетних сеянцев от раметы № 22-17 превышала на 32,1 %, приросту – на 46,7 %, длине хвои – на 47,4 % показатели растений от раметы № 7-18. Достоверность различий подтверждается статистически ( $t_{\phi} > t_{05}$ ). Коэффициент изменчивости варьировал от 11,4 % (диаметр стволика) до 37,4 % (длина хвои). То есть по высоте и длине хвои уровень вариации высокий; текущему приросту побега и диаметру стволика – средний и высокий.

Трехлетние сеянцы имели среднюю высоту 8,2 и 9,3 см. Достоверное различие между семьями подтвердилось только по текущему приросту побега. Высота и длина верхушечных почек характеризовались средним уровнем изменчивости, по приросту – высоким, по длине хвои – средним и высоким

В четырехлетнем возрасте высота, длина хвои, диаметр стволика, количество почек сеянцев раметы № 22-17 были больше, чем у сеянцев раметы № 7-18. Установлено, что сеянцы раметы № 22-17 в четырехлетнем возрасте имели высоту на 36,8 % больше, диаметр стволика – на 36,4 % в сравнении с сеянцами раметы № 7-18 (рис. 2).

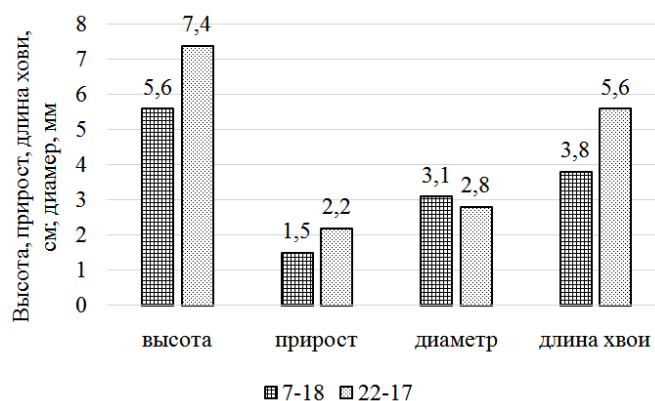


Рис. 1. Показатели двухлетних сеянцев рамет плюсового дерева № 100/64 урожая 2017 года

В четырехлетнем возрасте сеянцы рамы № 7-18 отличались более длинной хвоей (6,8 см), что на 19,3 % больше, чем в варианте 22-17 при среднем и высоком уровнях варьирования. Коэффициент изменчивости равен от 13,4 до 37,6 %. Наибольшая изменчивость отмечена по количеству верхушечных почек.

У пятилетних сеянцев высота, диаметр стволика, длина хвои рамы № 7-18 и № 22-17 не имели существенных различий. Достоверное превышение установлено только по текущему приросту побега: в потомстве рамы № 7-18 прирост был на 46,2 % больше, чем у семьи № 22-17 ( $t_{\Phi} > t_{05}$ ).

Коэффициент изменчивости показателей сеянцев рамы № 7-18 равен 5,6–31,9 %, рамы № 22-17 – 17,6–24,4 %.

Определено наличие корреляции между изучаемыми показателями (табл. 1).

Между высотой, приростом и диаметром стволика; приростом и длиной хвои наблюдается значительная связь, длиной хвои и диаметром стволика – умеренная.

Динамика роста сеянцев в 1–5-летнем возрасте приведена на рис. 3.

Установлено, что к 2-летнему возрасту высота сеянцев увеличилась на 33,3–42,3 %, к 3-летнему возрасту – на 24,3–46,4 %, 4-летнему – на 6,1–28,0 %, 5-летнему – на 10,1–46,0 %. Интенсивный рост сеянцев рамы № 22-17 сохраняется в течение пяти лет.

Высота шестилетних сеянцев разных рамы варьировала от 7,0 до 31,6 см при средних значениях 18,1 и 20,6 см. Сеянцы рамы № 22-17 имели большие значения по всем показателям. Высота сеянцев в семье рамы № 22-17 была больше на 13,8 %, диаметр стволика – на 18,3 %, количество верхушечных почек – на 20,0 %, длина хвои – на 9,2 %. Достоверность различий между вариантами по высоте, диаметру стволика, длине хвои подтверждается статистически ( $t_{\Phi} > t_{05}$ ). Коэффициент варьирования изменяется от 19,3 % (длина хвои) до 68,9 % (текущий прирост побега), что свидетельствует о средней, высокой и очень высокой вариации показателей.

Средняя высота 7-летнего семенного потомства составила 27,5 и 31,9 см. Сеянцы рамы № 22-17 имеют высоту на 16,0 % больше, чем рамы № 7-18. Варьирование в семье 7-18 высокое, 22-17 – среднее (табл. 2).

По диаметру стволика различие между семьями составляет 7,5 % и не подтверждается статистически ( $t_{\Phi} < t_{05}$ ).

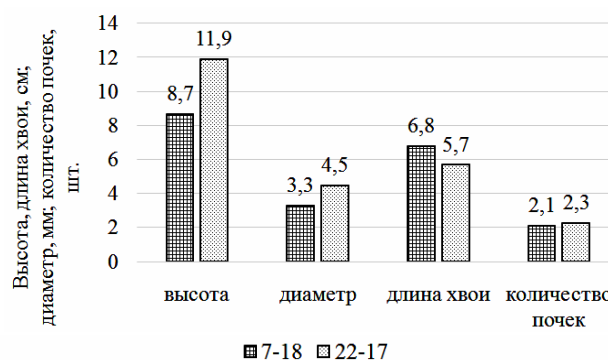
Текущий прирост побега сеянцев в варианте № 22-17 больше на 38,5 %, уровень варьирования высокий и очень высокий.

По количеству верхушечных почек, длине почек, длине хвои сеянцы в сравниваемых семьях не имеют достоверных различий (табл. 3).

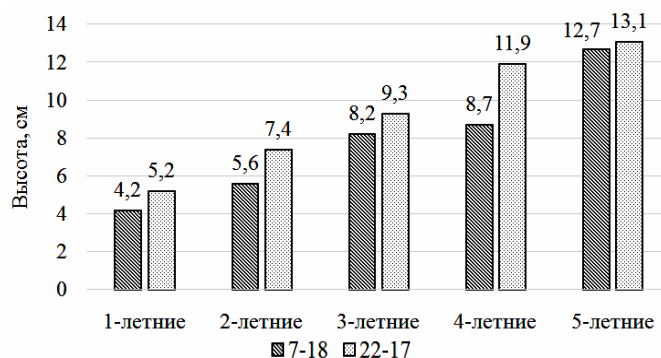
Проведено ранжирование сеянцев по высоте (рис. 4).

**Таблица 1**  
**Коэффициенты корреляции между показателями пятилетних сеянцев**

| Показатель                    | $r$   | Степень тесноты связи |
|-------------------------------|-------|-----------------------|
| Высота и диаметр стволика     | 0,567 | значительная          |
| Прирост и диаметр стволика    | 0,647 | значительная          |
| Прирост и длина хвои          | 0,610 | значительная          |
| Длина хвои и диаметр стволика | 0,321 | умеренная             |



**Рис. 2. Показатели 4-летних сеянцев**



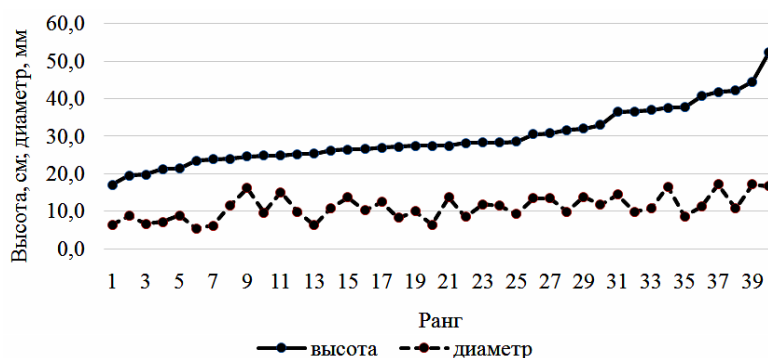
**Рис. 3. Динамика роста сеянцев 1–5-летнего возраста**

**Таблица 2**  
**Показатели 7-летних сеянцев**

| Номер рамы (семьи)   | $X_{cp}$ | $\pm m$ | $V, \%$ | $t_{\phi}$ при $t_{05} = 2,02$ |
|----------------------|----------|---------|---------|--------------------------------|
| Высота, см           |          |         |         |                                |
| 7-18                 | 27,5     | 2,12    | 34,5    | 1,73                           |
| 22-17                | 31,9     | 1,39    | 19,5    | –                              |
| Диаметр стволика, мм |          |         |         |                                |
| 7-18                 | 10,6     | 0,77    | 32,6    | 0,79                           |
| 22-17                | 11,4     | 0,65    | 25,4    | –                              |
| Текущий прирост, см  |          |         |         |                                |
| 7-18                 | 5,2      | 0,50    | 67,3    | 2,37                           |
| 22-17                | 7,2*     | 0,68    | 49,5    | –                              |

**Таблица 3**  
**Количество, длина почек и хвои у 7-летних сеянцев**

| Номер рамы (семьи)    | $X_{cp}$ | $\pm m$ | $V, \%$ | $t_{\phi}$ при $t_{05} = 2,02$ |
|-----------------------|----------|---------|---------|--------------------------------|
| Количество почек, шт. |          |         |         |                                |
| 7-18                  | 4,6      | 0,42    | 57,4    | 0,72                           |
| 22-17                 | 5,0      | 0,36    | 32,2    | –                              |
| Длина почек, см       |          |         |         |                                |
| 7-18                  | 1,3      | 0,08    | 27,1    | –                              |
| 22-17                 | 1,2      | 0,06    | 22,3    | 1,01                           |
| Длина хвои, см        |          |         |         |                                |
| 7-18                  | 7,2      | 0,50    | 31,4    | 0,63                           |
| 22-17                 | 7,6      | 0,38    | 22,2    | –                              |

**Рис. 4. Высота и диаметр стволика 7-летних сеянцев**

Высота растений изменяется от 17,0 до 52,4 см, диаметр стволика колеблется от 5,4 до 17,2 см.

На рис. 5, 6 показаны динамика роста сеянцев, текущего прироста и длины хвои.

Среди семенного потомства выделены быстрорастущие (высота на 20 % и более), длиннохвойные (10,8–12,2 см) экземпляры, которые рекомендуются для последующего размножения (табл. 5).

Наибольшее превышение по высоте отмечено у сеянца № 12 рамы 7-18 (76,4 %). У потомства рамы 22-17 превышение установлено у сеянцев № 18

(49,8 %) и № 10 (42,1 %) в сравнении со средним значением по опыту.

Отсекалированы семилетние сеянцы по длине хвои (табл. 6).

Выделены сеянцы, у которых превышение в сравнении со средним значением составило 23,0–51,4 % (потомство рамы 7-18), 39,2–45,9 % (потомство рамы 22-17 сеянца).

Коэффициенты корреляции и теснота связи между показателями сеянцев в 7-летнем возрасте согласуются с данными, полученными в пятилетнем возрасте (табл. 8).

**Таблица 5**  
**Отсекалированные семилетние сеянцы по высоте**

| Номер раметы<br>(семьи)   | Номер<br>сеянца | Высота |                   | Номер раметы<br>(семьи) | Номер<br>сеянца | Высота |                   |
|---------------------------|-----------------|--------|-------------------|-------------------------|-----------------|--------|-------------------|
|                           |                 | см     | % превы-<br>шения |                         |                 | см     | % превы-<br>шения |
| 7-18                      | 12              | 52,4   | 76,4              | 22-17                   | 18              | 44,5   | 49,8              |
|                           | 11              | 41,8   | 40,7              |                         | 10              | 42,2   | 42,1              |
|                           | 5               | 33,0   | 11,1              |                         | 3               | 40,7   | 37,0              |
| Среднее значение по опыту |                 |        |                   |                         |                 | 29,7   | 100,0             |

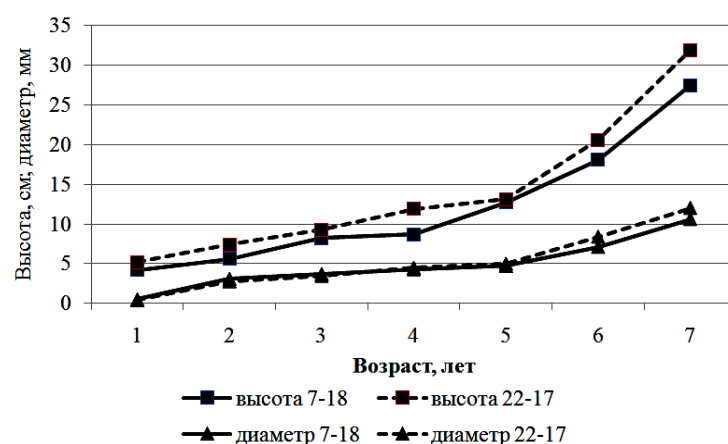


Рис. 5. Динамика роста сеянцев разных рамет

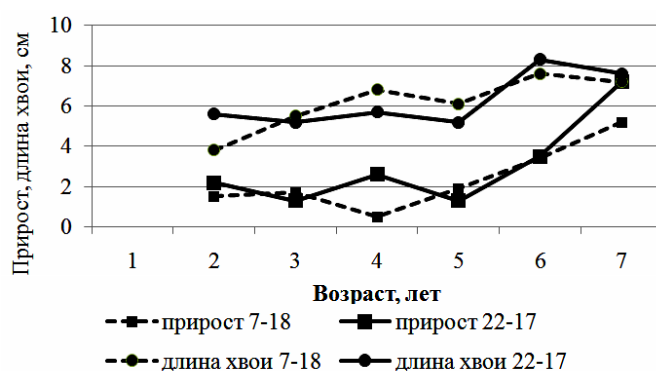


Рис. 6. Динамика текущего прироста и длины хвои 2-7-летних сеянцев

Таблица 6

Отселектированные семилетние сеянцы по длине хвои

| Номер раметы<br>(семьи)   | Номер<br>сеянца | Длина хвои |                   | Номер раметы<br>(семьи) | Номер<br>сеянца | Длина хвои |                   |
|---------------------------|-----------------|------------|-------------------|-------------------------|-----------------|------------|-------------------|
|                           |                 | см         | % превы-<br>шения |                         |                 | см         | % превыше-<br>ния |
| 7-18                      | 14              | 12,2       | 51,4              | 22-17                   | 14              | 10,8       | 45,9              |
|                           | 20              | 9,3        | 25,7              |                         | 11              | 10,5       | 41,9              |
|                           | 8               | 9,1        | 23,0              |                         | 18              | 10,3       | 39,2              |
| Среднее значение по опыту |                 |            |                   |                         |                 | 7,4        | 100,0             |

Таблица 7

Коэффициенты корреляции между показателями семилетних сеянцев

| Показатель                    | <i>r</i> | Степень тесноты связи |
|-------------------------------|----------|-----------------------|
| Высота и диаметр стволика     | 0,584    | значительная          |
| Прирост и диаметр стволика    | 0,521    | значительная          |
| Прирост и длина хвои          | 0,541    | значительная          |
| Длина хвои и диаметр стволика | 0,256    | слабая                |

Подтвердилась тесная корреляционная зависимость между высотой, диаметром стволика, приростом и длиной хвои. Между длиной хвои и диаметром стволика корреляционная связь слабая.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований проанализирована изменчивость сеянцев сосны кедровой сибирской разных рамет одного клона (100/64). Выявлено значительное варьирование всех показателей в 1-7-летнем возрасте. По ряду показателей отмечено преимущество сеянцев от раметы № 22-17. Наибольшее

различие установлено по высоте растений и длине хвои. Имеется зависимость между высотой сеянцев, диаметром стволика, приростом и длиной хвои. Отселектированы сеянцы по высоте и длине хвои. Выделенные растения рекомендуется использовать для создания лесосеменных плантаций вегетативного происхождения целевого назначения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Бабич Н. А., Хамитов Р. С. Рост сеянцев сосны кедровой сибирской в потомстве деревьев разных половых типов // Лесной журнал. 2018. № 1. С. 29–36.

2. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Орнатский А. Н. Селекционно-генетические аспекты лесного семеноводства // Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской ГСХА. 2011. С. 5–34.

3. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Горелов А. Н. Индекс неидентичности в сравнительной оценке плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов в Нижегородской области // Сельские территории – основа развития страны: современное состояние, проблемы и перспективы. Нижний Новгород, 2022. С. 20–26.

4. Братилова Н. П., Орешенко С. А. Отбор ценных биотипов сосны кедровой сибирской по показателям их семенного потомства // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Красноярск : СибГУ, 2009. С. 10–13.

5. Особенности роста семенного потомства отселектированных по урожайности клонов сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в условиях юга Средней Сибири / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Ю. Е. Щерба, А. Г. Кичильдеев, В. В. Комарницкий // Хвойные бореальной зоны. 2016. Т. XXXVII, № 5-6. С. 294–297.

6. Эндогенная изменчивость показателей роста и надземной фитомассы сосны кедровой корейской в искусственных насаждениях пригородной зоны Красноярска / Н. П. Братилова, В. Н. Калагин, А. В. Мантулина [и др.] // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. 41, № 6. С. 459–465.

7. Брынцев В. А., Храмова М. И., Индивидуальная и семейственная изменчивость сеянцев сосны кедровой сибирской, выращенных из семян интродукционной популяции // Лесной вестник. 2011. № 5. С. 4–11.

8. Брынцев В. А., Храмова М. И. Изменчивость семенного потомства сосны кедровой сибирской при интродукции // Лесной журнал. 2013. № 6. С. 38–49.

9. Воробьева М. В., Жигулин Е. В., Залесов С. В., Коростелева М. В. Использование сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в озеленении г. Екатеринбурга // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 7 (109). Ч. 1. С. 132–136.

10. Ганичев Г. П. Платационное выращивание лесных ресурсов // Лесной вестник. 2014. № 3. С. 43–46.

11. Данченко А. М., Кабанова С. А. Оценка роста полусибирского потомства сосны кедровой сибирской в открытом грунте и теплице // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV, № 2–3. С. 174–178.

12. Дроздов И. И. Исследования по выращиванию кедра сибирского во Владимирской области // Лесное хозяйство. 1970. № 10. С. 39–40.

13. Земляной А. И. О восстановлении кедровых лесов и создании селекционных плантаций кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) // ГЕО-Сибирь-2011. Новосибирск, 2011. Т. 3, ч. 2. С. 163–165.

14. Ирошников А. И., Твеленев М. В. Изучение генофонда, интродукции и селекции кедровых сосен // Лесоведение. 2001. № 4. С. 62–68.

15. Кривцов А. Е. О перспективах развития лесного селекционного семеноводства // Лесное хозяйство. 2001. № 1. С. 40.

16. Кузнецова Г. В. Межпопуляционная изменчивость размера шишек и массы семян сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica* Du Tour) // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XL, № 5. С. 369–373.

17. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. Москва : Наука, 1972. 384 с.

18. Маслаков Е. Л., Маркова И. А., Шестакова Т. А. О возможности ранней диагностики быстрорастущих деревьев-лидеров // Лесоведение. 2001. № 1. С. 25–31.

19. Матвеева Р. Н., Батырев А. Ф., Мочалова Т. Н. Фотосинтетическая поверхность всходов – диагностический признак быстроты роста сеянцев кедра сибирского // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в лесной промышленности. Красноярск : СТИ, 1988. С. 28–29.

20. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Генетика, селекция, семеноводство кедра сибирского. Красноярск : СибГТУ, 2000. 243 с.

21. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Исследования по выращиванию сосны кедровой сибирской за многолетний период // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40, № 5. С. 374–380.

22. Пастухова А. М. Изменчивость трехлетнего семенного потомства кедра сибирского от материнских растений разного географического происхождения // Вестник КрасГАУ. 2011. № 4. С. 95–98.

23. Смирнов Н. А. Выращивание посадочного материала для лесовосстановления. Москва : Лесная промышленность, 1981. С. 55–59.

24. Титов Е. В. Генетико-селекционная обусловленность показателей урожайности у кедра сибирского // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Красноярск, 1999. С. 13–14.

25. Титов Е. В. Районирование целевых плантаций // Цифровые технологии в лесной отрасли. Воронеж, 2022. С. 92–98.

26. Хамитов Р. С., Андропова М. А., Антонов А. М. Изменчивость сосны кедровой сибирской по урожайности шишек в условиях интродукции // Лесной журнал. 2018. № 3. С. 84–91.

27. Щерба Ю. Е., Кожухова М. Е. Меж- и внутрисемейная изменчивость 6-летних сеянцев *Pinus sibirica* Du Tour – потомств рамет плюсового дерева 94/58 // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Красноярск: СибГУ, 2023. С. 233–237.

28. Bauhus J., Schmerbeck J. Silvicultural options to enhance and use forest plantation biodiversity // Earth Ecosystem Goods. 2012. Pp. 96–128.

## REFERENCES

1. Babich N. A., Hamitov R. S. Rost seyancev sosny kedrovoy sibirskoy v potomstve derev'ev raznyh polovykh tipov // Lesnoj zhurnal. 2018. № 1. S. 29–36.

2. Besschetnov V. P., Besschetnova N. N., Ornat'skij A. N. Selekcionno-geneticheskie aspekty lesnogo semenovodstva // Trudy fakul'teta lesnogo hozyajstva Nizhegorodskoj GSHA. 2011. S. 5–34.

3. Besschetnov V. P., Besschetnova N. N., Gorelov A. N. Indeks neidentichnosti v sravnitel'noj ocenke plyusovykh derev'ev sosny obyknovennoj v arhivah klonov v Nizhegorodskoj oblasti // Sel'skie territorii – osnova

razvitiya strany: sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy. Nizhniy Novgorod, 2022. S. 20–26.

4. Bratilova N. P., Oreshenko S. A. Otbor cennyh biotipov sosny kedrovoj sibirskoj po pokazatelyam ih semennogo potomstva // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnyh rastenij. Krasnoyarsk : SibGU, 2009. S. 10–13.

5. Bratilova N. P., Matveeva R. N., Butorova O. F., Shcherba Yu. E., Kichkil'deev A. G., Komarnickij V. V. Osobennosti rosta semennogo potomstva otselektirovannyh po urozhajnosti klonov sosny kedrovoj sibirskoj raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyah yuga Srednej Sibiri // Hvojnye boreal'noj zony. 2016. T. XXXVII, № 5–6. S. 294–297.

6. Endogennaya izmenchivost' pokazatelej rosta i nadzemnoj fitomassy sosny kedrovoj korejskoj v iskustvennyh nasazhdeniyah prigorodnoj zony Krasnoyarska / N. P. Bratilova, V. N. Kalagin, A. V. Mantulina [i dr.] // Hvojnye boreal'noj zony. 2023. T. 41, № 6. S. 459–465.

7. Bryncev V. A., Hramova M. I., Individual'naya i semejstvennaya izmenchivost' seyancev sosny kedrovoj sibirskoj, vyrashchennyh iz semyan introdukcionnoj populacii // Lesnoj vestnik. 2011. № 5. S. 4–11.

8. Bryncev V. A., Hramova M. I. Izmenchivost' semennogo potomstva sosny kedrovoj sibirskoj pri introdukcii // Lesnoj zhurnal. 2013. № 6. S. 38–49.

9. Vorob'eva M. V., Zhigulin E. V., Zalesov S. V., Korosteleva M. V. Ispol'zovanie sosny sibirskoj (*Pinus sibirica* Du Tour) v ozelenenii g. Ekaterinburga // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2021. № 7 (109). Ch. 1. S. 132–136.

10. Ganichev G. P. Plantacionnoe vyrashchivanie lesnyh resursov // Lesnoj vestnik. 2014. № 3. S. 43–46.

11. Danchenko A. M., Kabanova S. A. Ocenka rosta polusibovogo potomstva sosny kedrovoj sibirskoj v otkrytom grunte i teplice // Hvojnye boreal'noj zony. 2007. T. XXIV, № 2–3. S. 174–178.

12. Drozdov I. I. Issledovaniya po vyrashchivaniyu kedra sibirskogo vo Vladimirskoj oblasti // Lesnoe hozyajstvo. 1970. № 10. S. 39–40.

13. Zemlyanoy A. I. O vosstanovlenii kedrovyyh lesov i sozdanii selekcionnyh plantacij kedra sibirskogo (*Pinus sibirica* Du Tour) // GEO-Sibir'-2011. Novosibirsk, 2011. T. 3. Ch. 2. S. 163–165.

14. Iroshnikov A. I., Tvelenev M. V. Izuchenie genofonda, introdukcii i selekcii kedrovyyh sosen // Lesovedenie. 2001. № 4. S. 62–68.

15. Krivcov A. E. O perspektivah razvitiya lesnogo selekcionnogo semenovodstva // Lesnoe hozyajstvo. 2001. № 1. S. 40.

16. Kuznecova G. V. Mezhpopyulacionnaya izmenchivost' razmera shishek i massy se-myan sosny sibirskoj kedrovoj (*Pinus sibirica* Du Tour) // Hvojnye boreal'noj zony. 2022. T. XL, № 5. S. 369–373.

17. Mamaev S. A. Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnyh rastenij. Moskva : Nauka, 1972. 384 s.

18. Maslakov E. L., Markova I. A., Shestakova T. A. O vozmozhnosti rannej diagnostiki bystrorastushchih derev'evlidersov // Lesovedenie. 2001. № 1. S. 25–31.

19. Matveeva R. N., Batyrev A. F., Mochalova T. N. Fotosinteticheskaya poverhnost' vskhodov – diagnosticheskij priznak bystrotы rosta seyancev kedra sibirskogo // Resurso- i energosberegayushchie tekhnologii v lesnoj promyshlennosti. Krasnoyarsk : STI, 1988. S. 28–29.

20. Matveeva R. N., Butorova O. F. Genetika, selekciya, semenovodstvo kedra sibirskogo. Krasnoyarsk : SibGTU, 2000. 243 s.

21. Matveeva R. N., Butorova O. F. Issledovaniya po vyrashchivaniyu sosny kedrovoj sibirskoj za mnogoletnij period // Hvojnye boreal'noj zony. 2022. T. 40, № 5. S. 374–380.

22. Pastuhova A. M. Izmenchivost' trekhletnego semennogo potomstva kedra si-birskogo ot materinskih rastenij raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya // Vestnik KrasGAU. 2011. № 4. S. 95–98.

23. Smirnov N. A. Vyrashchivanie posadochnogo materiala dlya lesovosstanovleniya. Moskva: Lesnaya promyshlennost', 1981. S. 55–59.

24. Titov E. V. Genetiko-selekcionnaya obuslovlennost' pokazatelej urozhajno-sti u kedra sibirskogo // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnyh rastenij. Krasnoyarsk, 1999. S. 13–14.

25. Titov E. V. Rajonirovanie celevyh plantacij // Cifrovye tekhnologii v lesnoj otrasli. Voronezh, 2022. S. 92–98.

26. Hamitov R. S., Andronova M. A., Antonov A. M. Izmenchivost' sosny kedrovoj sibirskoj po urozhajnosti shishek v usloviyah introdukcii // Lesnoj zhurnal. 2018. № 3. S. 84–91.

27. Shcherba Yu. E., Kozhuhova M. E. Mez- i vnutrisemejnaya izmenchivost' 6-letnih seyancev *Pinus sibirica* Du Tour – potomstv ramet plyusovogo dereva 94/58 // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnyh rastenij. Krasnoyarsk : SibGU, 2023. S. 233–237.

28. Bauhus J., Schmerbeck J. Silvicultural options to enhance and use forest plantation biodiversity // Earth Ecosystem Goods. 2012. Rp. 96–128.

© Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф.,  
Попова С. В., Щерба Ю. Е., 2025

Поступила в редакцию 27.03.2025  
Принята к печати 20.05.2025